



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS MÉDICAS,  
ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD.

Facultad de Odontología  
División de Estudios de Posgrado e Investigación  
Campo de conocimiento: Maestría en Ciencias Odontológicas, área clínica

**“CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN FENOTÍPICA DEL SECTOR  
ANTERIOR DE LOS MAXILARES EN ADULTOS”**

Tesis que para optar por el grado de  
Maestría en Ciencias Odontológicas

**Presenta**

Andrés Felipe Chedraui Romero

**Tutor principal**

Dr. Luis Pablo Cruz Hervert

*Programa de Maestría y Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud, UNAM*

**Comité tutor**

Dra. Ana María Wintergert Lavin

*Programa de Maestría y Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud, UNAM*

Dra. Jacqueline Adelina Rodríguez Chávez  
*Universidad de Guadalajara*

Dr. Carlo Medina Solís  
*Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*

Ciudad de México, octubre 2022



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **DEDICATORIA**

Este es un trabajo que tomó varios meses de mucho esfuerzo, y por ende es el producto final, por lo que no podrán saber todo lo que ocurrió en este viaje, que empezó en el 2020, en medio de la pandemia, con muchos cambios que conllevó el vivir en un país extranjero en medio de esta situación sanitaria mundial, para poder concluirlo se necesitó un esfuerzo comunitario.

En primer lugar, le quiero agradecer al Dr. Luis Pablo pues él fue quien hizo posible esto, gracias por abrirme la puerta y darme la oportunidad, así como dejarme poder ser yo durante todo el proceso.

Posterior le quiero agradecer a mi familia de sangre y mi familia de elección. Los primeros a mis padres y mi hermana, por apoyarme de manera incondicional en cada una de mis locuras, la vida me va a quedar pequeña para poder agradecerles por dejarme hacer lo que me apasiona en las condiciones que me lo permiten.

A mi familia por elección (Dani, Fer, Juan, Meli, Nany, Nathy, David, Leo, Lu, Julie, Erika, Ale, y todos los de Polanco) les agradezco el tiempo dedicado no solo al proyecto, sino también a mí, el máster fue muchísimo más agradable por ustedes, lo hicieron más llevadero y lo más probable es que si no fuera por ustedes no hubiera podido terminarlo.

También me quiero agradecer a mí mismo, cuando empecé este viaje en mis sueños más locos no hubiera creído todo lo que logré, se cumplieron muchos sueños y gracias al Andrés del 2020-21 por haber persistido y haber trabajado tan duro para lograrlos.

Y para finalizar a cada persona que conocí durante este proceso, lo sepan o no lograron un impacto en mí ya sea en aspectos académicos o personales, soy lo que soy hoy en día por ustedes también.

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>RESUMEN .....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>2. ANTECEDENTES .....</b>	<b>8</b>
2.1 FENOTIPO.....	8
2.1.1 concepto de fenotipo en odontología.....	8
2.2 ANATOMÍA DEL SISTEMA MASTICATORIO .....	9
2.2.1 maxilar superior .....	9
2.2.2 mandíbula .....	9
2.2.3 relación de la posición entre los maxilares .....	10
2.3 GENERALIDADES DE LOS DIENTES Y LA DENTICIÓN .....	10
2.3.1 Generalidades de los dientes anteriores .....	11
2.4 ANATOMÍA Y BIOLOGÍA DE LOS PROCESOS ALVEOLAR .....	11
2.4.1 Biología de los procesos alveolares .....	11
2.4.2 Características anatómicas y fenotípicas de los alveolos en el sector anterior. ....	11
2.5 TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE RAYO DE CONO (CBCT).....	13
2.5.1 Ventajas y desventajas del uso de CBCT.....	14
2.5.2 Uso de CBCT en odontología .....	15
2.4.3 Precisión de las mediciones de las características anatómicas de los procesos alveolares en tomografías.....	17
<b>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>18</b>
<b>4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>5. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>19</b>
<b>6. OBJETIVOS .....</b>	<b>20</b>
6.1 OBJETIVO GENERAL .....	20
<b>7. HIPÓTESIS.....</b>	<b>21</b>
7.1 HIPÓTESIS GENERAL.....	21
7.2 Hipótesis específica .....	21
<b>8. METODOLOGÍA .....</b>	<b>22</b>
8.1 TIPO DE ESTUDIO:.....	22
8.2 UNIVERSO DE ESTUDIO: .....	22
8.3 SELECCIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	22
8.3.1 Tipo de muestreo:.....	22
8.3.2 Universo de estudio: .....	22
8.3.3 Tamaño de la muestra:.....	22
8.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	23
8.4.1 Criterios de inclusión: .....	23
8.4.2 Criterios de exclusión: .....	23
8.5 DEFINICIÓN OPERACIONAL Y ESCALA DE MEDICIÓN DE LAS VARIABLES .....	24
8.5.1 Variable dependiente:.....	24

8.5.2 Variables independientes: .....	25
8.6 Métodos de recolección de la información.....	34
8.6.1 Obtención de las tomografías.....	35
8.6.2 Mediciones anatómicas .....	35
8.7 Prueba piloto.....	38
8.8 Calibración.....	39
8.8.1 Calibración de las mediciones tomográficas .....	39
8.9 MÉTODOS DE REGISTRO Y PROCESAMIENTO.....	40
8.10 ANÁLISIS DE DATOS.....	40
8.10.1 Análisis de la población .....	40
8.10.2 Análisis estadístico de las mediciones anatómicas .....	40
8.11 ORGANIZACIÓN Y RECURSOS PARA LA INVESTIGACIÓN.....	41
8.11.1 Recursos humanos.....	41
8.11.2 Recursos materiales .....	41
<b>9. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....</b>	<b>42</b>
<b>10. RESULTADOS.....</b>	<b>44</b>
10.1 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	44
10.2 FENOTIPOS ALVEOLARES.....	44
10.2.1 Análisis de componentes principales para los fenotipos alveolares.....	44
10.2.2 Descripción de las variables que caracterizaron a los fenotipos alveolares.	46
10.2.3.1 Características representativas por fenotipo alveolar.....	48
10.2.4 Diferencias entre los fenotipos alveolares .....	51
10.2.5 Caracterización de los fenotipos alveolares .....	57
10.2.6 Distribución de los fenotipos alveolares en los alveolos de los maxilares....	59
10.3 FENOTIPOS DEL SECTOR ANTERIOR DE LOS MAXILARES.....	60
10.3.1 Fenotipos del sector anterior del maxilar.....	60
10.3.2 Fenotipos del sector anterior de la mandíbula.....	62
10.3.2 Descripción de la caracterización de los fenotipos del sector anterior de los maxilares, su distribución y correlación .....	64
10.4 CLASIFICACIÓN ESQUELÉTICA .....	66
10.4.1 Relación entre la clase esquelética y los fenotipos maxilares.....	67
<b>11. DISCUSIÓN .....</b>	<b>68</b>
<b>12. PERSPECTIVAS.....</b>	<b>73</b>
<b>13. CONCLUSIONES .....</b>	<b>74</b>
<b>14. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>75</b>

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar los fenotipos del sector anterior de los maxilares, con base en la forma como las estructuras óseas y dentales de los alveolos de la región se relacionan en registros tomográficos de adultos.

**Método:** Se midieron 25 características anatómicas en los 12 alveolos del sector anterior en tomografías de rayo de cono (CBCT) del Departamento de Imagenología de la DEPel de la Facultad de Odontología de la UNAM. Las 25 características anatómicas se dividieron en 5 dimensiones teóricas, donde se midieron la posición de las estructuras óseas, dentales, oclusión, altura y grosor de los alveolos, asimismo se midió el ángulo ANB. Las mediciones anatómicas se realizaron usando el programa 3D-Slicer 4.13.0 y la del ángulo ANB en el programa WebCeph.

Se realizó un análisis de componentes principales, conglomerados y Tukey para identificar las características anatómicas que definían, distribución y diferencias entre los fenotipos, respectivamente. También se evaluaron correlación entre los fenotipos del sector anterior de los maxilares y entre estos con la clasificación esquelética mediante un análisis bivariado.

**Resultados:** Se evaluaron 130 CBCT, el 60% fueron mujeres y la media de edad fue de 27.48 años (rango de edad 18-40 años). Se identificaron 4 componentes más representativos para definir los fenotipos alveolares, estos componentes contemplaban la altura alveolar, el ancho del alveolo, ancho de la tabla Palatina (P) y Vestibular (V), la posición espacial de las estructuras y la altura de los maxilares. Se identificaron 4 fenotipos de los alveolares, 2 fueron más prominentes en el maxilar y dos en la mandíbula. En ambos maxilares había un fenotipo alveolar grueso y otro delgado, en el maxilar se evidenció que sus alveolos estaban más inclinados espacialmente, presentaban la tabla ósea V más delgada y se ubicaban en maxilares más cortos. Por su parte los de la mandíbula se caracterizaron por estar presentes en maxilares más largos, con inclinaciones espaciales más cerradas y con tablas V más gruesas.

Según la distribución de los fenotipos alveolares se identificaron 2 fenotipos del sector anterior en cada maxilar, ambos fenotipos fueron equitativos. El análisis bivariado identificó una correlación entre los fenotipos, pero no entre estos con la clasificación esquelética.

**Conclusiones:** Los fenotipos se caracterizaron con base en sus características verticales y horizontales, la inclinación espacial de sus estructuras y el grosor de las tablas. Se identificaron 2 fenotipos específicos de los alveolos de cada maxilar, así como 2 fenotipos del sector anterior en cada maxilar. Se evidenció una correlación entre los fenotipos maxilares con los mandibulares, donde los fenotipos más parecidos tendían a relacionarse más, no se evidenció una correlación entre los fenotipos del sector anterior con la clase esquelética.

**Palabras claves:** fenotipos, características anatómicas, alveolos, sector anterior.

## ABSTRACT

**Objective:** The aim was to assess the phenotypes of the anterior region of the jaws, based on how the osseous and dental structures of the alveolar process link, in tomography (CBCT) of adults.

**Method:** 25 anatomical characteristics of the 12 alveolar processes of the anterior region of the jaws were measured in CBCT that belong to a data base of the Radiology Department of the Faculty of Dentistry at UNAM University. These 25 features were divided in 5 theoretical dimensions depends on the nature of the measurement (if they were measured in angles, millimeters, or both) and the characteristics that they were measured: 1) osseous-structure position, 2) dental-structure position, 3) occlusion, 4) height and 5) thickness. The ANB angle were also measured. The anatomical features were measured in the 3D-Slice 4.13.0 program and the ANB-angle using WebCeph online program.

A principal components analysis, a cluster analysis and Tukey test were used to identify the anatomical characteristics, distribution, and difference between the phenotypes, respectively. Also, a correlation between the phenotypes of the anterior sectors and between these and the esqueletal classification were assessed using a bivariable analysis.

**Results:** A total of 130 CBCT were analyzed, of these the 60% of the population were women and the average age was 27.48 years (range between 18-40). 4 components were the most significant to define the phenotypes, these components contemplated the height of the alveolars, the total thickness, the thickness of the V and P walls, the spatial position, and the height of the jaws. In both jaws there was an alveolar phenotype that was wider and the other thinner. In the maxillary the alveolar phenotypes characterized for having an open spatial position of its structures, the V-wall were thinner and were in shorter jaws. In the mandible the phenotypes characterized for having a closed spatial position of its structures, V-wall wider and to be in longest jaws.

According to the distribution of the alveolar phenotypes, 2 phenotypes of the anterior region on each jaw were identified. And a correlation between these phenotypes were identified, but not between the phenotypes and the esqueletal classification.

**Conclusions:** The phenotypes characterized based on the vertical and horizontal features, the spatial inclination of its structures and the thickness of both walls. 2 specific phenotypes of the alveolar processes for each jaw, and two phenotypes of the anterior region of the jaws were identified. A correlation between the phenotypes was observed, but not between the phenotypes of the sector with the esqueletal classification.

**Keywords:** phenotypes, anatomical characteristics, alveolar process, anterior sector.

## 1. INTRODUCCIÓN

El uso de imágenes tridimensionales ha aumentado para la evaluación de la región craneofacial. En odontología, fundamentalmente, el uso de la tomografía de rayo de cono (CBCT) ha tomado importancia debido a su alta practicidad y sensibilidad en comparación con una radiografía convencional(1), así como su baja dosis de radiación, en comparación con una tomografía computarizada convencional y por presentar una alta resolución, en comparación con otros métodos diagnósticos(2).

Por su alta precisión la CBCT es una herramienta diagnóstica más efectiva para observar estructuras anatómicas y la detección de lesiones patológicas a nivel de los maxilares(3). Por lo que no es de extrañar que al presente existan numerosos estudios que evalúen las estructuras anatómicas utilizando este método diagnóstico.

A nivel de la zona anterior del maxilar y la mandíbula, han tomado principal importancia el conocer sus características anatómicas debido a la demanda estética de la región en el maxilares (4) y en la mandíbula por condiciones anatómicas específicas de la zona como son: las dimensiones pequeñas de los dientes, el espacio entre estos y el hecho que es una zona más susceptible al apiñamiento dental(5).

La morfología de los alveolos en los maxilares es relevante tanto para tratamientos de ortodoncia, sobre todo en pacientes donde hay una discrepancia importante entre el volumen de dientes y la cantidad de espacio en las arcadas dentales(3). Asimismo, en los tratamientos con implantes dentales, puesto que es más común que existan tratamiento de colocación de implantes inmediatos en el sector anterior. Donde la literatura ha registrado presencia de recesiones gingivales entre el 20 al 30% de los implantes en esta zona mayor a 1 mm(6, 7), un número muy importante teniendo en cuenta la demanda estética que tiene el área. Esto se asocia al hecho que los clínicos no tenían en consideración las características de los tejidos duros como blandos del diente a extraer(8).

Hoy por hoy no se conoce como las características anatómicas de los procesos alveolares interactúan entre sí, cuáles características se deben tomar en consideración al momento de evaluar la morfología de los procesos y qué impacto tienen en los fenotipos de cada proceso alveolar, así como en la región de cada maxilar como tal.



## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 FENOTIPO

Un fenotipo es la expresión observable de los genotipos de cada individuo. Mientras que los genotipos afectan las vías de las proteínas, células y biológicas en general, los fenotipos se asocian a la apariencia(9). El término es usado, para relacionar una diferencia en la secuencia de ADN entre los individuos con diferencia en un rasgo(10) (ejemplo la altura, el color del pelo, o la enfermedad).

Así, mientras los genotipos individuales son bastantes estables en el tiempo, los fenotipos son dinámicos, influenciados tanto por el ambiente como por el genotipo, e incluyendo interacciones entre ellos. Por tal motivo un fenotipo puede ser difícil de medir ya que la condición no está bien definida, o estar pobremente medida, puede tener múltiples presentaciones por estar influenciada por componentes ambientales, genéticos o por factores ambientales desconocidos(9).

#### 2.1.1 CONCEPTO DE FENOTIPO EN ODONTOLOGÍA

En odontología históricamente se han empleado los términos morfotipos del cráneo, el cual fue introducido por Ochsenschein y Ross en 1969(11), lo definieron como la distancia entre la cresta vestibular (zenit óseo) y la cresta interproximal entre 11 y 21, y dependiendo de esta distancia categorizaba a los cráneos en morfotipo plano (distancia de 2.1 mm), festoneado (2.8 mm) y festoneado pronunciado (4.1 mm); las otras diferencias que se lograron apreciar en estudios posteriores era que los morfotipos plano y festoneado presentaban menos dehiscencia y fenestración que el festoneado pronunciado(12). Posteriormente se introduce el término biotipo gingival, el cual se ha usado para describir las dimensiones en sentido vestibulo-lingual de la encía(13); bajo este concepto la encía se dividía en biotipo delgado y biotipo grueso(14), y se caracterizaba según: i) lo delgado de la encía libre, ii) el ancho de la banda de encía, iii) lo poco profundo del surco y iv) el pronunciado festoneado del contorno del margen gingival(15).

A continuación se introduce el término fenotipo periodontal, el cual se refiere a las características fenotípicas del hueso y del fenotipo gingival encima de este, se define como las variaciones clínicas del grosor de la encía, ancho de la banda de encía, el morfotipo óseo, la forma del diente y características morfológicas de la encía y el periodonto (16). Este término es recomendado usar desde el *Word Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implants Disease and Conditions* del 2017, para describir la combinación de fenotipo gingival (volumen tridimensional de la encía) y el morfotipo óseo.

El término morfotipo óseo se ha empleado únicamente para referirse al grosor de la tabla ósea vestibular de los alveolos(17). Solamente puede ser evaluado mediante uso de tomografías, ya que el usar radiografías laterales, por su naturaleza bidimensional otorgan información limitada de la zona(18).

## 2.2 ANATOMÍA DEL SISTEMA MASTICATORIO

Las estructuras esqueléticas de la cabeza humana son el cráneo y la mandíbula. El primero está formado por varios huesos que se conectan mediante fisuras; sus componentes principales son el hueso temporal, hueso frontal, hueso parietal, el esfenoides, el hueso occipital, el cigomático, el hueso nasal y el maxilar. La mandíbula es un hueso independiente, ubicada y suspendida bajo el cráneo por uniones musculares. Los tres componentes esqueléticos principales que forman el sistema masticatorio son el hueso maxilar y la mandíbula, que le dan soporte a los dientes y el hueso temporal, que soporta la mandíbula a través de su articulación con el cráneo (19).

### *2.2.1 MAXILAR SUPERIOR*

Es un hueso par, de forma cuadrilátera, aplanado de afuera hacia adentro, su porción posterior constituye la tuberosidad del maxilar y su porción inferior conforma los bordes alveolares o alveolos donde se ubican los dientes. La unión entre los dos maxilares forma el paladar(20). El borde del maxilar se extiende hacia arriba para formar el suelo de la cavidad nasal, así como el de las órbitas. Y puesto que los huesos maxilares están fusionados de manera compleja con los componentes óseos que circundan el cráneo, se consideran a los dientes maxilares la parte fija del cráneo, haciéndolos un componente importante del sistema masticatorio(19).

### *2.2.2 MANDÍBULA*

Es un hueso impar, medio y simétrico, con forma de U, situado en la parte inferior de la cara. Se divide en dos partes: una parte media o cuerpo y dos laterales o ramas ascendentes. En el cuerpo se encuentra: a) el borde superior o alveolar, ocupado por las cavidades alveolares, b) las apófisis Geni que son cuatro eminencias dispuestas en pares en la cara interna y línea media del cuerpo, c) una línea oblicua o milohioidea y d) las fositas submaxilar y sublingual para las glándulas del mismo nombre(20). No dispone de fijaciones óseas al cráneo; por lo que se encuentra suspendida y unida al maxilar mediante músculos, ligamentos y otros tejidos blandos, los cuales le proporcionan a la mandíbula la movilidad necesaria para su función con el maxilar(19).

La parte superior de la mandíbula consta de los alveolos con sus dientes. El cuerpo de la mandíbula se extiende en dirección posteroinferior para formar el ángulo mandibular y en dirección posterosuperior para formar las ramas ascendentes. En las ramas podemos encontrar tanto: a) Una cara externa plana con rugosidades para la inserción de músculo masetero, b) una cara interna en cuyo centro presenta el agujero del conducto dentario por donde pasan el nervio y los vasos del dentario inferior de manera bilateral; en el borde de este orificio se encuentra la espina de Spix denominada también lingual mandibular(21) y c) una lámina vertical de hueso que se extiende hacia arriba en forma de dos apófisis. La apófisis anterior es la coronoides y la posterior es el cóndilo. El cóndilo, es la porción de la mandíbula que se articula con el cráneo, por lo que es la estructura alrededor de la cual se producen los movimientos.

Desde una vista anterior, tiene una proyección medial y otra lateral que se denominan polos. El polo medial, en general, el polo medial es más prominente que el lateral, por lo que la superficie de articulación del cóndilo es muy convexa en sentido anteroposterior y sólo se presenta una leve convexidad en sentido mediolateral(19).

### 2.2.3 RELACIÓN DE LA POSICIÓN ENTRE LOS MAXILARES

Aunque el maxilar y la mandíbula son contrapartes óseas, en un paciente con características normales, el maxilar debe ubicarse por delante de la mandíbula. Esta relación posicional se puede medir mediante el ángulo ANB de Steiner a nivel cefalométrico(22). Este corresponde al ángulo formado por la unión de los Puntos A, N y B: siendo el punto más profundo del maxilar (A), el Nasión o punto de unión entre los huesos frontales con los nasales (N) y el punto más profundo de la mandíbula (B)(23).

El ángulo establece la relación en sentido anteroposterior del maxilar y mandíbula entre sí o entre los puntos A y B. En condiciones de normalidad el ángulo presenta un rango de  $2 \pm 1^\circ$ , clasificando a estos pacientes como clase I esquelética, si el ángulo es muy abierto, el punto B se ubicaría muy por detrás del A indicando una clase II, y en el caso donde el punto B se ubique por delante del A, el ángulo se considera negativo e indica una clase III esquelética. La medición esta influenciada por la base craneal y otra de sus limitaciones es que no determina por sí solo si la discrepancia se debe al maxilar, la mandíbula o ambos(22).

En ortodoncia se usa como un indicador para el diagnóstico diferencial de clase esquelética/dentaria(24), y es una medida altamente usada como método diagnóstico para medir la complejidad del tratamiento ortodóntico(25, 26).

### 2.3 GENERALIDADES DE LOS DIENTES Y LA DENTICIÓN

La dentición es la acumulación de circunstancias que concurren para la formación, crecimiento y desarrollo de los dientes, hasta su erupción(20). Existen dos tipos de dentición en los seres humanos(27): La dentición infantil o decidua y la dentición del adulto, segunda dentición o permanente, la cual consta de 32 dientes, son de mayor volumen que los dientes primarios, están diseñados para resistir mayor impacto y fuerzas de la masticación y se presentan desde los 6 años.

Todos los dientes se conforman por una corona y una raíz(28). La corona se puede clasificar en corona anatómica y corona clínica, la primera se limita entre el borde incisal hasta la unión amelodentinaria, en su interior está compuesta por dentina y se encuentra cubierta por esmalte, y la segunda se limita desde el borde incisal hasta la inserción del ligamento periodontal, o radiográficamente desde el borde incisal hasta la cresta alveolar; está a diferencia de la corona anatómica, no cambia de tamaño drásticamente en el transcurso de la vida, la corona clínica puede cambiar de tamaño pero dependiendo de muchos factores(27).

Las coronas de los dientes se les compara con una figura geométrica, donde tienen 4 caras paralelas a un eje longitudinal imaginario que pasa por el centro del diente, a esas caras se les llama caras axiales por estar paralelas a ese eje, dos de esas caras se llaman interproximales, una se llama mesial, por estar más cerca de la línea media y la opuesta se llama cara distal, por estar más distante. Las otras dos caras axiales se les llama caras libres, una se denomina labial o vestibular, por estar en contacto con el vestíbulo y la opuesta a esta se denomina lingual o palatina (dependiendo de a cuál maxilar se haga referencia), la última cara es perpendicular al eje longitudinal, la cual se

denomina cara incisal en los dientes anteriores y oclusal en los dientes posteriores(28, 29).

La raíz anatómica es la parte del diente que está formada por dentina y cubierta por el cemento radicular, esta forma parte del aparato de inserción periodontal, y es la que se mantiene dentro del alveolo. Estas presentan forma piramidal o cónica, el sector anterior generalmente posee dientes unirradiculares, el sector posterior puede presentar dientes con dos o tres raíces, por lo que el número de raíces de los dientes dependerá del lugar donde se encuentren(30).

### 2.3.1 GENERALIDADES DE LOS DIENTES ANTERIORES

La forma de los dientes depende directamente de la función que desempeñen, así como de la posición que tengan dentro de las arcadas, por lo que, en el caso de los dientes anteriores, su forma es consecuencia de la función de cortar y rasgar que presentan(30). Los dientes anteriores están formados por 12 piezas, de los cuales(27):

- a. El primer grupo lo conforman los incisivos centrales y laterales tanto superiores como inferiores, estos dientes se ubican en la zona más anterior de los arcos, tienen forma de pala o cuña, con un borde cortante; se conforman por 8 dientes (4 incisivos superiores y 4 inferiores), y los centrales son más grandes que los laterales, y los 8 dientes son unirradiculares.
- b. Y el segundo grupo está formado por los caninos superiores e inferiores, donde se ubica uno en cada cuadrante, son los dientes más largos, unirradiculares y su corona presenta forma de cúspide.

## 2.4 ANATOMÍA Y BIOLOGÍA DE LOS PROCESOS ALVEOLAR.

### 2.4.1 BIOLOGÍA DE LOS PROCESOS ALVEOLARES

El alveolo es la cavidad dentro de la cresta alveolar de los huesos maxilares donde se alojan las raíces de los dientes, por lo que su forma y tamaño está determinado por la morfología de las raíces de estos(31). Presenta la cortical ósea o pared externa, que puede ser vestibular, lingual o palatina, la cual está formada por hueso compacto, un centro de hueso esponjoso y el hueso que delimita o rodea al diente; este último también se llama *hueso fasciculado* y es al que se unen las fibras del ligamento periodontal(32), y radiográficamente se denomina lámina dura(31). La pared externa del proceso alveolar está formada por sistemas Haversianos y laminillas de hueso compacto; la pared interna del alveolo o hueso fasciculado es más delgada que la externa y presenta las foraminas; y entre estos dos se encuentra el hueso esponjoso(33), el cual presenta también sistemas Haversianos y está dispuesto en laminillas.

### 2.4.2 CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS Y FENOTÍPICAS DE LOS ALVEOLOS EN EL SECTOR ANTERIOR

En general los dientes anteriores, especialmente los centrales y laterales tanto superiores como inferiores presentan una posición más hacia vestibular dentro del alveolo, por lo que presentarán mayor soporte óseo a nivel palatino o lingual que vestibular(34), eso unido al hecho que las raíces de los centrales son más pronunciadas que la de los laterales, resulta en que se puede encontrar diferencia en el soporte óseo entre los dientes(35), esta característica se evidencia de igual forma cuando se compara

pacientes con altura ósea normal en comparación con pacientes que presenten pérdida ósea por la periodontitis(36). Por este motivo la tabla ósea vestibular en el sector anterior no mide más de 1 mm en diferentes puntos a lo largo de esta(37-41), la medida logra ser mayor de 1 mm a nivel del ápice de los dientes(38) y solo un 1% de los dientes anteriores logran tener más de 1 mm de grosor(39).

A pesar que, las raíces dentales tiene una forma cónica, por lo que son más delgadas a medida que se aproxima al ápice dental, la tabla ósea vestibular presenta un grosor uniforme desde el zénit óseo hasta el ápice, por lo que el contorno del maxilar presenta una forma cóncava, siendo esta la razón por la que la tabla ósea no tiende a ser más gruesa a medida que se acerca al ápice dental(34); esta curvatura es más pronunciada a nivel de los centrales superiores, seguida por los laterales y tiende a ser menos pronunciada a nivel de los caninos(42).

Por esta posición de las raíces más cerca de la tabla vestibular es la razón por la que es muy común encontrar fenestraciones o dehiscencias a nivel de estos dientes, siendo más común en los laterales y caninos superiores y estas se ubican más comúnmente 5 mm apical del zénit óseo(43).

Con respecto a la posición de los diente dentro del alveolo, el ángulo que se forma entre el eje de los dientes en relación con el alveolo, este tiende a ser un ángulo mayor de 10 grado en el 90% de los dientes incisales y mayor de 30 grados a nivel del canino superior(37); sin embargo la tendencia es que el ángulo sea más abierto en los dientes anteriores superiores que inferiores, por lo que dentro del alveolo los incisivos inferiores tienden a estar más centrados dentro de su alveolo(39).

A nivel del maxilar inferior se evidencian tendencias igual que en el maxilar superior. La tabla ósea vestibular mide menos de 1 mm en el sector vestibular y más de 1 mm en promedio en el sector lingual, el grosor tanto del hueso cortical como esponjoso es más delgado en medio de la raíz dental y aumenta en grosor a medida que se acerca más al ápice dental. Se evidencia un ángulo entre el eje del diente y el plano mandibular de 94.29 grados en promedio, por lo que los dientes inferiores tienen una posición más perpendicular dentro del alveolo, y el grosor de la tabla ósea vestibular se ve influenciada tanto por la posición más vestibular del diente y la concavidad evidenciada de la tabla ósea vestibular(3).

Un dato interesante es que los estudios han encontrado diferencia en las medidas entre hombres y mujeres, donde los hombres registran mayores mediciones en comparación con las mujeres(35, 40, 44). Se estima un 5% de diferencia entre los sexos en el tamaño de los huesos. Este dimorfismo también se presenta a nivel de los arcos dentales(45). Por lo que los hombres registran mayores mediciones de las mujeres a nivel del grosor de la tabla ósea vestibular en diferentes puntos(36), siendo mayor esta diferencia a nivel del zénit óseo y menos discrepante a nivel del tercio apical(46), sin embargo esta diferencia no se ha evidenciado con respecto al grosor de la tabla ósea en lingual ni en el grosor del hueso esponjoso en vestibular o lingual en el sector mandibular(3).

Esta discrepancia entre los sexos también se aprecia a nivel de la distancia entre la LAC y el zénit óseo, donde la distancia es mayor en hombres que en mujeres, 2.5 mm versus 1.8 mm (teniendo una diferencia de 0.7 mm)(47), siendo en promedio la diferencia de 0.20 mm en general y variando en 0.26 mm a nivel de los centrales y de 0.22 mm a nivel de los lateral, pero no llega a ser significativa a nivel de los caninos(46). En promedio la distancia entre la LAC y el zénit óseo tiende a ser menor de 2.50 mm en centrales, laterales y caninos superiores(40, 43), aunque se puede evidenciar una mayor distancia a nivel de los caninos superiores en comparación con los centrales o laterales superiores(41); si bien hay estudios que logran identificar un rango entre 0.5 a 6.9 mm(38) y estudios que encontraron una distancia mayor a medida que aumentaba la edad(43). La tendencia es que la distancia es que los laterales presenten la menor distancia del espacio biológico y que los adultos mayores presenten una mayor distancia de este espacio, variando hasta en 0.56 mm en comparación con adultos jóvenes(46).

Asimismo se ha detectado diferencia en el grosor de la tabla ósea vestibular a medida que se envejece la cual se mantiene en todos los dientes anteriores(37). No obstante, se han encontrado resultados mixtos en estos hallazgos ya que en un estudio de Srebrynska y col(3), ellos evidenciaron que no había diferencia en el grosor de la tabla ósea vestibular tanto entre diferentes edades y sexos, aunque evidenciaron un mayor grosor de la tabla ósea lingual entre mujeres mayores de 50 años en comparación con el grupo más joven.

El tipo facial parece influir en la morfología de los procesos alveolares, Gracco y col(48) en su estudio en el cual evaluaron la morfología de los procesos alveolares en participantes según su biotipo facial, medido mediante el ángulo FMA, dividido en corto, normal y largo; presentaban diferencias anatómicas. Ellos evidenciaron que los participantes con biotipo corto presentan mayor grosor del hueso alveolar a nivel de los centrales; los centrales y laterales presentaban el ápice dental más alejado de la cortical lingual en biotipos cortos y normales; en aspectos generales sin importar el biotipo los centrales presentaron menor inclinación dental, presentaban mayor grosor del proceso alveolar y una mayor altura de la cortical lingual en comparación con los laterales. Aunque no encontraron diferencias en los tres biotipos con respecto a la inclinación dental y las medidas de altura del reborde.

### 2.5 TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE RAYO DE CONO (CBCT)

Desde el descubrimiento de los rayos X en 1895 por Sir Wilhelm Conrad Roentgen, este hallazgo ha ayudado a los clínicos a poder realizar diagnósticos más certeros y precisos. Con el desarrollo de las tomografías computarizadas (CT) en 1972 y su reporte en 1973(49), este avance permitió realizar diagnóstico en imágenes en 3 dimensiones. Posteriormente en 1977 Arai y colaboradores crearon un CT más compacto, de los que se usaban normalmente en el área médica, este prototipo limitado lo denominaron tomografía computarizada de rayo de cono (CBCT), por su practicidad, su uso se esparció en el ámbito de la odontología, utilizada para evaluar condiciones como dientes impactados, lesiones apicales y enfermedades en los maxilares(50).

La CBCT usa un escáner de imágenes extraorales, diseñado específicamente para imágenes de cabeza y cuello, que produce escaneos en 3D y 2D de los huesos maxilofaciales. La unidad es comparable con el tamaño de una máquina convencional

de panorámica. Su tecnología se basa en irradiar con rayos X en forma de rayo de cono, la superficie que se quiera examinar y utilizan un detector plano en 2 dimensiones(51). Como la maquina irradia un área de gran volumen en vez de un área más delgada, esta no necesita rotar tantas veces como una CT convencional; con una sola rotación logra recopilar toda la información necesaria y al mismo tiempo permite obtener imágenes reconstruidas en 2D así como en 3D con menor grado de exposición a la radiación(52).

La formación de imágenes consiste en 2 estadios: El estadio de adquisición y el de reconstrucción, seguidos del despliegue de imágenes. En el primer estadio la maquina inicialmente rota alrededor de la cabeza de los pacientes a 180 grados o más, donde en un lado de la maquina se encuentra la fuente de los rayos X (un haz con forma de cono) y en el otro extremo el detector plano para captar los rayos X(53). Las imágenes iniciales capturadas durante el escaneo con el CBCT consisten en secuencias de proyecciones de imágenes 2D, las cuales se llaman datos crudos o proyecciones base(51), lo que constituye el segundo estadio de la formación de imágenes. Una vez las imágenes en 2D se han capturado, son instantáneamente transportadas a la computadora, donde son reconstruidas y se les aplica el algoritmo modificado de Feldkamp(54) al volumen anatómico logrando así ver en una resolución 1:1 en todos sus planos.

#### *2.5.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE CBCT*

Las mayores ventajas de la CBCT sobre la CT en odontología son su baja radiación, menor costo, menor tiempo de escaneo, mejor resolución y menor dificultad de interpretación(55). La precisión de la CBCT se da ya que las maquinas proveen vóxel isotrópicos, es decir que las proporciones son iguales en sus tres planos. Las medidas de estos vóxel en las CBCT tienen un rango desde 0.4 hasta 0.09 mm. Esta resolución tan pequeña es la que permite la precisión suficiente en las imágenes maxilofaciales y todas sus utilidades(56).

El tiempo del escaneo es otro factor importante con las CBCT, ya que gracias a su tecnología solamente se requiere de 5 a 40 segundos para este(55). Otro factor es la dosis de radiación a la que se le somete al paciente, a pesar que las CBCT presentan de 5 a 74 veces mayor radiación en comparación con las panorámicas de rayos X(57), presentan una reducción entre el 98.5% al 76.2% en contraste con las CT convencionales para el uso en imágenes maxilofaciales u orales(58).

Otra de las ventajas de las CBCT es el hecho que permite imágenes no solo en planos ortogonales (planos sagitales, coronales y axiales), sino también en planos no ortogonal, como serían los cortes oblicuos (que permite vistas desde cualquier ángulo), cortes curvos (el cual permite realizar un trazo en la arcada y obtener una vista como la panorámica) y cortes transversales (que son una serie de imágenes perpendiculares al corte curvo, en los cuales se puede escoger el ancho y espacio entre los cortes)(59). Las ventajas de la CBCT sobre las radiografías es que al ser imágenes reconstruidas en 3D no dan cabida a distorsión o superposición de estructuras, esta reconstrucción también facilita la evaluación cualitativa y cuantitativa de la superficie del hueso y una evaluación cuantitativa de la relación entre el diente y el hueso(60).

Entre las limitaciones de las CBCT se encuentra las proyecciones geométricas, sensibilidad del detector y la resolución del contraste; la claridad de estas tomografías se ve afectada por artefactos, ruidos y un pobre contraste de los tejidos blancos(53).

Un artefacto es una distorsión o error en la imagen que no está relacionada con el objeto de que se anda estudiando(57). Son importantes ya que pueden alterar la calidad de las imágenes al momento de disminuir el contraste entre los objetos adyacentes y por último llevar a un diagnóstico incorrecto o falso(61). Entre todos los artefactos que se pueden producir, los ocasionados por objetos metálicos, como son las restauraciones dentales o implantes, son los más prominentes. Este artefacto se produce ya que el sensor registra una gran cantidad de energía porque solamente gran cantidad de energía penetra el objeto metálico, mientras que los rayos de menor energía del espectro policromático emitido por la fuente de los rayos x sufrirán una absorción sustancial cuando pasen los objetos densos, por lo que el registro en la zona del objeto metálico será muy elevado en comparación con las otras estructuras menos densas(62).

#### *2.5.2 USO DE CBCT EN ODONTOLOGÍA*

Una de las ventajas de la CBCT es la posibilidad de poder visualizar la dentición, los huesos maxilofaciales y la relación de las estructuras anatómicas en 3D. Entre las aplicaciones que tiene en odontología destacan:

1. Planeación en implantología dental, desde su descubrimiento e introducción por el Dr. P. Brånemark(63), los implantes dentales se han convertido en una opción de tratamiento muy utilizado a nivel mundial. Parte de su éxito depende de realizar un buen diagnóstico de las estructuras de la cavidad oral donde serán insertados(51). Los objetivos del uso prequirúrgico de las CBCT para terapia de implantes, se destaca(64):
  - a. Evidenciar la existencia de alguna patología previa en la zona a tratar.
  - b. Localización de aspectos anatómicos, que deben ser evitados al momento de colocar un implante. Ejemplo: Canal del nervio dentario.
  - c. Cantidad de hueso disponible para la colocación del implante.
  - d. Localización de morfología ósea, como, por ejemplo: Rebordes en filo de cuchillo, irregularidades pos-extracción, densidad del hueso trabecular, entre otras.

Para su uso posquirúrgico, las CBCT se usan principalmente para: Observar y evaluar la cicatrización de injertos óseos, evaluar complicaciones relacionadas con trauma neuro-vascular, en el caso que se vaya a retirar un implante(65). Sin embargo, el uso de las CBCT para seguimiento de implantes dentales, se considera una herramienta diagnóstica poco útil, por lo que a la actualidad las radiografías intraorales, se siguen considerando la herramienta primaria para el monitoreo de implantes dentales(66).

2. Ortodoncia, se usa para evaluación de pacientes a los que se le realizará cirugía ortognática(67). Así como para evaluar el grosor del paladar, patrones de crecimiento esquelético, severidad de dientes impactados, expansión de arcos,



tratamiento sin extracción dental; estas condiciones son muy difícil de evaluar mediante el uso de radiografías convencionales, por lo que el uso de las CBCT se hace necesario(68). Algunos especialistas incluso han optado por usar las CBCT para realizar trazos cefalométricos y planeación de los tratamientos ortodónticos, ya que consideran que las tomografías ayudan a diferenciar puntos visuales ambiguos, disminuyendo errores en las mediciones(69).

3. Endodoncia, en la actualidad a pesar que las radiografías siguen siendo la herramienta diagnóstica por elección en este campo; las CBCT presentan una ventaja considerable en comparación con las anteriores, en el sentido que pueden demostrar imágenes en 3D, y por tanto sirven para evaluar(70):
  - a. Evaluación de la morfología de los canales.
  - b. Representación de lesiones periapicales en 3D.
  - c. Evaluación de patologías de origen endodóntico o no endodóntico.
  - d. Visualizar de sobre obturación de los canales radiculares.
  - e. Análisis de reabsorciones internas o externas.
  - f. Evaluación de fracturas radiculares, tanto horizontales como verticales.

Las CBCT, han sido ampliamente recomendadas como herramienta diagnóstica para su uso en cirugía endodóntica(71); esto se debe a que con las tomografías son un método más verás y efectivo para identificar canales accesorios, analizar mejor la anatomía y la verdadera naturaleza y extensión de las lesiones periapicales(72). En cirugía de dientes multirradiculares permite identificar la raíz afectada de manera específica, reduciendo la eliminación de hueso y de dentina de raíces no afectadas, lo cual ayuda a simplificar los tratamientos y en el confort del paciente(73).

4. Patologías, al detectarse una posible patología o lesión en las radiografías, la CBCT permite un mejor análisis de la zona; sobre todo en cortes transversales, al haber ausencia de magnificación y de superposición de estructuras(74). Entre las limitaciones de las CBCT está su pobre contraste de tejidos blancos, en comparación con una CT convencional; por lo que las CBCT funcionan mejor en diagnóstico en dientes, hueso o vías áreas(51).
5. Anatomía del seno maxilar, llegan a ser efectivas en el análisis del seno maxilar por su cercanía a los ápices de los molares superiores. Alteraciones del grosor de la mucosa del piso del seno maxilar, así como crecimiento de tejidos en este se pueden observar en CBCT(75). También son útiles para evaluar la altura del reborde alveolar pre a la colocación de implantes dentales(51).
6. Diagnóstico de traumas y seguimiento de cirugía, a pesar de que las CT convencionales son la modalidad de elección posterior a un trauma maxilofacial o de la mandíbula (debido a su capacidad de realizar una mejor evaluación de los tejidos blandos y duros), las CBCT funcionan como una buena alternativa para seguimientos pos-quirúrgicos(76).
7. Diagnóstico en ATM, las CBCT han demostrado ser efectivas para evaluar forma de la cabeza del cóndilo, posición de este, y evaluación de la fosa glenoidea, así

para el análisis de erosiones u osteoartritis(77). En contraste no son efectivas para evaluación del disco articular, debido a su bajo contraste para tejidos blancos(78).

8. Periodoncia, se pueden usar para el análisis de defectos óseos producido por la enfermedad periodontal, de igual forma se pueden usar para el análisis pre y posquirúrgico de defectos periodontales(79).
9. Vías áreas, en las CBCT se pueden evaluar el volumen total de las vías áreas. Una constricción o reducción del espacio de las vías áreas o del volumen de estas puede indicar presencia de apnea del sueño(51).

#### *2.4.3 PRECISIÓN DE LAS MEDICIONES DE LAS CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LOS PROCESOS ALVEOLARES EN TOMOGRAFÍAS*

Desde su incorporación en la odontología las CBCT han sido una herramienta altamente usada para evaluar de manera cualitativa y cuantitativa las condiciones óseas en los alveolos. Esto debido a visualización en 3 dimensiones de las estructuras y a su alta precisión en comparación con las radiografías que te dan solo dimensión en 2D(80).

La evaluación de los procesos alveolares principalmente incluye toma de dimensiones en altura, grosor y/o de defectos óseos. El estándar de oro para estas mediciones sería medirlas a nivel de cráneos o en pacientes, y la tomografía ha demostrado ser de gran precisión en muchos estudios cuando se comparan las mediciones entre ambos métodos, donde el coeficiente de correlación y concordancia ha estado en 1.00 y 0.98 en las mediciones del ancho y el grosor respectivamente(81). En caso de que se logre evidenciar una diferencia entre el estándar y las mediciones tomográficas esta se encuentra entre los -0.04 a 0.23 mm, llegando a ser estadísticamente significativa pero no clínicamente relevante(80). A nivel específico de las mediciones de altura y grosor la diferencia que se ha encontrado es de 0.30 mm para la altura de la tabla V y de 0.13 mm a nivel del grosor de la tabla V(81).

Uno de los mayor inconvenientes reportados ha sido el hecho que cuando la tabla V mide menos de 0.6 mm la precisión disminuye, pudiéndose diagnosticar una dehiscencia, cuando esta no existe(82). Otro es al momento de trasladar los resultados de los estudios a la realidad clínica recae en el hecho que las mediciones se toman en diferentes puntos dependiendo del estudio(80), por lo que toca ser muy cauteloso al momento de analizar los datos de estas investigaciones.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A lo largo del tiempo los avances tecnológicos han permitido que se logre estudiar a mayor detalle la anatomía y biología de los sistemas del cuerpo humano. En la actualidad el uso de tomografías como ayuda diagnóstica en odontología ha permitido realizar diagnósticos, así como planificaciones de los tratamientos, a costos relativamente accesibles, sin gastar tanto tiempo y siendo altamente precisos. El nivel de detalle que permiten estos estudios complementarios es lo que ha impulsado su uso en la investigación para estudiar la anatomía de los procesos alveolares y todas las estructuras que los componen. Desde que se empezó a estudiar las características anatómicas de los maxilares a inicios del siglo pasado, pasaron más de 100 años para que se introdujera el concepto de fenotipos gingivales en la literatura odontológica.

Numerosos estudios han evaluado múltiples características anatómicas de los alveolos en el sector anterior, con base en estos estudios se pueden dividir la forma de medir las características en dos grandes grupos: a) *distancia*, las cuales miden altura y grosor de las estructuras de los alveolos en milímetros y b) *ángulos*, con las cuales miden la posición de las estructuras en grados, así como características anatómicas que no pueda ser medida y comprendida mediante mediciones en milímetros (ejemplo la curvatura de la tabla ósea vestibular).

A pesar de lo anterior ningún estudio se ha enfocado en identificar si existen fenotipos específicos con base en esas características anatómicas ni a nivel individual de los alveolos, mucho menos a nivel del sector anterior de cada maxilar. Si bien en la literatura se han propuestos múltiples características anatómicas para describir los procesos alveolares, las cuales se pueden dividir en 5 dimensiones conceptuales según la naturaleza de las mediciones (si se expresan en grados o milímetros, así como por las características que miden) a la fecha no existe un consenso sobre esta clasificación, así como de cuáles características considerar, cómo interactúan estas entre sí y si llega a ser necesario medir todas las características anatómicas propuestas para poder caracterizar los alveolos y los maxilares y crear una definición de fenotipos.

### 4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Por todo lo anterior surge la siguiente pregunta de investigación:

**¿Es posible identificar fenotipos del sector anterior de los maxilares, con base en la forma cómo las estructuras óseas y dentales de los alveolos de la zona se relacionan, así como su relación con las características esqueléticas, en registros tomográficos de adultos obtenidos de una base de datos previa del Departamento de Imagenología de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPeI) de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) del 2019?**

## 5. JUSTIFICACIÓN

Aportar la definición de fenotipos de los procesos alveolares, así como del sector anterior de los maxilares, los cuales son inexistentes a la fecha en la literatura; solamente se utiliza el término morfotipo óseo y sirve únicamente para referirse al grosor de la tabla ósea vestibular, y existe el término fenotipo gingival, el cual tiene en cuenta el morfotipo óseo, pero se relaciona más con las características de los tejidos blandos (grosor y altura de la encía).

A pesar de que diversos autores han propuesto múltiples características anatómicas de los alveolos a evaluar(3, 12, 35, 37-40, 42, 48, 82-84), cada autor ha planteado diferentes formas de medir una misma característica o diferentes puntos de medición, a hoy no existe un consenso de la forma cómo se deban clasificar estas características, cuáles se deben tener en consideración ni la forma cómo se relacionan las estructuras dentales con las óseas del alveolo.

Este estudio pretende resolver todos estos vacíos en el conocimiento al brindar una clasificación de las características anatómicas, agrupándolas por dimensiones, cuáles características se deben considerar al momento de evaluar el sector anterior de los maxilares, si existe uno o múltiples fenotipos de los alveolos y del sector anterior de los maxilares (esto ayudará a entender cómo se relacionan las estructuras de los alveolos entre sí), la cantidad, distribución y diferencias entre estos. Toda esta información se podrá utilizar en la clínica a nivel de periodoncia, implantología y ortodoncia.

A nivel de ortodoncia para proyectar los movimientos que se lograrían teniendo en cuenta cada fenotipo del paciente, conociendo así las limitaciones del caso y poder personalizar los tratamientos con base en este conocimiento, así para saber si algún fenotipo podría ser un factor de riesgo para complicaciones dentro del tratamiento ortodóntico, como son las recesiones gingivales, complicaciones que acarrearán problemas estéticos, funcionales (sensibilidad dental) y que necesitarían tratamientos adicionales a considerar. A nivel de periodoncia e implantología ayudará a entender mejor las características anatómicas del sector, a la fecha la mayoría de los estudios sobre implantes inmediatos se han hecho únicamente en sector de centrales superiores (por la demanda estética que conlleva la zona), no se sabe si los tratamientos funcionarían igual en otros alveolos, ya que todos estos estudios se van sobre el supuesto que todos los alveolos de la zona son iguales; por lo que tener una clasificación fenotípica de los alveolos de la región ayudaría en estudios posteriores al poder personalizar o definir mejor los resultados.

## 6. OBJETIVOS

### 6.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar los fenotipos del sector anterior de los maxilares, con base en la forma como las estructuras óseas y dentales de los alveolos de la región se relacionan, así como analizar si estos presentan correlación con las características esqueléticas, en registros tomográficos de adultos obtenidos de una base de datos previa del Departamento de Imagenología de la DEPEl de la Facultad de Odontología de la UNAM del 2019.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: en registros tomográficos de adultos entre 18 a 40 años obtenidos de una base de datos previa del departamento de imagenología de la DEPEl de la Facultad de Odontología de la UNAM del 2019, se pretendió:

- Identificar las características anatómicas que determinen los fenotipos de los alveolos del sector anterior.
- Analizar la distribución de los fenotipos alveolares en el sector anterior de los maxilares.
- Comparar las diferencias anatómicas entre los fenotipos alveolares y del sector anterior de los maxilares.
- Estimar la frecuencia de cada fenotipo tanto alveolar como del sector anterior de los maxilares.
- Examinar la asociación entre el fenotipo maxilar con el mandibular, así como la asociación entre estos con la clase esquelética.

## 7. HIPÓTESIS

### 7.1 HIPÓTESIS GENERAL

Existirá más de 1 fenotipo del sector anterior en los maxilares, con base en la forma cómo se relacionan las estructuras óseas y dentales de los alveolos, que permita clasificarlos, y si estos presentan relación con las características esqueléticas, en registros tomográficos obtenidos de una base de datos previa del departamento de imagenología de la DEPeI de la Facultad de Odontología de la UNAM del 2019.

### 7.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA

- HA1: con base en las dimensiones anatómicas propuestas en este estudio se podrá identificar más de 1 fenotipo de los alveolos del sector anteriores de los maxilares
- H01: con base en las dimensiones anatómicas propuestas en este estudio no se podrá identificar más de 1 fenotipo de los alveolos del sector anteriores de los maxilares.
  
- HA2: se podrán reconocer patrones de frecuencia representativos de los fenotipos alveolares en el sector anterior de los maxilares.
- H02: no se podrán reconocer patrones de frecuencia representativos de los fenotipos alveolares en el sector anterior de los maxilares.
  
- HA3: los fenotipos tanto alveolares como maxilares presentarán diferencias en todas las dimensiones anatómicas propuestas en este estudio.
- H03: los fenotipos tanto alveolares como maxilares no presentarán diferencias en todas las dimensiones anatómicas propuestas en este estudio.
  
- HA4: habrá un fenotipo alveolar y maxilar que será más frecuente en la población estudiada.
- H04: ningún fenotipo tanto alveolar como maxilar será más frecuente en la población estudiada.
  
- HA5: existirán patrones de relación de los fenotipos maxilares entre la población, y de estos con la clasificación esqueletal.
- H05: no existirán patrones de relación de los fenotipos maxilares entre la población, y de estos con la clasificación esqueletal.

## 8. METODOLOGÍA

8.1 TIPO DE ESTUDIO: Transversal.

8.2 UNIVERSO DE ESTUDIO: Tomografía de adultos entre 18 a 40 años que acudieron al Departamento de Imagenología de la DEPel, de la Facultad de Odontología de la UNAM en el periodo de febrero a junio de 2019. Los registros tomográficos pertenecieron a una estudio previo realizado en la UNAM(85).

### 8.3 SELECCIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

*8.3.1 TIPO DE MUESTREO:* No probabilístico por conveniencia. Por el acceso fácil y disponibilidad automática de la muestra, se utilizaron las tomografías del estudio previo.

*8.3.2 UNIVERSO DE ESTUDIO:* Se contó con un total de 200 tomografías. Las cuales se encontraban en formato de imagen digital de comunicación en medicina o DICOM.

*8.3.3 TAMAÑO DE LA MUESTRA:* De las 200 tomografías disponibles, se lograron analizar 130, una vez se aplicaron los criterios de selección (apartado 8.4 en este escrito). Estas tomografías seleccionadas aportaron 260 maxilares (2 maxilares por tomografía) y 1560 alveolos (12 alveolos por CBCT). Para poder realizar un Análisis de Componentes Principales, es necesario considerar tres estándares fundamentales:

- a. *El tamaño de la muestra*, Comfrey y Lee(86) proponen una escala para evaluación de esta, la cual es: 50-muy pobre; 100-pobre; 200-adeuada; 300-muy buena; 1000 o más-excelente. Este estudio caería en la calificación de **excelente** basándonos en esta escala teniendo en consideración que se evaluaron 1560 alveolos los cuales dieron la base para poder caracterizar y clasificar a los maxilares.
- b. *La ratio mínima de casos por variable*, Este estándar ha tomado importancia en la actualidad ya que muchos autores encuentran simplista el tamaño total de la muestra, porque cada estudio presenta diferentes escalas de medición en que se evalúan los factores, por lo que no habría una regla unánime aplicable a todos los estudios(87). Autores(88, 89) han propuestos escalas de radio caso:variable desde 5:1 hasta 20:1 dependiendo si las comunalidades son bajas y los componentes no están bien definidos. Para este estudio hay 300 variables anatómicas por tomografía que entrarían al análisis, las cuales se dividen en 150 variables por maxilar y 25 variables por alveolo; teniendo en cuenta que se tomarán de base los 1560 alveolos se tendrían un radio de casos por variable de 1:63 sobrepasando el límite propuesto por los autores, **por lo que este estudio sería apto para realizar este análisis**. Toca tener en consideración que estas conclusiones no presentan investigaciones que lo respalden. Y cabe recalcar que esta ratio toma importancia entre más pequeña sea la muestra, a medida que aumenta la muestra pierde importancia(87).

- c. *La ratio de variables por factores*, para este estudio se proponen 5 factores o componentes conceptuales (Metodología punto 8.5.2). Múltiples autores han propuesto una ratio de 3 o idealmente 4 variables por componente, con punto de corte igual o mayor de 0.60(89). Para este estudio considerando que son 25 variables por análisis y 5 posibles componentes teóricos, se tomará como punto de corte saturación iguales o mayores de 0.60 y los componentes representativos con un eigenvalor mayor de 1, lo que debería dar el mínimo de 3 variables por componente. **Por lo que el modelo sería adecuado para su utilización en este estudio.**

## 8.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN

### 8.4.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

- Tomografías de participantes entre 18 a 40 años.
- Presentaron de 13 a 23 y de 33 a 43 en boca (dientes naturales).
- Libres de aparatos de ortodoncia fija o removible.
- Cualquier patrón esquelético.
- Cualquier tipo de oclusión esquelética.
- Estuvieran libres de patologías deformantes.

### 8.4.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

- Tomografías con algunos de los 12 dientes anteriores que se encontraba fuera de oclusión: dientes impactados o fuera del plano oclusal.
- Tomografías que no hubieran sido tomadas en máxima intercuspidad.
- Diente(s) fracturado(s) en el sector anterior.
- Tomografías donde no se logró diferenciar las LAC en más de un diente del sector anterior, por presencia de restauraciones o caries coronales.
- Tomografías con más de 1 diente con relación corono:raíz de 1:1 o menor.
- Tomografías donde se evidenció pérdida periodontal de moderada a severa en zona interproximales en el sector anterior.
- Sobreposición de dientes o dientes supernumerarios en el sector anterior.
- Presentaron de placas de fijación maxilar o mandibular.
- Tomografías con ausencia de dientes y sin la presencia de los espacios de estos (antecedente de ortodoncia).
- Tomografías en las que no se pudo identificar con claridad las estructuras en alguno de los alveolos (alteraciones de la misma tomografía o por presencia de patologías en las estructuras dentales u óseas)
- Tomografías que no pudieron ser leídas.



## 8.5 DEFINICIÓN OPERACIONAL Y ESCALA DE MEDICIÓN DE LAS VARIABLES

### 8.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE:

- Fenotipos alveolares.
- Fenotipos del sector anterior del maxilar.
- Fenotipos del sector anterior de la mandíbula.

<b>Variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Medición</b>
<b>Fenotipos Alveolares</b>	<p>Conjunto de características anatómicas de cada alveolo evaluado en el sector anterior. Será el resultado de las variables más significativas del análisis estadístico.</p> <p>Conceptualmente debería incluir mediciones de las 5 dimensiones propuestas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dento-esqueletal</li> <li>▪ Alveolo-esqueletal</li> <li>▪ Relación interincisal</li> <li>▪ Dimensión vertical</li> <li>▪ Dimensión horizontal</li> </ul>	<p>Cualitativa nominal</p> <p>Fenotipo</p>

<b>Variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Medición</b>
<b>Fenotipos del sector anterior del maxilar</b>	<p>Conjunto de características anatómicas de cada sector anterior del maxilar. Será el resultado de la forma cómo se distribuyan los fenotipos alveolares en el sector (caracterización) y del resultado del análisis estadístico.</p>	<p>Cualitativa nominal</p> <p>Fenotipo</p>

<b>Variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Medición</b>
<b>Fenotipos del sector anterior de la mandíbula</b>	<p>Conjunto de características anatómicas de cada sector anterior de la mandíbula. Será el resultado de la forma cómo se distribuyan los fenotipos alveolares en el sector (caracterización) y del resultado del análisis estadístico.</p>	<p>Cualitativa nominal</p> <p>Fenotipo</p>

#### 8.5.2 VARIABLES INDEPENDIENTES:

- 2 variables demográficas:
  - Edad
  - Sexo
  
- 1 característica esquelética (basada en el ángulo ANB).
  
- 25 características anatómicas por alveolo: que se midieron a nivel de centrales, laterales y caninos tanto superiores como inferiores; divididas en 5 dimensiones según la naturaleza de estas (si son medidas en grados, milímetros o de forma mixta) y la característica que midieron:

**Dimensión 1 u alveolo-esquelética (expresadas en grado):** midieron la posición de las estructuras óseas de los alveolos.

- Posición de la tabla ósea vestibular en el cráneo tanto superior como inferior (ptv).
- Posición de la tabla ósea palatina<sup>1</sup> en el cráneo (ptp).
- Posición del reborde en el cráneo tanto superior como inferior (pa).
- Curvatura de la tabla vestibular tanto superior como inferior (c).

**Dimensión 2 o dento-esquelética (grados):** midieron la posición del diente.

- Posición del diente en el cráneo tanto superior como inferior (p)
- Posición del diente dentro de su alveolo tanto superior como inferior (pda).

**Dimensión 3 o vertical (milímetros):** midieron la altura de las estructuras que componen los alveolos.

- Altura del espacio biológico vestibular tanto superior como inferior (ebv).
- Altura del espacio biológico palatino<sup>1</sup> tanto superior como inferior (ebp).
- Altura del alveolo funcional vestibular tanto superior como inferior (aav).
- Altura del alveolo funcional palatino<sup>1</sup> tanto superior como inferior (aap).
- Altura de la tabla ósea vestibular tanto superior como inferior (atv).
- Altura de la tabla ósea palatina<sup>1</sup> tanto superior como inferior (atp).
- Altura del hueso basal tanto superior como inferior (hb).

**Dimensión 4 u horizontal (milímetros):** midieron el grosor de las estructuras que componen los alveolos en 3 puntos anatómicos.

- Grosor del alveolo tanto superior como inferior (ga).
- Grosor de la tabla ósea vestibular tanto superior como inferior (gtv).
- Grosor de la tabla ósea palatina<sup>2</sup> tanto superior como inferior (gtp).

---

<sup>1</sup> Para este estudio *palatino* hace referencia tanto a la cara palatino en los dientes superiores como la cara lingual para los dientes inferiores. Esto ya que al momento de presentar los resultados era más fácil entender e interpretarlos con esta variable expresada de esta manera.

**Dimensión 5 o interincisal (mixta):** midieron la relación de los maxilares a través de la oclusión.

- Ángulo de oclusión (grados) tanto superior como inferior (ao).
- Overbite (milímetros) tanto superior como inferior (overbite).
- Overjet (milímetros) tanto superior como inferior (overjet).

Las variables demográficas se consiguieron por medio del registro de las tomografías y las variables anatómicas durante el análisis de los cortes sagitales a la mitad de los alveolos<sup>2</sup> (centrales, laterales y caninos de cada hemiarcada y del maxilar superior e inferior, en total 12 alveolos por registro tomográficos) a nivel del centro de los dientes en las tomografías, usando el programa 3D-Slicer 4.13.0. y la medición del ángulo ANB se realizó usando el programa WebCeph.

**Se obtuvieron 301 mediciones por registro tomográficos (300 mediciones de las características anatómicas de los alveolos del sector anterior y 1 medición del ángulo ANB) para un total de 39.130 mediciones anatómicas totales realizadas para este estudio.**

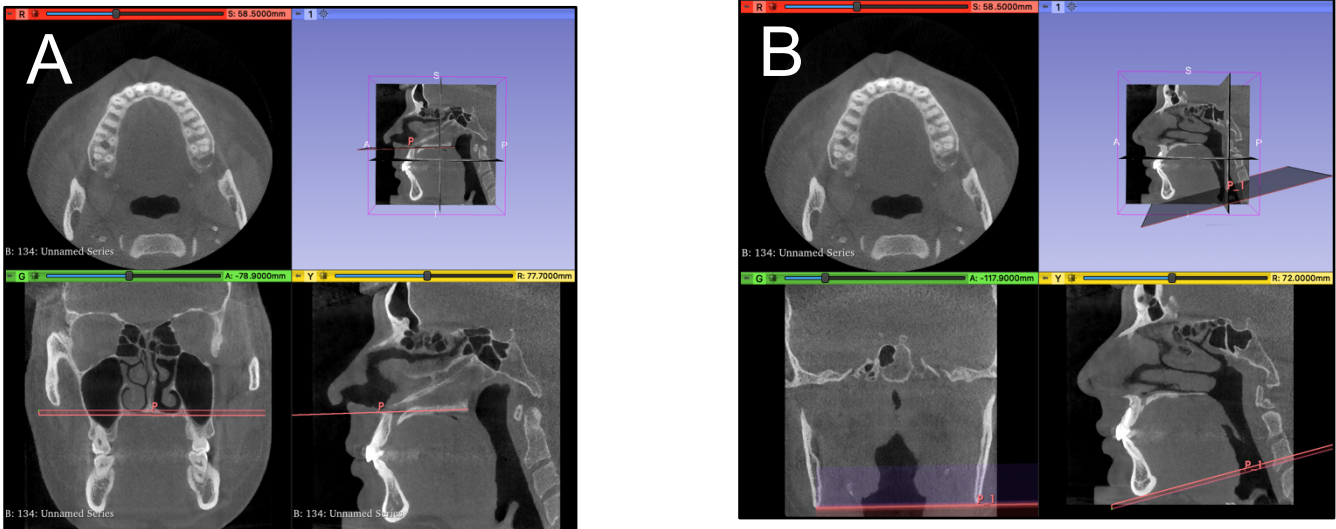
---

<sup>2</sup> Se consideró la mitad del alveolo en el corte sagital, el corte en la tomografía donde se pueda evidenciar toda la estructura dental completa (desde el borde incisal hasta la punta del ápice dental), esto para evitar sesgos en la medición en casos donde haya alguna curvatura de la raíz dental.

Antes de poder definir las variables es imperativo conocer los puntos, planos y ejes que se utilizarán para poder hacer las mediciones, los cuales serán explicados a continuación (**Figura 1**):

1. **Plano palatino:** plano formado en el plano sagital al unir el punto de la espinal nasal anterior y posterior y que se extiende en el plano coronal.
2. **Plano mandibular:** plano formado al unir en el plano coronal los puntos del Gonión de cada rama mandibular y se extiende en el plano sagital a la parte más apical del cuerpo mandibular a nivel del alveolo a evaluar.
3. **Zénit óseo:** punto más coronal de la cresta ósea alveolar tanto en V como P/L en la mitad del diente en el corte sagital.
4. **Unión amelocementaria (LAC):** punto donde se divide la corona de la raíz dental en la mitad del diente en el corte sagital.
5. **Perpendicular del diente:** línea horizontal que une la LAC de vestibular y de palatino/lingual del diente a evaluar.
6. **Paralela a la perpendicular del diente:** línea horizontal paralela a la perpendicular del diente ubicada a nivel del ápice dental, sirve como punto anatómico que delimita el alveolo, así como para medir el grosor del alveolo en apical y para medir el grosor de las tablas V o P/L en este punto.
7. **Eje alveolar externo:** línea formada al unir un punto a nivel del zénit óseo vestibular y un punto a nivel de donde se ubicaría el ápice dental a nivel de la tabla ósea vestibular y se extiende hasta el plano palatino o mandibular.
8. **Eje alveolar interno:** línea formada al unir el punto desde el zénit óseo palatino o lingual y el punto ubicado a nivel de la altura del ápice en la tabla ósea palatina o lingual y esta se extiende hasta el plano palatino o mandibular, dependiendo del alveolo.
9. **Paralela del alveolo:** línea ubicada en la mitad entre el eje alveolar interno y externo, se extiende hasta el plano de base (palatino o mandibular dependiendo del alveolo).
10. **Eje del diente:** Línea que atraviesa la mitad del diente y se forma al unir el punto en la mitad del borde incisal y el punto del ápice dental y se extiende hasta el plano palatino (maxilar superior) o plano mandibular (maxilar inferior) dependiendo del diente que se esté evaluando.
11. **Paralela del borde incisal superior:** línea en sentido horizontal creada a nivel de la mitad del borde incisal del diente superior (central, lateral o canino) hasta el contacto con el antagonista. Debe crear un ángulo de 90 grados con la perpendicular del borde incisal del diente.
12. **Paralela del borde incisal inferior:** línea en sentido horizontal creada a nivel de la mitad del borde incisal del diente inferior (central, lateral o canino) hasta el contacto con el antagonista. Debe crear un ángulo de 90 grados con la perpendicular del borde incisal del diente.
13. **Perpendicular borde incisal superior:** línea en sentido vertical creada a nivel del borde incisal del diente superior (central, lateral o canino). Debe crear un ángulo de 90 grados con la perpendicular del borde incisal del diente.
14. **Perpendicular borde incisal inferior:** línea en sentido vertical creada a nivel del borde incisal del diente superior (central, lateral o canino). Debe crear un ángulo de 90 grados con la perpendicular del borde incisal del diente.

**Figura 1.** Imágenes de los puntos de referencia y estructuras anatómicas a considerar para las mediciones en los alveolos.

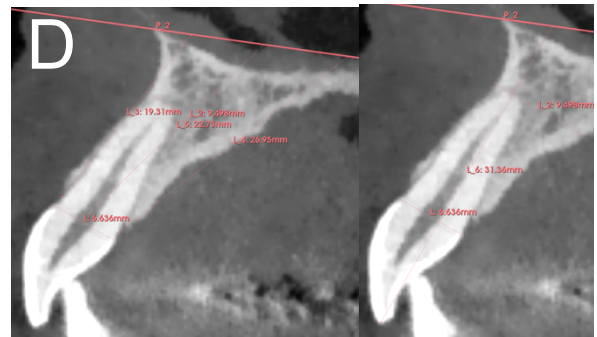


**Figura 1A-1B.** Muestran los planos de referencia usados a nivel del maxilar superior e inferior que sirvieron para realizar las mediciones de los ángulos en las CBCT.

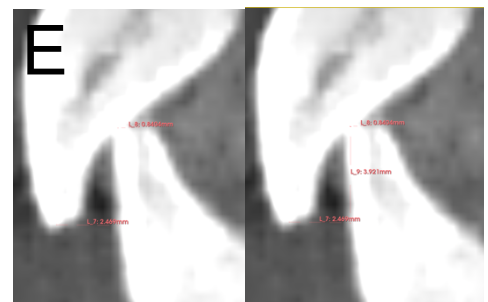


**Figura 1C.** De izquierda a derecha se evidencia: Primero los puntos de referencia de la LAC's y los zénits ósea tanto en V como P. Se sigue con la perpendicular del diente al unir las dos LAC's y la paralela del alveolo en la porción apical y se termina con la imagen de los ejes alveolares internos y externos.

**Figura 1D.** De izquierdas a derecha: Se puede observar la forma como se ven la paralela del alveolo, la cual se realiza en la mitad entre el eje alveolar interno y externo. Y por último se evidencia el eje del diente.



**Figura 1E.** De izquierda a derecha muestra primero las paralelas de los bordes incisales y en la siguiente imagen lo que sería las perpendiculares para medir el overjet y overbite respectivamente. Es imperativo que ambas coronales dentales se vean lo más claras y completas en el corte para poder hacer las mediciones lo más precisas posibles.



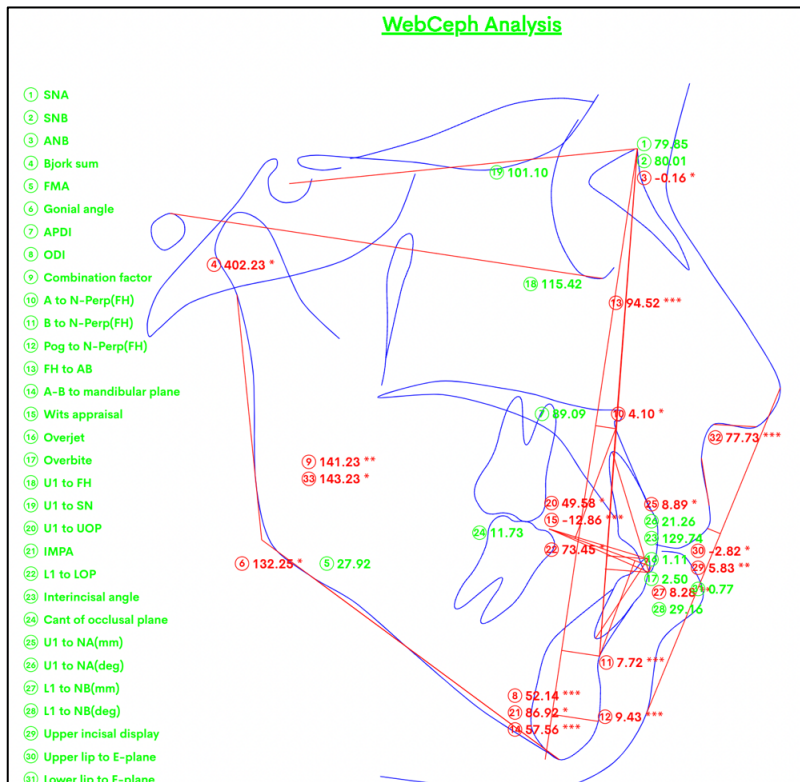
**Variables demográficas**

Variables	Definición operacional	Medición
<b>Edad</b>	Años cumplidos del participante al momento que fue tomado el registro tomográfico. Se calcula restando el año en que fue tomado el estudio con el año de nacimiento del participante	Cuantitativa discreta  Años
<b>Sexo</b>	Se basó en el nombre del participante registrado en la tomografía	Cualitativa nominal dicotómica.  Hombre Mujer

**Variable de clasificación esquelética (Figura 2)**

Variable	Definición operacional	Medición
<b>Clasificación esquelética</b>	Valor del ángulo ANB, dado en el corte sagital o lateral del cráneo en el programa WebCeph.	Cualitativa ordinal politónica
	Clase I ( $2^{\circ} \pm 1^{\circ}$ )	Clase I
	Clase II ( $\geq 3.1^{\circ}$ )	Clase II
	Clase III ( $\leq 0.9^{\circ}$ )	Clase III

**Figura 2.** Imagen del estudio cefalométricos en el programa digital WebCeph.

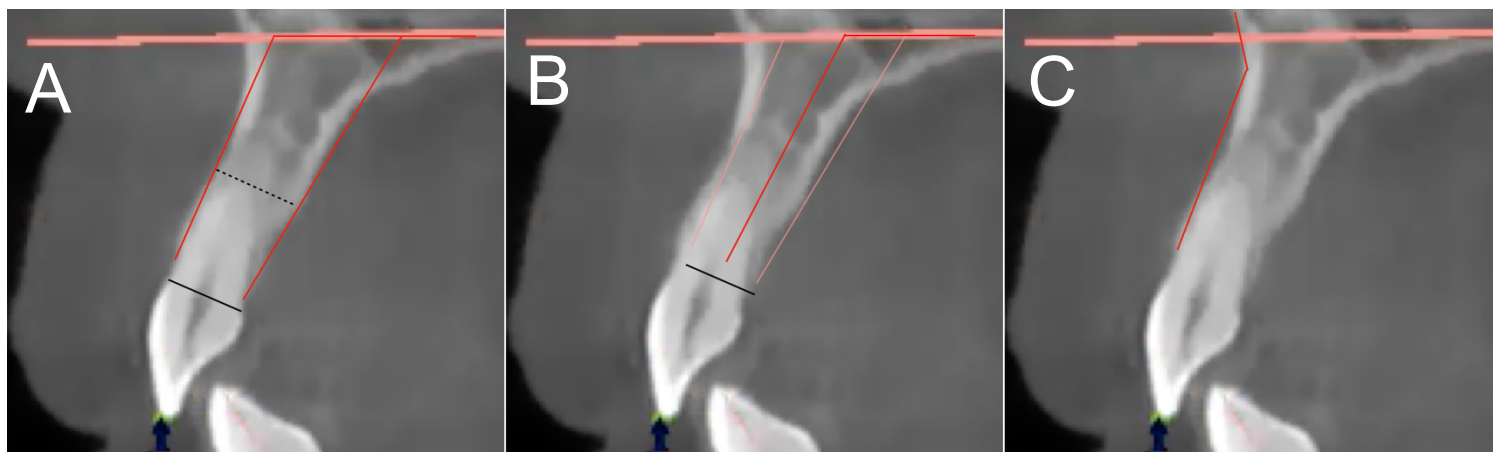


**Figura 2.** Imagen lateral del cráneo donde se evidencia el estudio cefalométrico en el programa Webceph, en azul se evidencia las estructuras anatómicas del cráneo, en verde y rojo las mediciones de la cefalometría, en verde si están dentro de los límites de normalidad y en rojo si hay alteraciones.

**VARIABLES DE LA DIMENSIÓN ALVEOLO-ESQUELETAL (Figura 3)**

Variable	Definición operacional	Medición
<b>Posición de la tabla ósea vestibular superior e inferior</b>	Ángulo formado entre el eje alveolar externo y el plano palatino o mandibular, dependiendo del alveolo a evaluar	
<b>Posición de la tabla ósea palatina superior e inferior</b>	Ángulo formado entre el eje alveolar interno y el plano palatino o mandibular	
<b>Posición del alveolo superior</b>	Ángulo formado entre la perpendicular del reborde y el plano palatino	Cuantitativa continua
<b>Posición del alveolo inferior</b>	Ángulo formado entre la paralela del reborde y el plano mandibular.	Ángulo
<b>Curvatura de la tabla ósea vestibular superior e inferior</b>	Ángulo formado entre tres puntos en la tabla V: el punto A situado a nivel del zénit óseo V, el punto B situado en la parte más superior y externa de la tabla ósea y el punto C situado entre el punto A y B ubicado en la porción más profunda de la tabla.	

**Figura 3.** Vista sagital con las 4 mediciones de la dimensión *alveolo-esqueletal*.

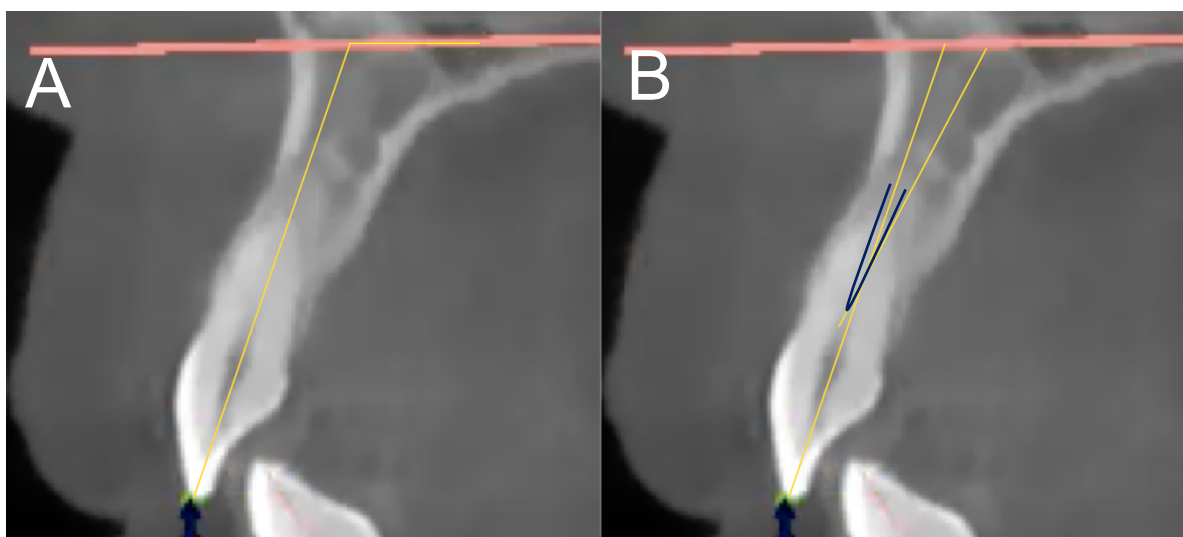


**Figura 3.** Muestra la vista sagital del alveolo de un central superior donde se visualiza la forma como se midieron las características de la dimensión alveolo-esqueletal. La imagen A corresponde a las mediciones de la posición de la tabla ósea V y P para este caso, la imagen B a la medición de la posición del alveolo, esta se ubica en la mitad entre las mediciones de las posiciones de las tablas y en la imagen C se evidencia la medición de la curvatura de la tabla ósea V, se logran observar los tres puntos de la medición el zenit óseo V, la parte más profunda de la tabla y la parte más superior y externa de la tabla

**Variables de la dimensión dento-esquelal (Figura 4)**

Variable	Definición operacional	Medición
<b>Posición del diente superior</b>	Ángulo formado entre el eje del diente superior (13-23) y el plano palatino	Cuantitativa continua Ángulo
<b>Posición del diente inferior</b>	Ángulo formado entre el eje del diente inferior (33-43) y el plano mandibular	
<b>Posición del diente en su alveolo superior e inferior</b>	Ángulo formado entre el eje del diente y la paralela del alveolo	

**Figura 4.** Vista sagital con las 2 mediciones de la dimensión *dento-esquelal*.



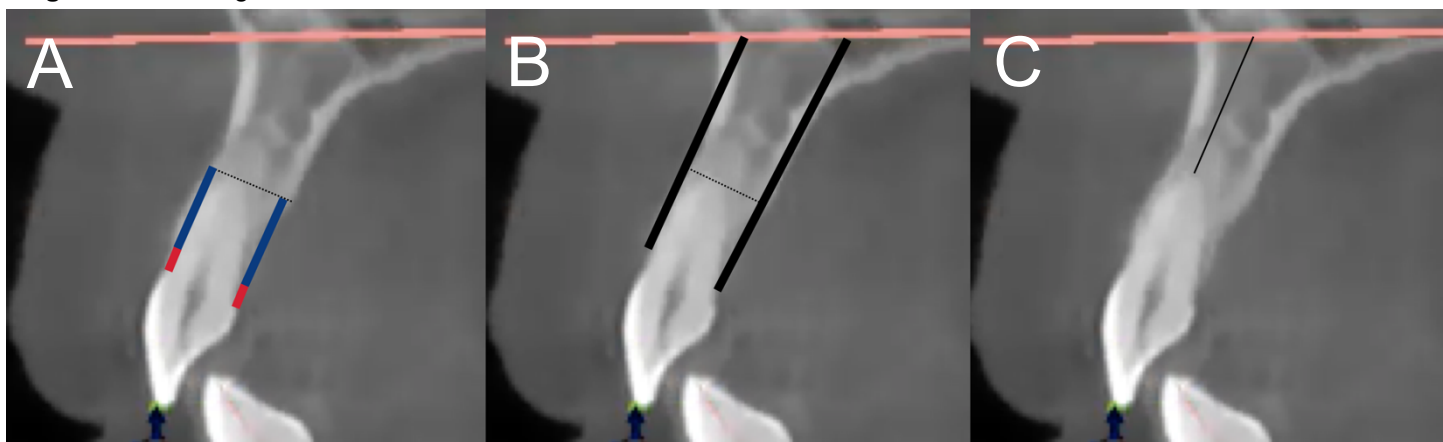
**Figura 4.** Muestra la vista sagital del alveolo de un central superior donde se visualiza la forma como se midieron las características de la dimensión dento-esquelal. La imagen A corresponde a la medición de la posición del diente en el cráneo, tomando de referencia el eje del diente y el plano de referencia (palatino en este caso), la imagen B corresponde a la medición de la posición del diente dentro del alveolo, la cual se obtiene entre el ángulo formado entre el eje del diente y la paralela del alveolo (representado de color azul en la imagen).



**Variables de la dimensión vertical (Figura 5)**

<b>Variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Medición</b>
<b>Altura del espacio biológico vestibular y palatino</b>	Distancia entre la LAC y el zénit óseo, tanto en V como en P/L	
<b>Altura del alveolo funcional vestibular y palatina</b>	Medida desde el zénit óseo hasta el punto de la cresta alveolar donde estaría el ápice, tanto en V como en P/L	Cuantitativa continua
<b>Distancia de la altura de la tabla ósea vestibular</b>	Medida del eje alveolar externo superior e inferior	Milímetro
<b>Distancia de la altura de la tabla ósea palatina</b>	Medida del eje alveolar interno superior e inferior	
<b>Hueso basal superior inferior</b>	Altura del hueso desde ápice dental hasta el plano mandibular o palatino dependiendo del alveolo a evaluar	

**Figura 5.** Vista sagital con las mediciones de la dimensión *vertical*.



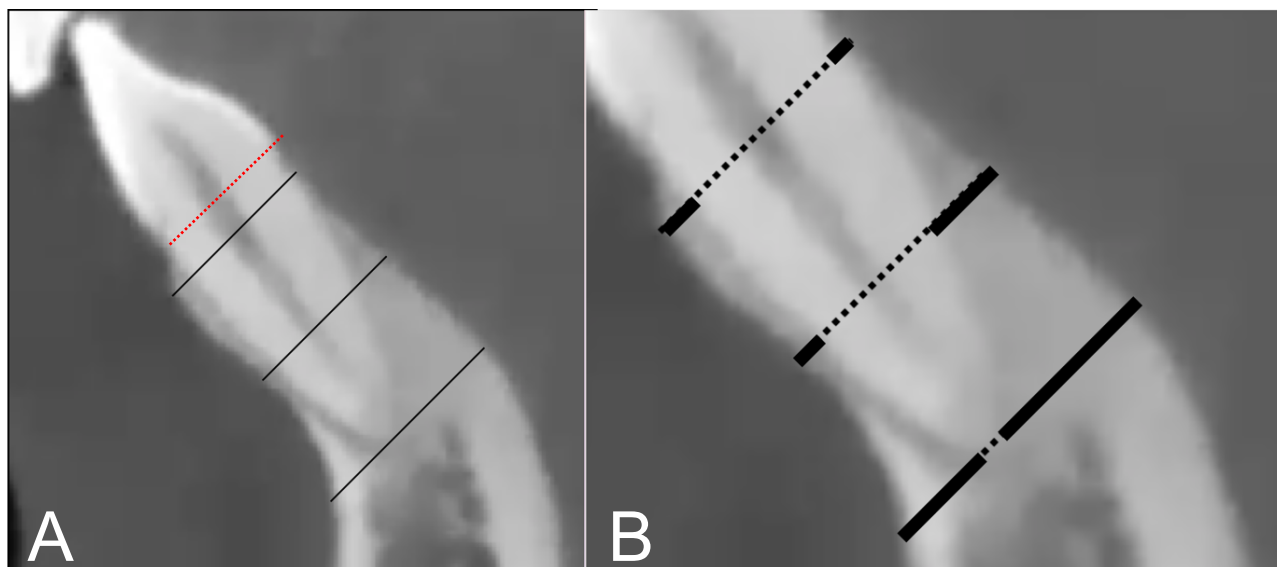
**Figura 5.** Muestra la vista sagital del alveolo de un central superior donde se visualiza la forma como se midieron las características de la dimensión vertical. La imagen A muestra las mediciones del espacio biológico tanto V como P en rojo, y de la altura del alveolo funcional en V como P en azul, la línea negra punteada es la limitación apical del alveolo. La imagen B comprende la altura de la tabla ósea tanto en V como P, la cual mediría también la altura del maxilar y en la imagen C se evidencia la altura basal ósea, la cual sigue la misma dirección del eje del diente, pero se mide desde el ápice dental hasta el plano de referencia (en este caso el palatino).

**VARIABLES DE LA DIMENSIÓN HORIZONTAL (Figura 6)**

Variable	Definición operacional	Medición
<b>Grosor total del alveolo superior e inferior*</b>	Medida tomada en sentido horizontal desde la cortical externa vestibular alveolar hasta la cortical externa palatina o lingual.	
<b>Grosor de la tabla ósea vestibular superior e inferior*</b>	Medida en sentido horizontal desde la cortical externa vestibular alveolar hasta la raíz del diente por vestibular.	Cuantitativa continua  Milímetro
<b>Grosor de la tabla ósea palatina superior e inferior*</b>	Medida en sentido horizontal desde la cortical externa palatina alveolar hasta la raíz del diente en palatino/lingual.	

\*Para las mediciones de las características horizontales, estas se tomaron en tres puntos anatómicos: a) 4 mm apical a la LAC, b) en la zona apical de la raíz y c) en un punto intermedio entre las medidas anteriores considerado la mitad funcional del alveolo.

**Figura 6.** Vista sagital con las mediciones de la dimensión *horizontal*.



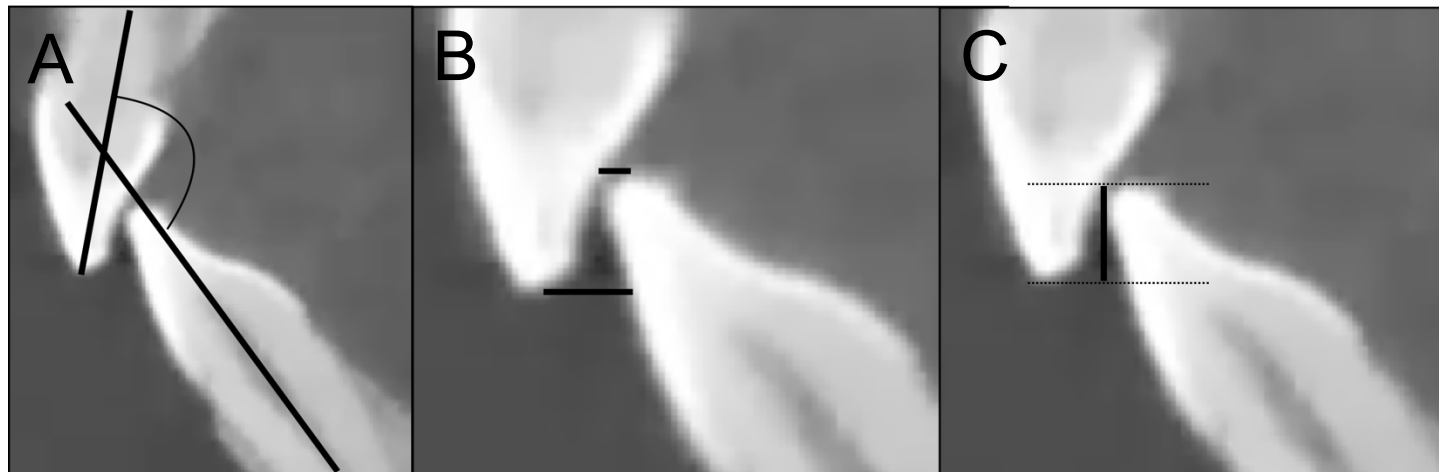
**Figura 6.** Muestra la vista sagital del alveolo de un central superior donde se visualiza la forma como se midieron las características de la dimensión horizontal. La imagen A corresponde a las mediciones del grosor completo del alveolo en los 3 puntos anatómicos (4 mm, apical y mitad alveolo), para la dirección de las paralelas se toma de referencia la perpendicular del diente (línea que une las LAC de V como P/L, la cual se encuentra en punteado rojo en la imagen), estas van desde la parte externa de la cortical V hasta la parte externa de la cortical L en este caso.

La imagen B muestra la medición del grosor de las tablas V como L en los tres puntos, para estas mediciones se sigue la misma dirección de las mediciones del grosor total del alveolo y se limitan desde la cortical externa de la tabla (V como P/L) hasta el primer contacto con el diente.

**Variables de la dimensión interincisal Figura 7**

<b>Variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Medición</b>
<b>Ángulo oclusal superior e inferior</b>	Ángulo formado por la intersección del eje dental superior e inferior	Cuantitativa continua  Ángulo
<b>Overjet superior e inferior</b>	Distancia de la paralela del borde incisal superior e inferior. Se toma como cero si los dos bordes incisales contactan (mordida borde a borde), la distancia es positiva si el diente superior se encuentra por delante del inferior y negativa en el caso contrario.	Cuantitativa continua  Milímetro
<b>Overbite superior e inferior</b>	Distancia desde la perpendicular del borde incisa superior hasta la del inferior. Se tomará como positiva si el diente inferior está por encima del diente superior, se tomará como negativa en el caso contrario y como cero en mordida borde a borde	Cuantitativa continua  Milímetro

**Figura 7.** Vista sagital con las 3 mediciones de la dimensión *interincisal*, las mediciones se ven en negro en cada corte.



**Figura 7.** Muestra la vista sagital del alveolo de un central superior donde se visualiza la forma como se midieron las características de la dimensión interincisal. La imagen A corresponde a la medición del ángulo oclusal, se debe tener en consideración que ambos dientes se vean lo más completos posibles en el corte para evitar sesgos en la medición de esta característica anatómica. La imagen B muestra la medición del overjet tanto del diente superior como inferior, tomando de punto de referencia la mitad del borde incisal y el primer contacto con el antagonista en sentido horizontal y la imagen C pertenece a la medición del overbite el cual es la distancia en sentido vertical entre las perpendiculares de los bordes incisales.

### 8.6.1 OBTENCIÓN DE LAS TOMOGRAFÍAS

Para el estudio previo<sup>3</sup> se solicitó al Departamento de Imagenología de la UNAM, una copia de los datos DICOM de cada tomografía. Por lo que cada tomografía se encontraba almacenada en memorias externas en formato DICOM, se hizo un traslado de las tomografías de una memoria a otra.

Todas las tomografías fueron tomadas por un técnico radiológico estandarizado, el tomógrafo que se empleó fue el del departamento de imagenología de la DEPel de la marca NewTomVGi Verona Italy, el cual utiliza un amperaje de 1-20mA, kilovoltaje de 110k, tiempo de exposición de 18 segundos, 360° de rotación y medida del Voxel de 3.0 mm<sup>3</sup>. El técnico vigiló que se cumplieran con los siguientes requisitos: posición adecuada de cada sujeto frente al tomógrafo, en posición natural de la cabeza, sin cerrar los ojos durante el escaneo, que no moviera la cabeza y que mantuviera sus dientes en contacto, sin deglutir y una respiración suave.

### 8.6.2 MEDICIONES ANATÓMICAS

**8.6.2.1 MEDICIONES DE LAS CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LOS ALVEOLOS USANDO EL PROGRAMA 3D-SLICER 4.13.0:** Para poder ejecutar las mediciones tocó realizar cambios en la resolución de las tomografías y de las angulaciones de los cráneos, esto con el fin de poder visualizar los alveolos de manera óptima. Las tomografías una vez abiertas en el programa vienen por default en angulación cero (0) y resolución manual de control ventana/nivel (Manual W/L) de 3050 en ventana (W) y 525 en nivel (L), lo que le da el contraste de grises a cada corte tomográfico.

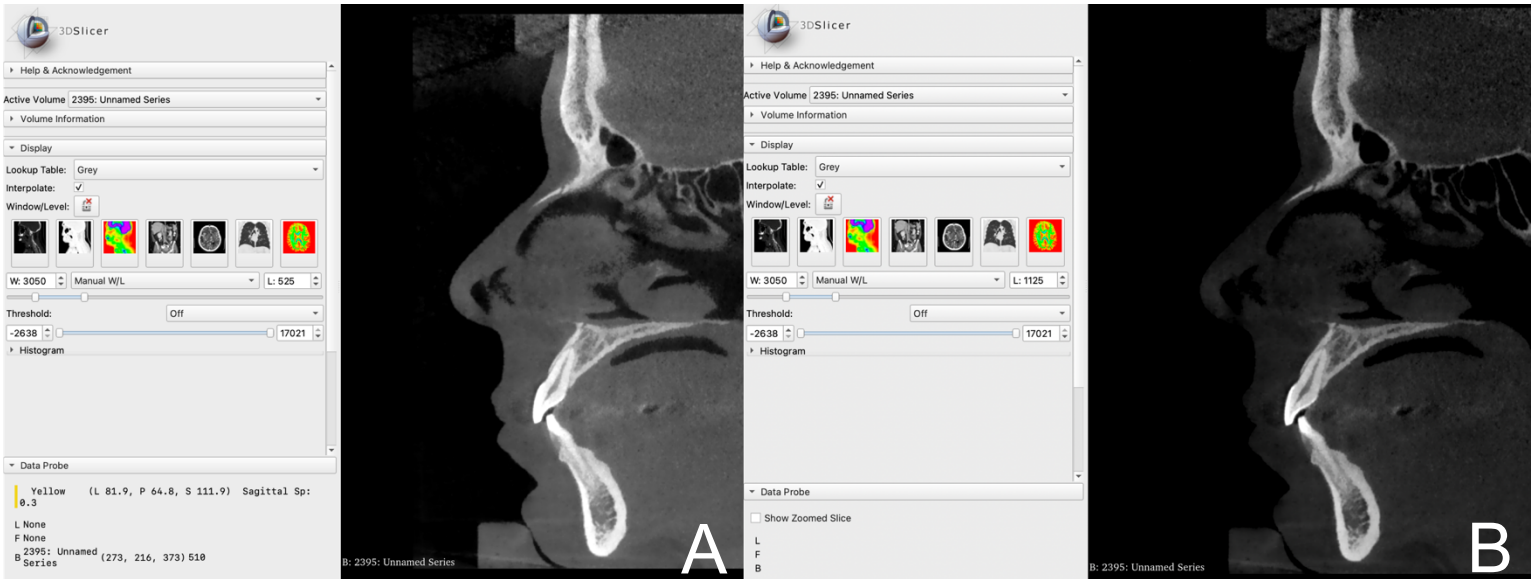
Para la resolución se aumentó los grados del nivel (L) de 525 a 1125, esto con la finalidad oscurecer las imágenes y poder diferenciar mejor las estructuras óseas y dentales de los alveolos (**Figura 8**).

Para las angulaciones, en angulación 0 del cráneo se podían visualizar los alveolos de los centrales (11,21,31 y 41), para poder visualizar los alveolos del lado derecho (13,12,42 y 43) se angulaba el cráneo de manera negativa (el rango del ángulo iba entre -20° a -12°) y para el lado izquierdo de manera positiva (el rango iba entre 23° a 30°) **Figura 9**. Sin embargo, se evaluó cada tomografía para ver si tocaba usar diferentes angulaciones por alveolo o incluso si tocaba usar angulaciones para visualizar los alveolos de los centrales de manera óptima.

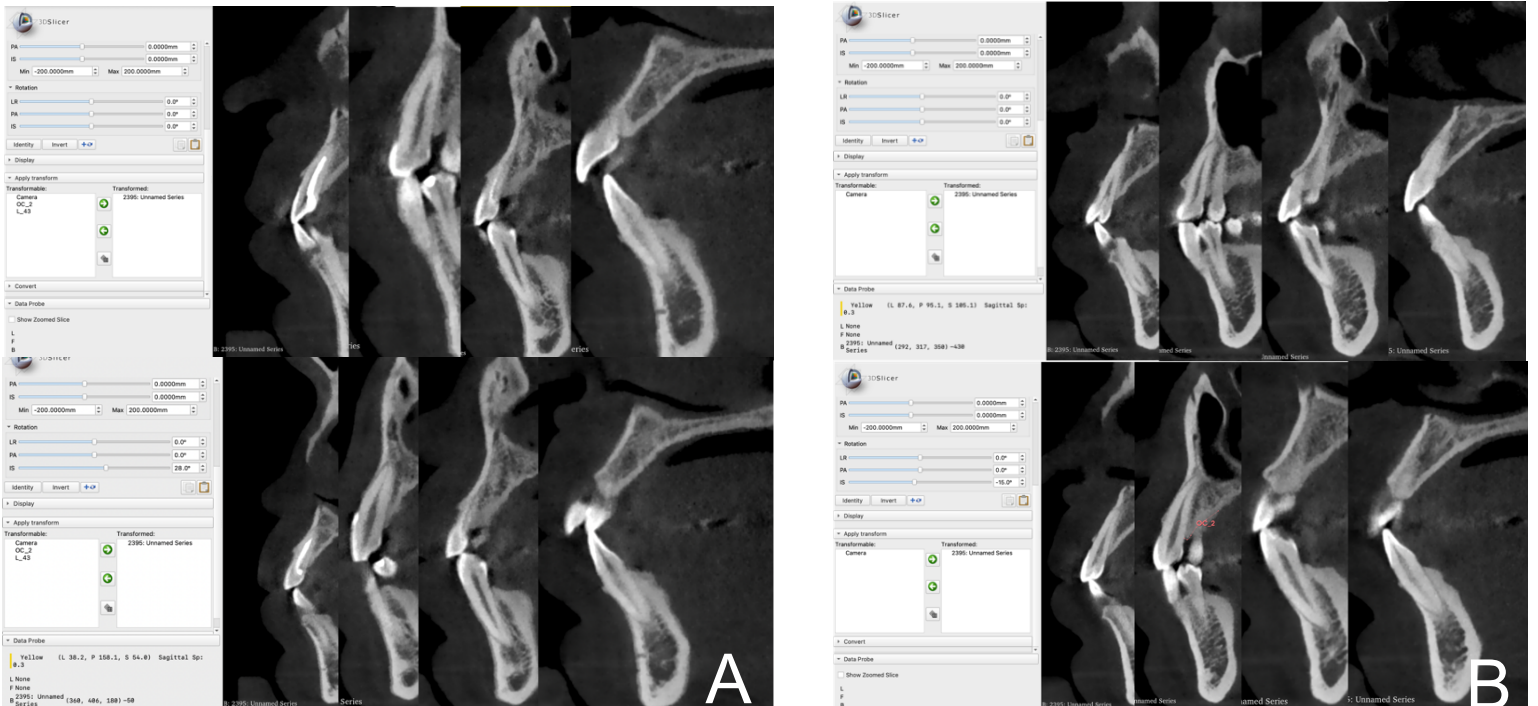
---

<sup>3</sup> Martínez G. Asociación entre las dimensiones de las vías aéreas y las características volumétricas de la mandíbula en pacientes adultos [Maestría]. Ciudad de México: México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2020.

**Figura 8.** Cambio en la resolución de la CBCT, en la imagen A se observa resolución L:525 y en la imagen B de 1125, con el cambio se observa un oscurecimiento de la imagen.



**Figura 9.** Cambios en las angulaciones tanto del lado derecho como izquierdo en las CBCT's.

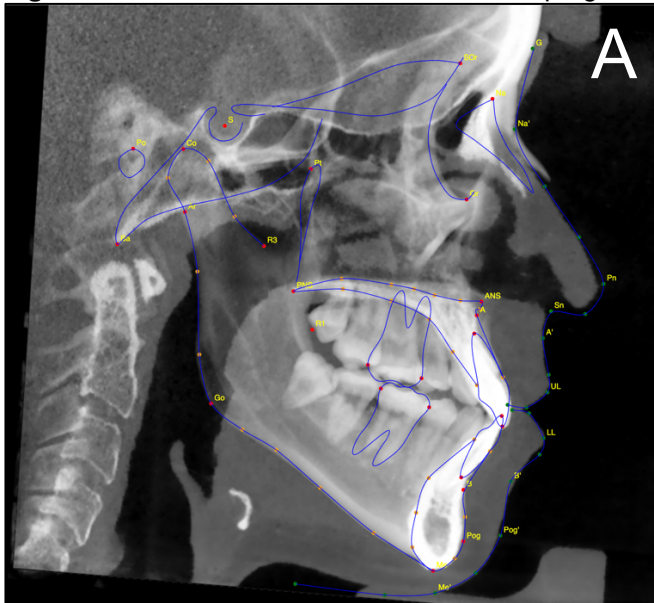


**Figura 9A.** Se observan los cambios en la angulación del cráneo para poder evidenciar mejor los alveolos, la imagen superior muestra cómo se verían los alveolos en angulación 0° y la imagen inferior en angulación de 28° para los alveolos del lado izquierdo (caninos y laterales tanto superiores como inferiores). Las angulaciones se realizaron para poder delimitar y observar mejor los alveolos, esto debido a la forma como corría los cortes el programa en la vista axial.

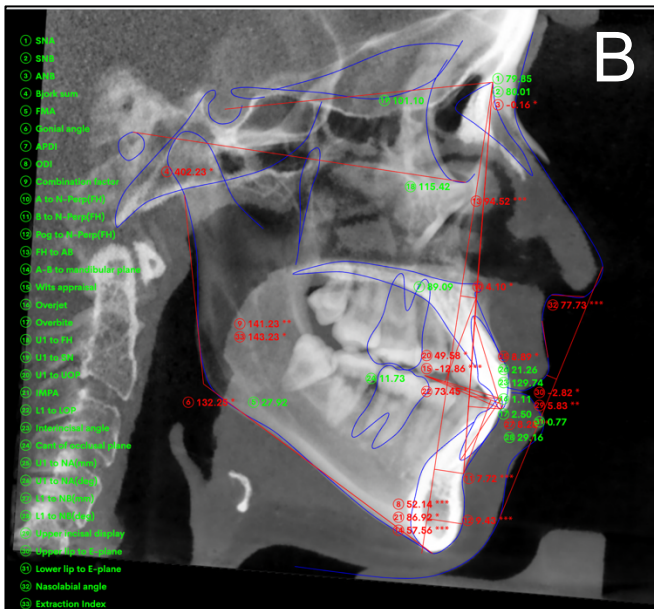
**Figura 9B.** Muestra los cambios en la angulación del cráneo para poder evidenciar mejor los alveolos, la imagen superior muestra cómo se verían los alveolos en angulación 0° y la imagen inferior en angulación de -15° para los alveolos del lado derecho (caninos y laterales tanto superiores como inferiores).

**8.6.2.2 Mediciones de los ángulos ANB en el programa WebCeph:** Se traspasando imágenes laterales de las tomografías (simulando una radiografía lateral convencional) a este, para que el programa usara estas imágenes para la medición del ángulo. El programa usa tecnología de inteligencia artificial para ubicar las estructuras anatómicas que sirvieron para medir el ángulo, y lo mide de manera automática, se tenía cuidado en que las estructuras estuvieran ubicadas correctamente para no sesgar la medición (**Figura 10**).

**Figura 10.** Procedimiento mediante el cual el programa WebCeph logra medir el ángulo ANB.



**Figura 10A.** Lo primero que realizaba el programa era delimitar las estructuras anatómicas del cráneo en la vista lateral mediante el uso de inteligencia artificial, el programa delimita todas las estructuras necesarias para hacer un análisis cefalométrico convencional (estructuras anatómicas delimitadas en azul y puntos de referencia anatómicos en rojo), es categórico que los puntos de referencia estén ubicados correctamente para evitar sesgos en las mediciones



**Figura 10B.** Una vez verificados los puntos de referencia el programa calcula las mediciones cefalométricas; las enlista como se evidencia en el listado del lado izquierdo de la imagen y te da el valor de cada una, observándose en verde si están dentro de los límites de normalidad y en rojo si no. Para este estudio se observa que el ángulo ANB es la tercera medida del listado y su valor es  $-0.16^\circ$  estando de color rojo porque se encuentra por debajo de los límites normales de referencia.

### 8.7 PRUEBA PILOTO

Se realizó una prueba piloto usando un banco de tomografías de un estudio previo, facilitadas por el tutor Dr. Luis Pablo Cruz Hervert, las tomografías debieron cumplir con los criterios de inclusión y exclusión expuestos en este documento (metodología punto 8.4.1 y 8.4.2). Una vez escogidas las tomografías se realizaron las mediciones ya explicadas. **Cabe recalcar que las tomografías usadas en la prueba piloto no se incluyeron dentro de los resultados de este estudio.**

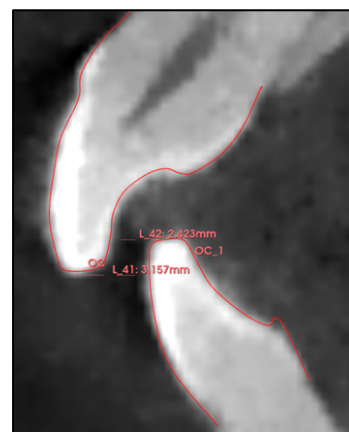
La prueba piloto presentó los siguientes objetivos:

- Uso del programa 3D-Silcer 4.13.0: por parte del alumno (Andrés Chedraui) instruido por el tutor el Dr. Luis Pablo Cruz Hervert: el cual fue realizado durante el transcurso del inicio del proyecto hasta la finalización de este.
- Ver la viabilidad de las mediciones en todos los escenarios anatómicos posibles (diferentes clases de oclusión, presencia de restauraciones en el sector anterior, presencia de lesiones periapicales no mayores a 2 mm, entre otros), para anexar criterios de exclusión de ser debido. Durante esta fase se anexó el criterio de exclusión de tomografías que presentaran exodoncias de algún diente sin presentar el o los espacios, así como tomografías con más de 1 diente con relación corono:raíz 1:1 o menor.
- Observar si era necesario realizar cambios en algún concepto de alguna variable para su medición, o de no ser posible eliminarla: Se cambiaron los conceptos de paralela del reborde, que sería la referencia para medir el overjet, la tabla a continuación muestra ambos conceptos.

Ítem	Concepto anterior	Concepto modificado
<b>Paralela del reborde*</b>	Distancia en sentido horizontal desde el vértice del borde incisal del diente estudiado hasta el primer contacto con su antagonista.	Distancia en sentido horizontal desde la mitad del borde incisal del diente medido hasta el primer contacto con su antagonista.

\*Se realizó esta modificación ya que en muchos casos los bordes incisales de los dientes presentaban desgaste o atriciones lo que hacía que tuvieran una forma más trapezoidal que triangular de las coronas dentales (**Figura 11**).

**Figura 11.** Muestra la forma de las coronales dentales, se observa que estas tanto a nivel superior como inferior presentan una forma más trapezoidal con el borde incisal más aplanado.



- Sistematizar las mediciones, se sistematizó el orden en el que se midieron las variables tanto en el orden de los dientes como de las mediciones anatómicas, esto con la finalidad de evitar errores y minimizar el tiempo de trabajo.

El orden de los alveolos en el que fueron captados los datos fue el siguiente\*:

13	12	42	43	11	21	31	41	22	23	33	32
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

\*Con la finalidad de aprovechar las angulaciones que tocó hacer a nivel de laterales y caninos del lado derecho e izquierdo.

Y el orden en el que fueron captadas las mediciones fue:

- |       |  |        |                                      |
|-------|--|--------|--------------------------------------|
| i.    | Posición tabla V                       | xii.   | Grosor del alveolo a los 4 mm        |
| ii.   | Posición tabla P/L                     | xiii.  | Grosor del alveolo mitad raíz        |
| iii.  | Posición del alveolo                   | xiv.   | Grosor del alveolo apical            |
| iv.   | Posición del diente                    | xv.    | Grosor tabla V a los 4 mm            |
| v.    | Posición del diente dentro del alveolo | xvi.   | Grosor tabla V a la mitad de la raíz |
| vi.   | Altura espacio biológico V             | xvii.  | Grosor tabla V apical                |
| vii.  | Altura espacio biológico P/L           | xviii. | Grosor tabla P/L a los 4 mm          |
| viii. | Altura alveolo V                       | xix.   | Grosor tabla P/L mitad de la raíz    |
| ix.   | Altura alveolo P/L                     | xx.    | Grosor tabla P/L apical              |
| x.    | Altura tabla V                         | xxi.   | Ángulo oclusal                       |
| xi.   | Altura tabla P/L                       | xxii.  | Overbite y                           |
|       |  | xxiii. | Overjet                              |

## 8.8 CALIBRACIÓN

### 8.8.1 CALIBRACIÓN DE LAS MEDICIONES TOMOGRÁFICAS

Se efectuó una calibración del alumno Andrés Felipe Chedraui Romero de todas las mediciones obtenidas durante el estudio (metodología punto 8.5 en este documento), usando 10 tomografías de un banco de un estudio previo, otorgado por el Dr. Luis Pablo Cruz de su consulta particular. Las mediciones fueron tomadas en 2 tiempos distintos con 2 semanas de diferencia entre estas. Se realizó posteriormente otra calibración dentro del estudio usando tomografías de la muestra (10 CBCT), esto para verificar que se pudieran seguir los mismos criterios a pesar de la diferencia en los tomógrafos usados entre la población de estudio y la prueba piloto, para esta calibración se siguió el mismo protocolo de la calibración pre-estudio. **Cabe recalcar que las tomografías usadas en la calibración pre-estudio no se incluyeron dentro de los resultados de esta investigación.**

Una vez terminadas las calibraciones, se calculó la correlación intra-observador, análisis del **coeficiente correlación intraclase** (CCI), se esperaban valores por encima de 0.90. La tabla a continuación muestra los resultados generales y de cada maxilar:



Medición	CCI
<b>Valor general pre-estudio</b>	<b>.9940</b>
Valor mediciones del maxilar pre-estudio	.9953
Valor mediciones de la mandíbula pre-estudio	.9923
<b>Valor general durante el estudio</b>	<b>.9307</b>

La tabla a continuación muestra los valores de cada diente en el análisis pre-estudio:

Diente	CCI
<b>13</b>	.9995
<b>12</b>	.9986
<b>11</b>	.9916
<b>21</b>	.9986
<b>22</b>	.9848
<b>23</b>	.9991
<b>33</b>	.9957
<b>32</b>	.9955
<b>31</b>	.9994
<b>41</b>	.9991
<b>42</b>	.9724
<b>43</b>	.9911

### 8.9 MÉTODOS DE REGISTRO Y PROCESAMIENTO

Se creó una base de datos en el programa StataC 16, en donde se recolectaron los datos sociodemográficos y las mediciones tomográficas, para posteriormente ser captados y analizados estadísticamente.

### 8.10 ANÁLISIS DE DATOS

Plan de análisis estadístico de los datos:

#### *8.10.1 ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN*

En la población de estudio se usaron **medidas descriptivas, frecuencia y medidas de tendencia central y distribución** de los datos de sexo, edad, y de las características clínicas representativas por alveolo (a nivel del 13,12,11,21,22 y 23).

#### *8.10.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS MEDICIONES ANATÓMICAS*

Se realizó un **análisis de componentes principales** (ACP) para analizar las 25 variables anatómicas seleccionadas de cada alveolo en 25 componentes independientes. Se identificarán los componentes que tengan un eigenvalor superior a 1, y de estos se escogieron las variables que tuvieran un valor de saturación igual o mayor a 0.60. Se describió el porcentaje de la variación total que representaron todos los factores. Se reportó la variación que explicaba cada componente de los seleccionados. Esto se realizó a nivel de cada alveolo.

Posteriormente, se realizará un **análisis de conglomerados (AC)** y se determinaron los fenotipos que son clínicamente significativos y estadísticamente aceptables según el valor de K-medias en el clasificador, se describió la frecuencia de cada fenotipo entre la población de estudios. Adicionalmente para cada fenotipo se realizaron las estadísticas descriptivas de cada subtipo, incluidas las medias, medianas, desviaciones estándar para las variables utilizadas en cada componente principal; se compararon los grupos mediante el uso de la prueba de **Tukey** y con base en los valores p de significancia de cada conglomerado de acuerdo con las comparaciones de las características clínicas de cada fenotipo. Esto se realizó a nivel de cada alveolo.

Una vez se tengan identificados los fenotipos alveolares, se analizó la distribución de estos en cada maxilar y mandíbula de la población, esta distribución fue la que caracterizó cada fenotipo de los maxilares, una vez detectada la distribución se realizará otro **análisis de conglomerados** a nivel los maxilares para identificar la cantidad y distribución de los fenotipos del sector anterior del maxilar y la mandíbula. Se realizaron pruebas de **Chi2 de Pearson** y **Exacta de Fisher** (análisis bivariado) para identificar si existe una correlación entre los fenotipos maxilares con los mandibulares, al igual si existe una correlación entre el fenotipo maxilar y mandibular con la clasificación esquelética.

## 8.11 ORGANIZACIÓN Y RECURSOS PARA LA INVESTIGACIÓN

### 8.11.1 RECURSOS HUMANOS

Tutor: Dr. Luis Pablo Cruz

Asesoras: Dra. Ana María Wintergert Lavin

Dra. Jacqueline Adelina Rodríguez Chávez

Asesor: Dr. Carlo Medina Solís

Operador estudiante de maestría: C.D Esp. Andrés Felipe Chedraui Romero

### 8.11.2 RECURSOS MATERIALES

#### # EQUIPOS

1	Computadora portátil MacBook Air 2020
1	Software 3D Slice 4.13.0
1	Programa WebCeph
1	Paquete estadístico StatalC 16
1	Programa EndNote 20
1	Disco duro de 1TB y memoria en nube Dropbox de 2TB.

## 9. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Esta investigación se consideró *sin riesgo para el paciente*, esta clasificación se basó en el *Reglamento de la ley general de salud en material de investigación para la salud*, que se publicó el 3 de febrero de 1983 en el Diario de la Federación de la Ley General de Salud reglamentaria en el párrafo segundo del artículo 17 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, iniciando su vigencia el 1ro de julio de 1983(90).

Se consideró en esta clasificación debido a que el estudio empleó técnicas y métodos de investigación documental ya existentes y no se les realizó ninguna intervención adicional o modificación intencional en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participarán en este estudio. Todos los participantes firmaron un consentimiento previo donde aceptaron que sus estudios diagnósticos fueron utilizados con finalidad investigativa.

Dentro del artículo 10 de la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares, este artículo trata sobre los casos donde no será necesario el consentimiento para el tratamiento de los datos personales, los cuales son:

- Esté previsto por una ley.
- Los datos figuren en fuentes de acceso público.
- Los datos personales se sometan a un procedimiento previo de disociación.
- Tenga el propósito de cumplir obligaciones derivadas de una relación jurídica entre el titular y el responsable.
- Exista una situación de emergencia que potencialmente pueda dañar a un individuo en su persona o en sus bienes.
- Sean indispensables para la atención médica, siempre que el titular no esté en condiciones de otorgar el consentimiento.
- Se decida resolución de autoridad competente.

Como los datos de los sujetos de estudio fueron utilizados con fines de investigación o académicos, por dicho motivo se conservó su anonimato y sus datos se trataron confidencialmente con apego a la Ley de Protección de Datos Personales, siguiendo las siguientes recomendaciones:

Para este estudio se aplicó el punto: ***Los datos personales se sometan a un procedimiento previo de disociación*** del artículo 10. Como los únicos datos que presentaban las tomografías eran el nombre del paciente y su fecha de nacimiento, estos datos se consideraron datos personales no sensibles, solo se recabó el nombre del paciente y su edad, al momento en que fue tomado el estudio, y el nombre del paciente como medio informativo, y solo una vez se terminó de obtener toda la información necesaria, estos fueron eliminados y cada tomografía contaba un número de folio en la base de datos, lo que hace una disociación y anonimización de la información, cumpliendo con el apartado del artículo 11 que dicta “*Cuando los datos de carácter personal hayan dejado de ser necesarios para el cumplimiento de las finalidades previstas por el aviso de privacidad y las disposiciones legales aplicables, deberán ser cancelados...*”

Por todo lo anterior el protocolo de este estudio fue evaluado y aprobado por el Comité de Investigación y Ética de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, con folio de aprobación número **CIE/0405/11/2021**.

## 10. RESULTADOS

### 10.1 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

De las 200 tomografías del universo de estudio se lograron evaluar 130; las CBCT restantes fueron descartadas por: a) presentar tratamiento de ortodoncia al momento del estudio o por sospecha de antecedente de ortodoncia (30 CBCT), b) ausencia de dientes en el sector anterior (13 CBCT), c) presentar más de un diente con relación corono:raíz de 1:1 o menor (8 CBCT), d) presencia de canino impactado (5 CBCT), e) fijación maxilar (4 CBCT), f) enfermedad periodontal (3 CBCT), g) lesión periapical que perforaba la tabla V (3 CBCT), h) dientes fracturados en el sector anterior (2 CBCT) y i) lesiones deformantes en los maxilares (2 CBCT).

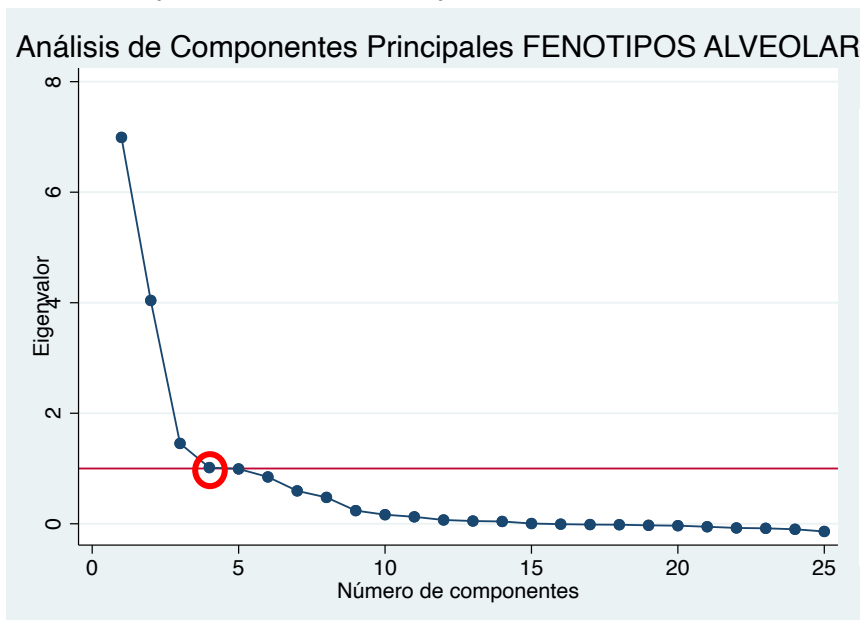
De las 130 tomografías analizadas 77 fueron mujeres y 53 hombres, el 60% y 40% de la población respectivamente, y la media de edad fue de  $27.48 \pm 6.33$  años (rango de 18 a 40 años).

### 10.2 FENOTIPOS ALVEOLARES

#### 10.2.1 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA LOS FENOTIPOS ALVEOLARES

Se introdujeron las 25 características anatómicas medidas de los 1560 alveolos al ACP, se escogieron los componentes que presentaron valores igual o mayor a 1 de eigenvalor, dando 4 componentes más representativos estadísticamente (**Gráfico 1**). Estos 4 componentes principales abarcaron 14 características anatómicas de los alveolos; se escogieron las características con puntos de saturación igual o mayor a 0.60 de cada componente una vez rotados de manera oblicua (**Tabla 1**).

**Gráfico 1.** Muestra los valores de eigenvalor de cada componente que lanzó el ACP, la línea roja delimitada el punto de corte de 1 eigenvalor, se evidencian 5 componentes a la altura o por encima de este punto de corte.



**Gráfico 1.** En el eje X de la gráfica se evidencian los 25 componentes formados a partir de las 25 variables introducidas en el análisis, en el eje Y se observan los valores del eigenvalor de cada componente. El círculo rojo delimita el número de componentes que se tuvieron en cuenta para este estudio.

Aunque el C5 tenía un eigenvalor de 1, este se excluye ya que, al momento de hacer la rotación oblicua, ninguna variable alcanza el valor de corte de 0.60.

**Tabla 1.** Distribución de las variables en cada componente, solo se muestran los valores de saturación iguales o mayores a 0.60 en cada característica anatómica.

Variables	C1	C2	C3	C4
ptv		0.8591		
ptp				
pa		0.8834		
c				
p		0.9437		
pda				
ebv				
ebp				
aav	0.7493			
aap	0.8491			
atv				
atp				0.6368
hb				
ga4mm	0.8286			
gam	0.8921			
gaap	0.8451			
gtv4mm				
gtvm			0.6884	
gtvap			0.8649	
gtp4mm	0.6932			
gtpm	0.8604			
gtpap	0.7860			
ao				
overbite				
overjet				

**Tabla 1.** Del lado izquierdo de la tabla se evidencian las 25 variables medidas y del lado derecho el valor de corte de saturación de las variables más representativas en cada componente (C1, C2, C3 y C4).

C1 las variables representativas fueron altura alveolo vestibular (aav), altura alveolo palatino (aap), grosor alveolo 4 mm (ga4mm) grosor alveolo medial (gam), grosor alveolo apical (gaap), grosor tabla palatina 4 mm (gtp4mm), grosor tabla palatina medial (gtpm) y grosor tabla palatina apical (gtpap).

C2 las variables fueron posición de la tabla V (ptv), posición del alveolo (pa) y posición del diente (p).

C4 las variables fueron grosor tabla V medial (gtvm) y grosor tabla V apical (gtvap).

C3 la variable representativa fue la altura tabla P (atp).

Con base en las tipologías de cada componente y las características que abarcaron se decidió nominar a cada uno como se muestra a continuación (**Tabla 2**):

1. Componente 1 (C1): *características vertico-horizontal del alveolo*, el cual abarcó variables de la dimensión 4 y 5 (vertical y horizontal) las cuales describían la altura, el grosor y la posición de la raíz dentro del alveolo.
2. Componente 2 (C2): *posición espacial del alveolo*, comprendía variables de la dimensión 1 y 2 (alveolo y dento-esqueletal) las cuales representaban la posición espacial de las estructuras óseas y dentales del alveolo.
3. Componente 3 (C3): *grosor de la tabla V*, abarcada variables de la dimensión 5 (horizontal) y expresaba el grosor de la tabla V en medio y apical del alveolo.
4. Componente 4 (C4): *altura de la tabla P*, que incluía una variable de la dimensión 3 y explicaría el largo de los maxilares que albergan a los alveolos.

**Tabla 2.** Resume la configuración de los 4 componentes más representativos del ACP, con las variables que lo componían y el nombre que se le otorgó en este estudio

COMPONENTE PRINCIPAL	VARIABLE	NOMBRE DEL COMPONENTE
<b>C1</b>	Altura alveolo V (aav)	<b>CARACTERÍSTICAS VERTICO-HORIZONTALES DEL ALVEOLO</b> Dimensión 3 y 4
	Altura alveolo P (aap)	
	Grosor alveolo 4 mm (ga4mm)	
	Grosor alveolo medial (gam)	
	Grosor alveolo apical (gaap)	
	Grosor tabla P 4mm (gtv4mm)	
	Grosor tabla P medial (gtpm)	
<b>C2</b>	Grosor tabla P apical (gtpap)	<b>POSICIÓN ESPACIAL DEL ALVEOLO</b> Dimensión 1 y 2
	Posición tabla V (ptv)	
	Posición alveolo (pa)	
<b>C3</b>	Posición diente (p)	<b>GROSOR TABLA V</b> Dimensión 4
	Grosor tabla V medial (gtvm)	
<b>C4</b>	Grosor tabla V apical (gtvap)	<b>ALTURA TABLA P</b> Dimensión 3
	Altura tabla P (atp)	

#### 10.2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES QUE CARACTERIZARON A LOS FENOTIPOS ALVEOLARES

Las **Tablas 3A y 3B** muestran las medias con sus desviaciones estándar de las 14 variables representativas de los 4 componentes que caracterizaron los fenotipos alveolares del sector anterior de los maxilares.

Como aspectos generales los valores de las características anatómicas de los componentes 1 y 2 (expresados en milímetros y grados respectivamente) son ligeramente mayores en el maxilar que en la mandíbula, lo que traduce que el maxilar presenta alveolos más largos y anchos que su contraparte, los dientes superiores se encontraron en una posición más vestibular dentro de los alveolos, así como en una posición más abierta espacialmente, como dato anexo los alveolos de los caninos tanto superiores como inferiores se encontraron menos inclinados espacialmente que de los incisivos.

A nivel de los valores de las características del componente 3 y 4 (expresados en milímetros) se evidenció una tendencia diferente a los otros dos componentes, en este caso los alveolos de la mandíbula presentaron tanto una tabla vestibular más gruesa en la mitad como en la zona apical del alveolo, asimismo se encontraban en maxilares más largos que los alveolos superiores. De la misma forma los dientes de los alveolos inferiores se encontraban en una posición más centrada en estos, esto ya que la medición entre el grosor de la tabla ósea V y P a nivel apical de los alveolos inferiores tienen a ser bastante parecidas, situación distinta al maxilar superior.

**Tabla 3A.** Muestra los datos de media con su desviación estándar de todas las variables significativas en cada componente del ACP para los alveolos del maxilar.

Componente	Variable	n	13	12	11	21	22	23
C1	aav	780	15.25 ± 2.38	10.88 ± 2.00	10.40 ± 2.16	10.37 ± 2.26	10.80 ± 1.74	14.85 ± 2.25
	aap	780	17.36 ± 3.52	11.83 ± 2.24	11.13 ± 2.60	11.12 ± 2.58	11.54 ± 2.06	15.63 ± 2.65
	ga4mm	780	10.01 ± 1.19	7.69 ± 0.77	8.38 ± 1.06	8.45 ± 0.80	7.60 ± 1.26	9.75 ± 1.00
	gam	780	10.72 ± 1.88	7.78 ± 1.17	8.74 ± 1.46	8.69 ± 1.23	7.62 ± 1.16	9.90 ± 1.51
	gaap	780	12.41 ± 4.38	8.00 ± 1.93	9.39 ± 1.84	9.31 ± 1.83	7.93 ± 2.00	10.74 ± 2.90
	gtp4mm	780	2.17 ± 0.94	1.32 ± 0.53	1.63 ± 0.62	1.70 ± 0.63	1.31 ± 0.58	1.83 ± 0.75
	gtpm	780	5.26 ± 1.79	2.85 ± 1.17	3.50 ± 1.38	3.44 ± 1.34	2.61 ± 1.14	4.31 ± 1.57
	gtpap	780	9.40 ± 4.14	5.18 ± 1.89	6.40 ± 1.96	6.20 ± 2.12	4.99 ± 1.80	7.80 ± 2.69
C2	ptv	780	111.28 ± 6.52	118.08 ± 7.98	116.23 ± 7.88	115.95 ± 8.10	119.16 ± 8.89	112.11 ± 7.16
	pa	780	119.99 ± 7.87	122.98 ± 6.92	124.55 ± 7.65	123.90 ± 7.27	123.74 ± 8.02	117.98 ± 7.77
	p	780	105.04 ± 13.84	111.56 ± 12.24	111.67 ± 9.32	110.74 ± 12.97	112.42 ± 8.61	106.52 ± 9.04
C3	gtvm	780	0.85 ± 0.36	0.85 ± 0.35	1.17 ± 0.44	1.14 ± 0.49	0.86 ± 0.36	0.82 ± 0.34
	gtvap	780	1.49 ± 1.03	1.42 ± 0.86	1.46 ± 0.86	1.56 ± 0.98	1.41 ± 0.90	1.39 ± 0.90
C4	atp	780	24.74 ± 3.87	25.00 ± 3.54	26.38 ± 3.93	25.98 ± 3.71	25.33 ± 4.16	23.52 ± 3.10

**Tabla 3B.** Muestra los datos de media con su desviación estándar de todas las variables significativas en cada componente del ACP para los alveolos de la mandíbula.

Componente	Variable	n	43	42	41	31	32	33
C1	aav	780	14.41 ± 1.90	11.80 ± 1.41	10.45 ± 1.35	10.44 ± 1.47	11.86 ± 1.56	14.23 ± 1.85
	aap	780	14.21 ± 1.79	11.68 ± 1.33	10.20 ± 1.45	10.21 ± 1.49	11.57 ± 1.46	14.05 ± 1.87
	ga4mm	780	9.00 ± 0.94	7.40 ± 0.70	6.76 ± 0.57	6.75 ± 0.65	7.38 ± 0.75	9.02 ± 0.94
	gam	780	9.46 ± 1.73	7.15 ± 1.01	6.74 ± 0.95	6.66 ± 0.99	7.13 ± 1.06	9.30 ± 1.49
	gaap	780	10.43 ± 2.09	8.30 ± 1.74	7.93 ± 1.75	7.76 ± 1.82	8.26 ± 1.82	10.18 ± 1.90
	gtp4mm	780	1.65 ± 0.70	1.11 ± 0.47	0.88 ± 0.30	0.91 ± 0.57	1.14 ± 0.47	1.68 ± 0.64
	gtpm	780	3.61 ± 1.50	1.82 ± 0.85	1.48 ± 0.72	1.47 ± 0.73	1.84 ± 0.86	3.37 ± 1.27
	gtpap	780	4.86 ± 1.69	3.61 ± 1.21	3.51 ± 1.29	3.50 ± 1.24	3.65 ± 1.26	4.56 ± 1.49
C2	ptv	780	81.43 ± 9.43	82.40 ± 9.75	87.49 ± 8.27	88.72 ± 8.79	81.21 ± 10.31	80.98 ± 10.06
	pa	780	87.86 ± 10.33	87.87 ± 10.42	93.96 ± 8.62	95.29 ± 12.53	86.50 ± 10.59	86.75 ± 11.03
	p	780	83.83 ± 10.13	85.33 ± 10.60	92.19 ± 9.00	93.34 ± 11.99	85.83 ± 10.74	82.61 ± 10.28
C3	gtvm	780	1.06 ± 0.61	0.92 ± 0.39	1.07 ± 0.45	1.04 ± 0.47	0.90 ± 0.39	1.08 ± 0.56
	gtvap	780	4.14 ± 1.51	3.35 ± 1.32	3.06 ± 1.26	2.91 ± 1.31	3.21 ± 1.34	4.15 ± 1.36
C4	atp	780	30.12 ± 3.61	30.45 ± 3.41	32.10 ± 3.64	32.07 ± 3.63	30.06 ± 3.48	29.96 ± 3.55

### 10.2.3 Análisis de Conglomerados de los fenotipos alveolares

Una vez definidas las variables que caracterizaron los fenotipos alveolares y la forma cómo estas se relacionaron mediante los componentes se introducen los valores de estos (**Tabla 4**) a un análisis de conglomerados, este análisis nos arrojó 4 fenotipos alveolares, los cuales se agruparon en **2 grandes conglomerados**, estando los fenotipos alveolares 1 y 2 en el conglomerado 1 y en el conglomerado 2 los fenotipos alveolares 3 y 4 (**Gráfico 2**).

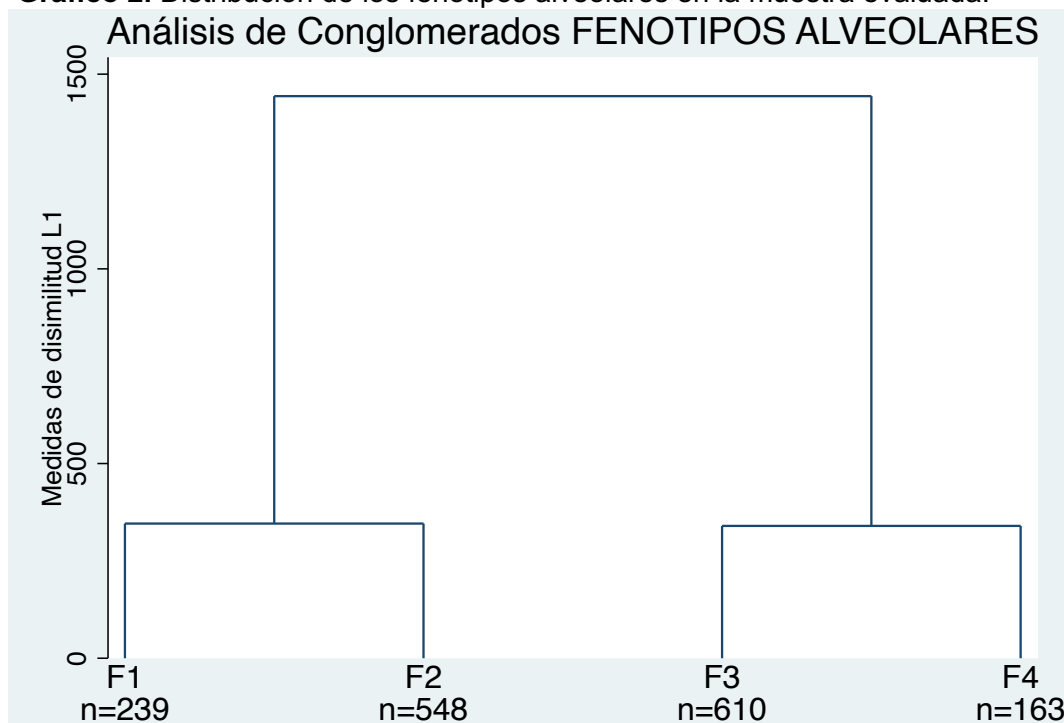
De los 1560 fenotipos evaluados el fenotipo 1 se presentó en 239 alveolos (15.32%), en el 2 se clasificaron 548 alveolos (35.12%), y para los fenotipos 3 la n fue de 610 (39.10%) y por último para el 4 fue de 163 alveolos (10.44%).



**Tabla 4.** Medias, desviación estándar y rangos de los valores de los 4 componentes que sirvieron de base para identificar los fenotipos alveolares

Variable	n	Media	Desv. Est.	Rango	
				Min.	Max.
<b>C1</b>	1560	-5.44 <sup>-10</sup>	0.9917	-2.3812	6.0081
<b>C2</b>	1560	-4.53 <sup>-10</sup>	0.9917	-2.8193	2.4987
<b>C3</b>	1560	1.03 <sup>-10</sup>	0.9763	-2.2898	5.3005
<b>C4</b>	1560	-4.12 <sup>-10</sup>	0.9324	-8.0723	2.3745

**Gráfico 2.** Distribución de los fenotipos alveolares en la muestra evaluada.



**Gráfico 2.** Se observan los dos grandes conglomerados de los fenotipos alveolares y su distribución dentro de la población.

Se evidencia que la diferencia entre los grupos se encuentra por debajo de 500 medidas de disimilitud, lo que los hace muy parecidos entre sí, de igual manera se observa que los fenotipos del conglomerado 2 son ligeramente más parecidos que los del conglomerado 1.

Como dato adicional los fenotipos del conglomerado 2 presentaron las n más frecuentes y menos frecuentes de la población de estudio.

#### 10.2.3.1 CARACTERÍSTICAS REPRESENTATIVAS POR FENOTIPO ALVEOLAR

Las **Tablas 5 A-D**, muestran las medias, desviaciones estándar y rangos de los valores de las 14 características representativas que caracterizaron los fenotipos alveolares.

**Tabla 5A.** Medidas de tendencia central y distribución de las 14 mediciones anatómicas representativas del ACP para el *Fenotipo 1* alveolar.

FENOTIPO 1 Componente	Características anatómicas	n	Media	Desv. Est.	Rango	
					Min.	Max.
C1	aav	239	14.99	2.46	8.75	20.85
	aap	239	16.78	3.21	8.19	28.58
	ga4mm	239	9.74	1.16	6.94	14.66
	gam	239	10.57	1.67	7.08	17.47
	gaap	239	12.40	3.55	2.38	26.76
	gtp4mm	239	2.08	0.81	0.58	5.56
	gtpm	239	5.16	1.62	1.05	11.58
	gtpap	239	9.35	3.34	0	24.35
C2	ptv	239	109.35	7.08	87	128.1
	pa	239	118.93	8.40	91.2	136.2
	p	239	104.47	8.23	80.8	123.9
C3	gtvm	239	0.84	0.35	0	2.51
	gtvap	239	1.52	1.09	0	5.74
C4	atp	239	25.32	3.27	16.75	33.32

**Tabla 5B.** Medidas de tendencia central y distribución de las 14 mediciones anatómicas representativas del ACP para el *Fenotipo 2* alveolar.

FENOTIPO 2 Componente	Características anatómicas	n	Media	Desv. Est.	Rango	
					Min.	Max.
C1	aav	548	10.79	2.18	2.04	18.74
	aap	548	11.43	2.31	2.18	19.66
	ga4mm	548	8.16	1.17	0	11.73
	gam	548	8.19	1.28	0.94	12.98
	gaap	548	8.46	1.76	4.24	14.15
	gtp4mm	548	1.48	0.63	0	3.97
	gtpm	548	3.01	1.20	0.51	7.01
	gtpap	548	5.49	1.79	1.04	10.99
C2	ptv	548	117.88	7.60	86.8	144.4
	pa	548	123.64	7.78	104.3	196.4
	p	548	111.79	12.01	9.5	162.8
C3	gtvm	548	0.99	0.44	0.32	3.81
	gtvap	548	1.46	0.87	0	7.68
C4	atp	548	25.23	4.00	0.43	38.41

**Tabla 5C.** Medidas de tendencia central y distribución de las 14 mediciones anatómicas representativas del ACP para el *Fenotipo 3* alveolar.

FENOTIPO 3 Componente	Características anatómicas	n	Media	Desv. Est.	Rango	
					Min.	Max.
C1	aav	610	11.63	1.98	4.98	18.94
	aap	610	11.50	2.07	4.59	21.21
	ga4mm	610	7.38	1.02	4.75	11.84
	gam	610	7.16	1.22	4.46	12.49
	gaap	610	8.06	1.65	3.22	12.59
	gtp4mm	610	1.09	0.53	0	6.35
	gtpm	610	1.92	1.08	0.24	6.18
	gtpap	610	3.76	1.38	0	10.23
C2	ptv	610	84.60	10.06	38.5	119.9
	pa	610	89.52	10.64	53	116.7
	p	610	86.50	11.75	47.1	156
C3	gtvm	610	0.88	0.35	0	2.31
	gtvap	610	2.96	1.02	0.64	6.75
C4	atp	610	30.95	3.65	20.16	40.63

**Tabla 5D.** Medidas de tendencia central y distribución de las 14 mediciones anatómicas representativas del ACP para el *Fenotipo 4* alveolar.

FENOTIPO 4 Componente	Características anatómicas	n	Media	Desv. Est.	Rango	
					Min.	Max.
C1	aav	163	14.45	1.90	10.28	20.1
	aap	163	13.97	2.02	8.77	18.82
	ga4mm	163	8.95	1.17	6.14	13.28
	gam	163	9.86	1.62	6.71	15.74
	gaap	163	11.42	1.71	7.34	17.43
	gtp4mm	163	1.74	0.72	0.40	5.50
	gtpm	163	3.49	1.55	0.71	8.51
	gtpap	163	4.51	1.63	0	10.28
C2	ptv	163	79.86	8.67	60	105
	pa	163	88.87	9.73	63.2	113.70
	p	163	87.63	9.33	66.4	110.30
C3	gtvm	163	1.50	0.63	0.40	4.24
	gtvap	163	5.36	1.20	2.78	9.97
C4	atp	163	30.12	3.73	21.74	40.55

A continuación, se explicarán las diferencias entre los fenotipos a nivel de cada componente.

#### 10.2.4 DIFERENCIAS ENTRE LOS FENOTIPOS ALVEOLARES

Con las variables identificadas que caracterizaron los fenotipos y conociendo la distribución de estos en la población se realizó una prueba de Tukey para reconocer las diferencias entre los 4 fenotipos alveolares, con base en este análisis se distinguió que los fenotipos presentaron diferencias a nivel de los 4 componentes que los determinaron.

##### Componente 1 “Características vertico-horizontales de los alveolos”

En este componente se agruparon las características de la altura de los alveolos, el grosor total del alveolo a nivel medio y apical, así como la distancia entre la raíz y la tabla P; con base en lo anterior en este componente se caracterizó la altura y el grosor del alveolo, así como la posición horizontal del diente dentro del alveolo (posición más hacia vestibular, medial o hacia palatino dentro del alveolo con base en lo lejano que se encuentra de la tabla P).

Se analizó la diferencia entre todos los fenotipos en este componente y se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre todos (**Tabla 6**). Con base en estos resultados el fenotipo 1 es el que presentó las mayores características de este componente (Media= 1.4779, Desv. Est.= 0.9365), seguido por el fenotipo 4 (Media= 0.5661, Desv. Est.= 0.6564), continua el fenotipo 2 (Media= -0.1538, Desv. Est.= 0.6509) y por último estuvo el F3 (Media= -0.5921, Desv. Est.= 0.6033) (**Gráfico 3**).

El **Gráfico 4** muestra cómo se observan los alveolos de cada fenotipo según las características del componente 1, se logra observar que los alveolos del fenotipo 1 son los más largos y gruesos y los dientes se encontraban en una posición más vestibular dentro del alveolo, asimismo se evidenció que los fenotipo 3 presentaron los alveolos más delgados y los dientes se encontraron más centrados dentro de los alveolos, todavía se logró evidenciar una ligera tendencia de la posición del diente hacia vestibular pero no es tan evidente como en los otros dos fenotipos.

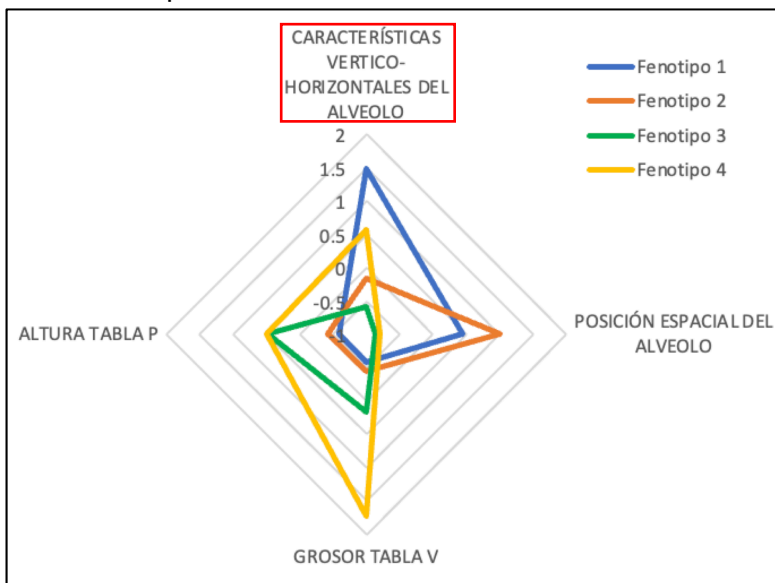
**Tabla 6.** Diferencias según la prueba de Tukey entre los fenotipos en el componente 1.

C1	Contrast.	Error Estand.	T	P>  t	95% Interv. Conf.
<b>Fenotipo</b>					
<b>2 vs 1</b>	-1.6317	0.0531	-30.69	0.000*	-1.7684 – -1.4949
<b>3 vs 1</b>	-2.0701	0.0523	-39.55	0.000*	-2.2047 – -1.9354
<b>4 vs 1</b>	-0.9117	0.0696	-13.08	0.000*	-1.0909 – -0.7325
<b>3 vs 2</b>	-0.4383	0.0403	-10.86	0.000*	-0.5422 – -0.3345
<b>4 vs 2</b>	0.7200	0.0611	11.77	0.000*	0.5626 – -0.8773
<b>4 vs 3</b>	1.1583	0.0604	19.15	0.000*	1.0028 – 1.3113

**Tabla 6.** \*Los valores representativos de p se tomaron  $\leq 0.05$

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre todos los fenotipos.

**Gráfico 3.** Gráfico de radial donde se observan la distribución de la diferencia de los fenotipos en cada componente.

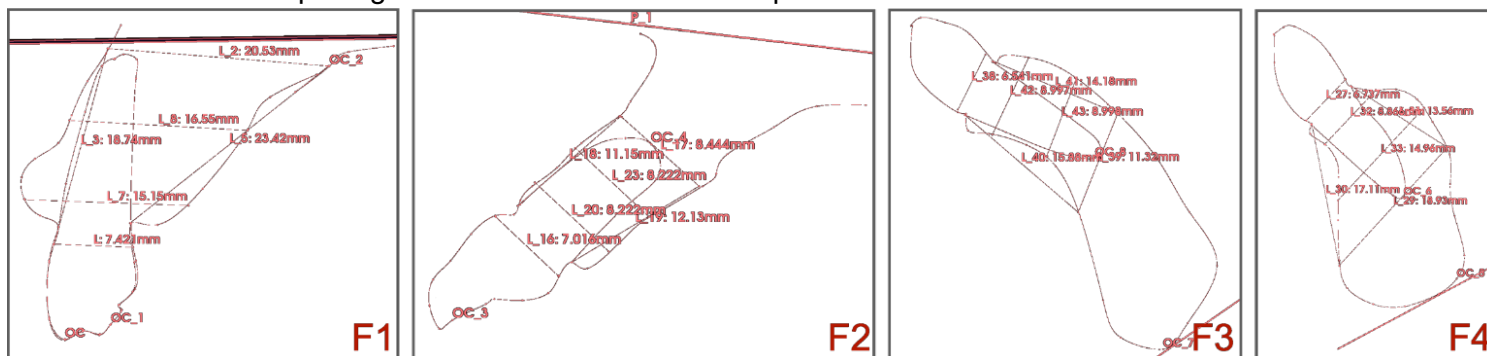


**Gráfico 3.** A nivel del componente 1 se observó que el fenotipo 1 es el que presenta las mayores características en este componente.

Esto se traduce que los alveolos del fenotipo 1 son los que presentan los alveolos más largos y gruesos, y los dientes se encuentran en una posición más hacia vestibular en el maxilar.

Los fenotipos 2 y 3 son los alveolos más cortos y delgados y los dientes se encontraron en una posición más centrada dentro del alveolo.

**Gráfico 4.** Cada fenotipo según las características del componente 1.



### Componente 2 “Posición espacial del alveolo”

Aquí se agruparon las variables de posición de la tabla V, posición del alveolo y del diente en el cráneo, todas variables de posición, por lo que estas expresaron que tan inclinados se encontraron las estructuras óseas y dentales de los alveolos (posición más abierta o cerrada espacialmente).

En este componente se evidenció diferencias entre todos los fenotipos estadísticamente significativas, excepto entre el F3 y F4 (**Tabla 7**). El fenotipo 2 es el que presentó las mayores características (Media= 0.9983, Desv. Est.= 0.4525), seguido por el fenotipo 1 (Media= 0.4772, Desv. Est.= 0.4530) y los fenotipos del conglomerado 2 son los que presentaron la menor inclinación espacial de los alveolos (F3: Media= -0.8573 Desv. Est.= 0.5461; F4: Media=-0.8036 Desv. Est.=0.5162) (**Gráfico 5**).

El **Gráfico 6** muestra cómo se observan los alveolos de cada fenotipo según las características del componente 2, se logró observar que los alveolos del fenotipo 2 son los más inclinados espacialmente, seguidos por los del fenotipo 1; los alveolos del conglomerado 2 se encuentran en una posición más cerrada espacialmente.

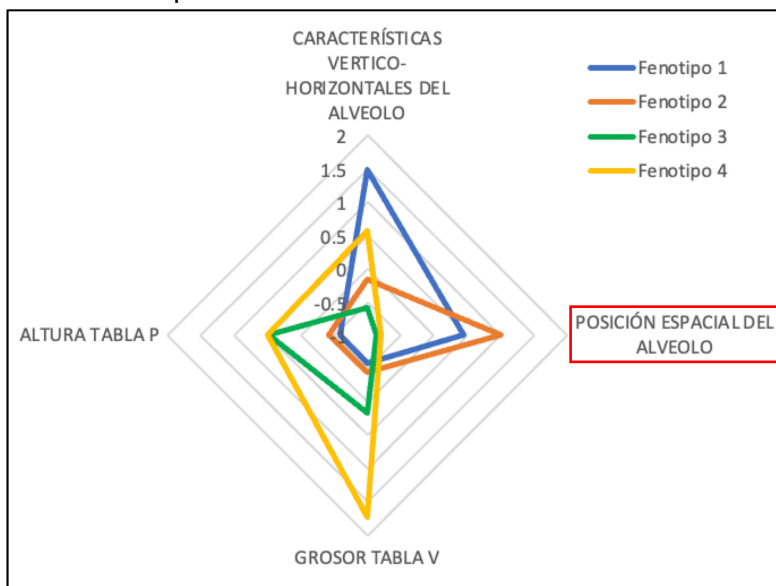
**Tabla 7.** Diferencias según la prueba de Tukey entre los fenotipos en el componente 2.

C2	Contrast.	Error Estand.	T	P>  t	95% Interv. Conf.
<b>Fenotipo</b>					
<b>2 vs 1</b>	0.5510	0.0385	14.28	0.000*	0.4517 – 0.6502
<b>3 vs 1</b>	-1.3046	0.0379	-34.34	0.000*	-1.4023 – -1.2069
<b>4 vs 1</b>	-1.2509	0.0505	-24.73	0.000*	-1.3810 – -1.1209
<b>3 vs 2</b>	-1.8556	0.0293	-63.32	0.000*	-1.9310 – -1.7802
<b>4 vs 2</b>	-1.8019	0.0444	-40.57	0.000*	-1.9162 – -1.6877
<b>4 vs 3</b>	0.0536	0.0438	1.22	0.613	-0.0592 – 0.1665

**Tabla 7.** \*Los valores de p se tomaron  $\leq 0.05$

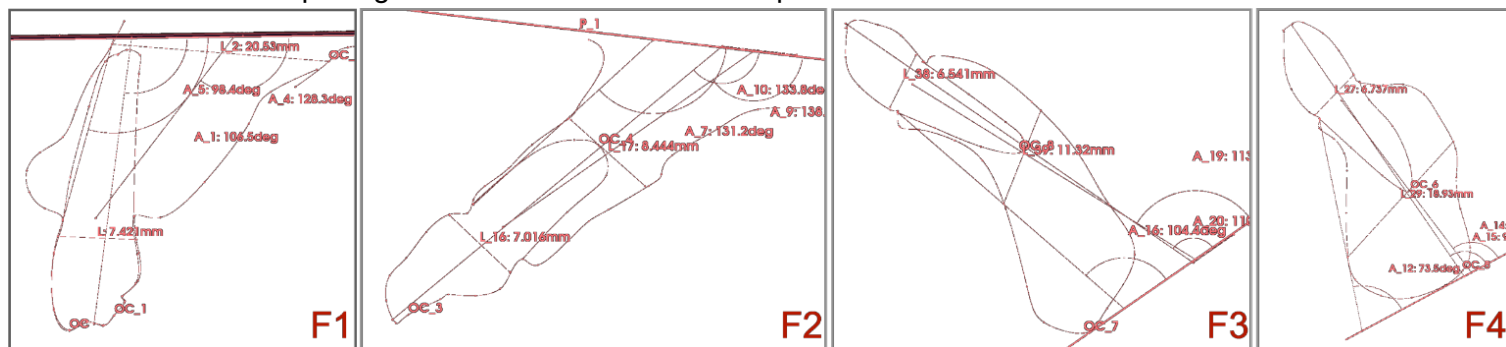
Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre todos los fenotipos alveolares, excepto entre el F3 contra el F4.

**Gráfico 5.** Gráfico de radial donde se observan la distribución de la diferencia de los fenotipos en cada componente.



**Gráfico 5.** A nivel del componente 2 se observó que los fenotipos del conglomerado uno son los que presentan las características mayores. Siendo los alveolos del fenotipo 2 los que presentaron una mayor inclinación espacial (posición abierta espacialmente).

**Gráfico 6.** Cada fenotipo según las características del componente 2.



### Componente 3 “Grosor de la tabla V”

Aquí se agruparon las variables del grosor de la tabla V en medial y apical del alveolo.

Al analizar las diferencias entre los fenotipos (**Tabla 8**), se evidenció diferencias estadísticamente significativas entre todos menos el fenotipo 1 contra el 2, siendo estos fenotipos los que presentaron las menores características anatómicas en este componente (F1: Media= -0.5800, Desv. Est.= 0.7577; F2: Media= -0.4473, Desv. Est.= 0.6894), y el fenotipo 4 es el que presentó las mayores características en este (Media= 1.7319, Desv. Est.= 0.8216) (**Gráfico 7**).

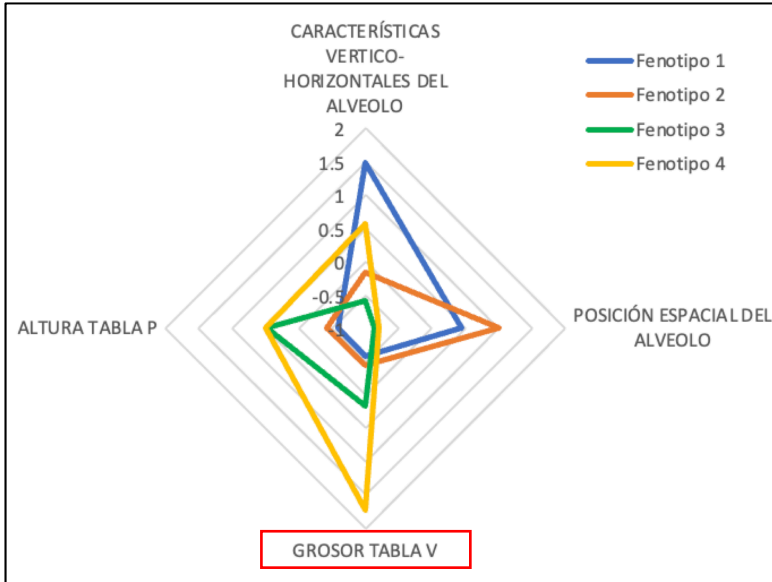
El **Gráfico 8** muestra cómo se observan los alveolos de cada fenotipo según las características del componente 3, como dato adicional el fenotipo con los alveolos más gruesos (fenotipo 1 y 2) son los que presentaron las tablas V más delgadas.

**Tabla 8.** Diferencias según la prueba de Tukey entre los fenotipos en el componente 2.

C3	Contrast.	Error Estand.	T	P>  t	95% Interv. Conf.
<b>Fenotipo</b>					
<b>2 vs 1</b>	0.1327	0.0552	2.40	0.077	-0.0093 – 0.2748
<b>3 vs 1</b>	0.7464	0.0543	13.72	0.000*	0.6065 – 0.8862
<b>4 vs 1</b>	2.3120	0.0723	31.93	0.000*	2.1258 – 2.4982
<b>3 vs 2</b>	0.6163	0.0419	14.63	0.000*	0.5057 – 0.7215
<b>4 vs 2</b>	2.1792	0.0635	34.27	0.000*	2.0157 – 2.3428
<b>4 vs 3</b>	1.5656	0.0628	24.91	0.000*	1.4040 – 1.7272

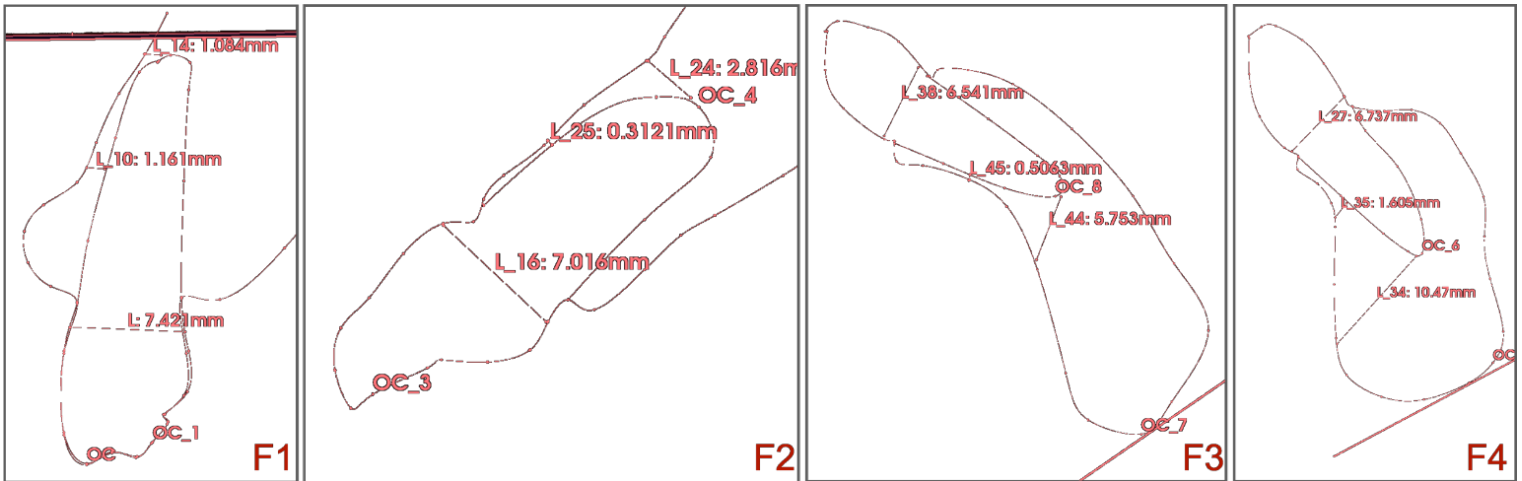
**Tabla 8.** \*Los valores de p representativos se tomaron  $\leq 0.05$

**Gráfico 7.** Gráfico de radial donde se observan la distribución de la diferencia de los fenotipos en cada componente.



**Gráfico 7.** A nivel del componente 3 se observó que el fenotipo 4 son los alveolos con las tablas V más gruesas y por partes iguales los fenotipos 1 y 2 son los que presentaron las tablas más delgadas.

**Gráfico 8.** Cada fenotipo según las características del componente 3.





### Componente 4 “Altura de la tabla P”

En este componente se agruparon la variable de altura de la tabla P de los alveolos, que se puede interpretar como el largo de los maxilares que los albergan.

Según la prueba de Tukey al estudiar las diferencias entre los fenotipos (**Tabla 9**), se observó diferencias estadísticamente significativas entre todos los fenotipos, menos el F3 contra el F4 siendo los que presentaron las mayores características por partes iguales (F3: Media= 0.4750, Desv. Est.= 0.7402; F4: Media= 0.4973, Desv. Est.= 0.7575), seguidos por el fenotipo 2 (Media= -0.4146 Desv. Est.= 0.9320) y por último el fenotipo 1 (Media= -0.6009, Desv. Est.= 0.6321) (**Gráfico 8**).

El **Gráfico 9** muestra cómo se observan los alveolos de cada fenotipo según las características del componente 4.

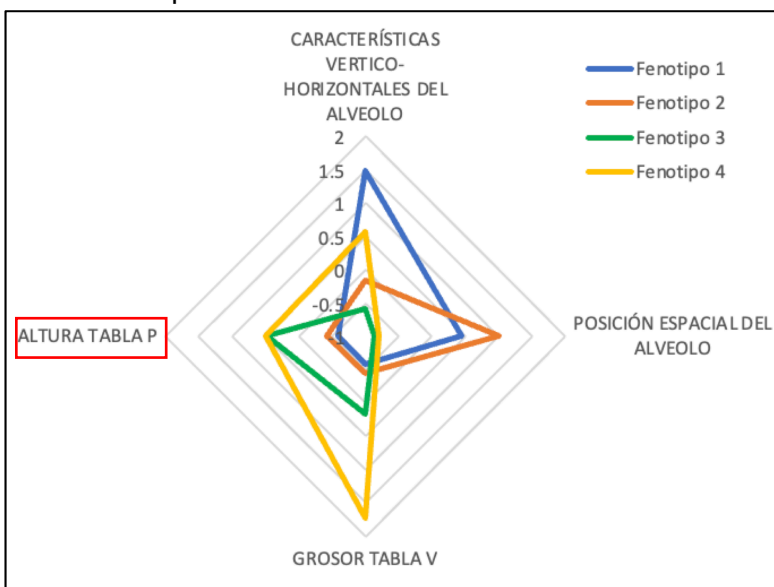
**Tabla 9.** Diferencias según la prueba de Tukey entre los fenotipos a nivel del componente 4.

C4	Contrast.	Error Estand.	T	P>  t	95% Interv. Conf.
<b>Fenotipo</b>					
<b>2 vs 1</b>	0.1863	0.0620	3.00	0.014*	0.0267 – 0.3459
<b>3 vs 1</b>	1.0759	0.0610	17.62	0.000*	0.9188 – 1.2330
<b>4 vs 1</b>	1.0982	0.0813	13.51	0.000*	0.8891 – 1.3074
<b>3 vs 2</b>	0.8896	0.0471	18.88	0.000*	0.7684 – 1.0108
<b>4 vs 2</b>	0.9119	0.0714	12.77	0.000*	0.7282 – 1.0956
<b>4 vs 3</b>	0.0223	0.0705	0.32	0.989	-0.1592 – 0.2038

**Tabla 9.** \*Los valores de p se tomaron  $\leq 0.05$

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre todos los fenotipos alveolares.

**Gráfico 8.** Gráfico de radial donde se observan la distribución de la diferencia de los fenotipos en cada componente.

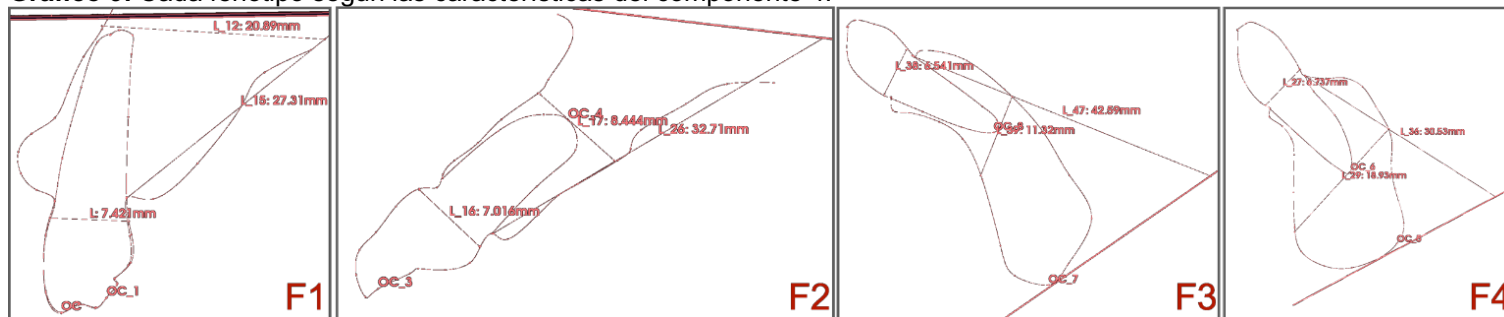


**Gráfico 8.** El fenotipo 4 es el que presentó las mayores características de los 4 fenotipos alveolares a nivel de este componente.

Aunque la diferencia entre el fenotipo 1 y 2 no es tan grande, esta llega a ser estadísticamente significativa.

También se observa que los fenotipos del conglomerado 2 son los que presentan los maxilares más largos en comparación con los del conglomerado 1.

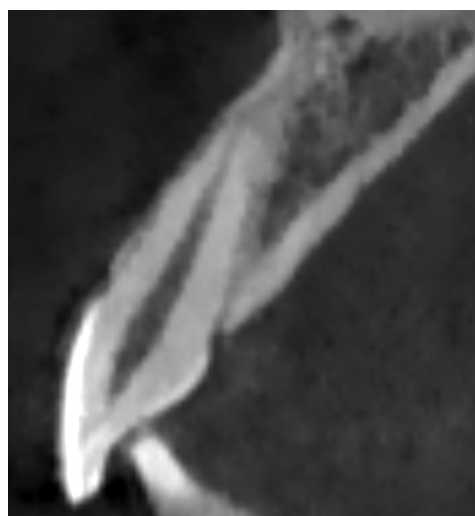
**Gráfico 9.** Cada fenotipo según las características del componente 4.



### 10.2.5 CARACTERIZACIÓN DE LOS FENOTIPOS ALVEOLARES

Caracterización de cada fenotipo alveolar, con base en los componentes que los conceptualizaron.

#### FENOTIPO ALVEOLAR 1



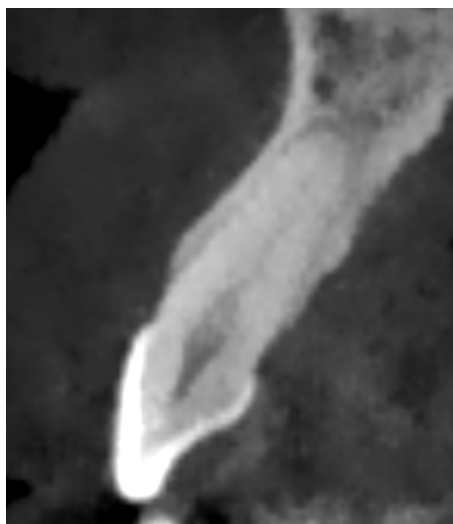
*Distribución*  
n: 239

#### *Caracterización*

Alveolos más gruesos y largos, con una ligera inclinación abierta espacialmente, con las tablas V más delgadas a nivel medio y/o apical, ubicados en los maxilares más cortos.

Dientes más cercanos a las tablas V.

#### FENOTIPO ALVEOLAR 2



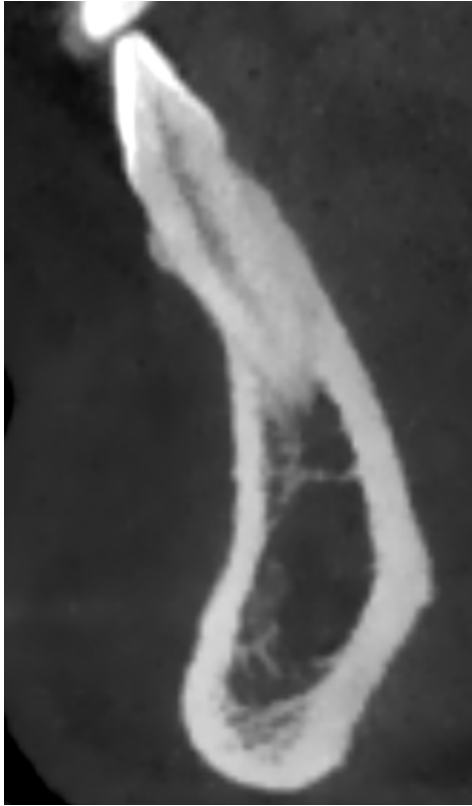
*Distribución*  
n: 548

#### *Caracterización*

Alveolos delgados y largos, pero con la mayor inclinación abierta espacial, tablas V delgadas y en los maxilares más cortos (igual que el F1).

Dientes más centrados dentro del alveolo.

### FENOTIPO ALVEOLAR 3



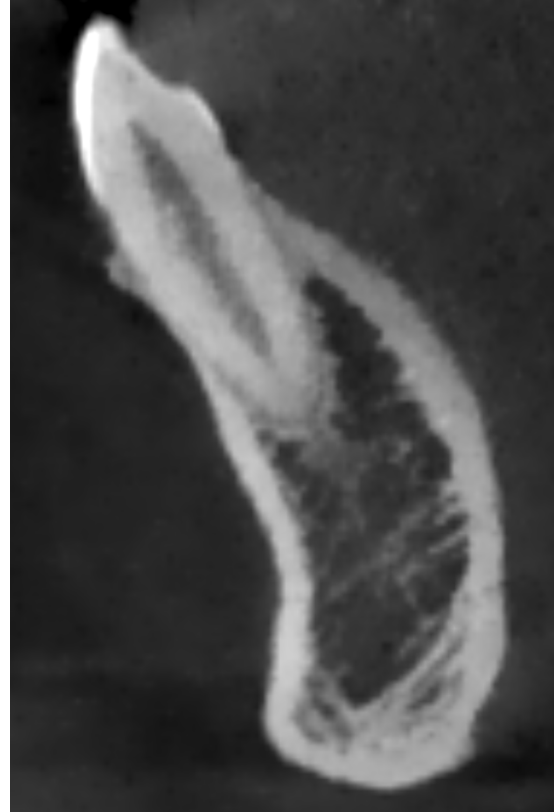
*Distribución*  
n: 610

#### *Caracterización*

Alveolos más delgados y cortos, cerrados espacialmente, con las tablas V gruesas y maxilares más largos.

Dientes con una tendencia a tener una posición centrada dentro del alveolo

### FENOTIPO ALVEOLAR 4



*Distribución*  
n: 163

#### *Caracterización*

Alveolos gruesos, cerrados espacialmente, con las tablas V más gruesas y en los maxilares más largos (junto al F3).

Dientes en una posición ligeramente hacia vestibular dentro del alveolo.

10.2.6 DISTRIBUCIÓN DE LOS FENOTIPOS ALVEOLARES EN LOS ALVEOLOS DE LOS MAXILARES

Cuando se analiza la distribución de los fenotipos según cada grupo alveolar, se observó que los fenotipos del conglomerado 1 (F1 y F2) son más comunes en el sector superior y los fenotipos del conglomerado 2 (F3 y F4) son más comunes a nivel de la mandíbula. Los caninos a nivel del maxilar presentaron alveolos más gruesos e inclinados, a nivel de la mandíbula la distribución fue más equitativa, por su parte los laterales y centrales presentaron los fenotipos más delgados y angulados en ambos maxilares (**Tabla 10A y 10B**).

**Tabla 10A.** Distribución de los fenotipos en los alveolos del maxilar.

Fenotipo	13		12		11		21		22		23	
<b>F1</b>	92	70.77%	11	8.46%	19	14.62%	17	13.08%	10	7.3%	83	63.85%
<b>F2</b>	37	28.46%	119	91.54%	111	85.38%	113	86.92%	119	92.0%	46	35.38%
<b>F3</b>	1	0.77%							1	0.77%	1	0.77%
<b>F4</b>												
<b>Total</b>	<b>130</b>	<b>100%</b>	<b>130</b>	<b>100%</b>	<b>130</b>	<b>100%</b>	<b>130</b>	<b>100%</b>	<b>130</b>	<b>100%</b>	<b>130</b>	<b>100%</b>

**Tabla 10A.** A nivel del maxilar los fenotipos más comunes fueron el F1 y F2.

El F1 es el más común a nivel de los caninos, prevalente cerca del 70% tanto en el 13 como el 23.

Para los centrales y laterales se observa mayor prevalencia del F2, siendo alveolos más delgados e inclinados espacialmente.

A nivel de los caninos y 22 es donde se observan fenotipos del conglomerado 2.

**Tabla 10B.** Distribución de los fenotipos en los alveolos de la mandíbula.

Fenotipo	43		42		41		31		32		33	
<b>F1</b>	2	1.54%					1	0.77%			4	3%
<b>F2</b>	2	1.54%					1	0.77%				
<b>F3</b>	65	50%	115	88.46%	124	95.38%	123	94.62%	116	89.23%	64	49.3%
<b>F4</b>	61	46.92%	15	11.54%	6	4.62%	5	3.85%	14	10.77%	62	47.7%
<b>Total</b>	<b>130</b>	<b>100%</b>	<b>130</b>	<b>100%</b>	<b>130</b>	<b>100%</b>	<b>130</b>	<b>100%</b>	<b>130</b>	<b>100%</b>	<b>130</b>	<b>100%</b>

**Tabla 10B.** A nivel de la mandíbula los fenotipos más comunes fueron el F3 y F4.

Los caninos presentaron casi una distribución equitativa entre el F3 y F4.

Por su parte los centrales y laterales presentaron una distribución más predominante del F3, siendo alveolos más delgados, cortos y cerrados espacialmente, con tablas V más delgadas y en maxilares más largos.

Ambos maxilares presentaron las mismas tendencias, los caninos presentaron menos inclinación espacial que los incisivos, asimismo los incisivos presentaron los alveolos más delgados e inclinados en ambos maxilares.

A nivel de los caninos y el 31 es donde se observaron fenotipos del conglomerado 1.

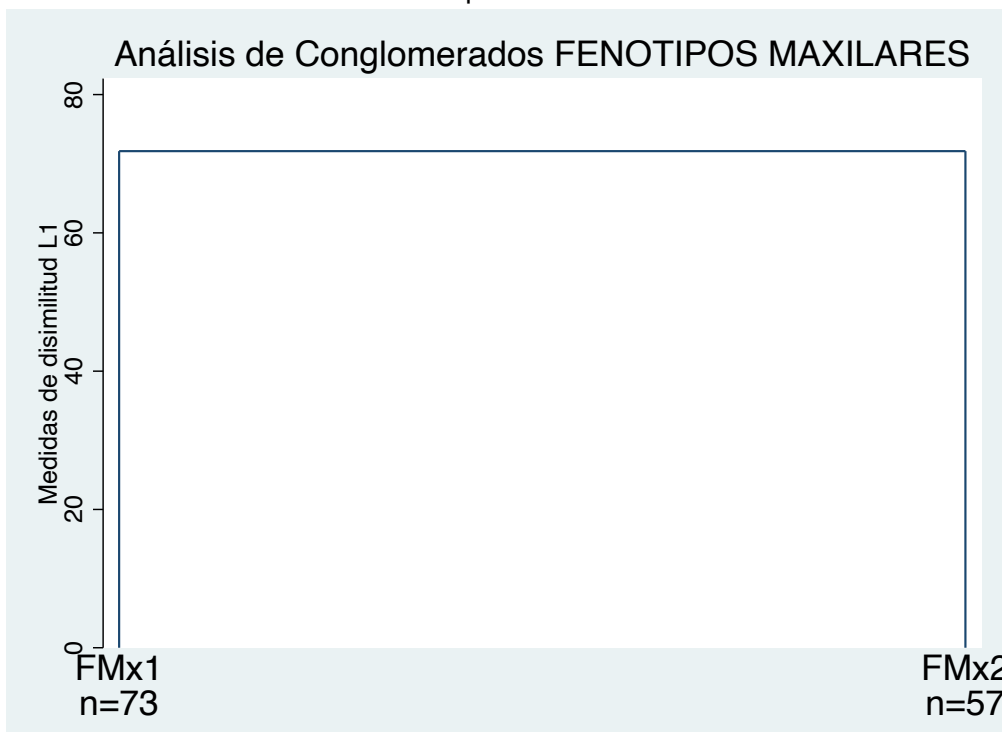
### 10.3 FENOTIPOS DEL SECTOR ANTERIOR DE LOS MAXILARES

Se analizó la distribución de los fenotipos alveolares en los maxilares para conocer la tipología del sector anterior de estos (según la distribución de los fenotipos alveolares más representativos). Con base en esta tipología se realizó un Análisis de Conglomerados de los maxilares para identificar y caracterizar los fenotipos del sector anterior en ambos maxilares.

#### 10.3.1 FENOTIPOS DEL SECTOR ANTERIOR DEL MAXILAR

El análisis de conglomerado arrojó 2 fenotipos del sector anterior del maxilar (**Gráfico 10**), agrupados en **dos grandes conglomerados**, habiendo un fenotipo del maxilar 1 y fenotipo del maxilar 2.

**Gráfico 10.** Distribución de los fenotipos del maxilar en la muestra evaluada.



**Gráfico 10.** Se evidencian los dos grandes conglomerados de los fenotipos del maxilar y su distribución dentro de la población.

El fenotipo 1 maxilar presenta al 56.15% de la población, siendo el más prevalente y el fenotipo 2 presentó al 43.85% restante.

Cabe recalcar que la distribución entre la población llega a ser muy equitativa entre ambos fenotipos.

A continuación, se analizó la distribución de los fenotipos alveolares en el sector anterior del maxilar. Se evidenció que en cada fenotipo maxilar hay una distribución de los fenotipos alveolares representativas (o hegemónicas), las cuales caracterizaron ese fenotipo y las demás se pueden considerar derivaciones de estas. Todas las distribuciones se presentan de derecha a izquierda (13-23) a continuación.

10.3.1.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS FENOTIPOS ALVEOLARES EN EL SECTOR ANTERIOR DEL MAXILAR Y SU CARACTERIZACIÓN

<b>Fenotipos maxilares</b>			
<b>Dist Fen Alv</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>Total</b>
111111	4	0	4
111121	2	0	2
111221	1	0	1
112121	1	0	1
112212	0	1	1
112221	1	0	1
121111	1	0	1
121121	1	0	1
121211	1	0	1
121221	5	0	5
121231	1	0	1
122112	0	1	1
122121	5	0	5
122221	47	0	47
122222	0	19	19
122223	0	1	1
211111	1	0	1
221221	2	0	2
222122	0	1	1
222212	0	1	1
222221	0	9	9
222222	0	23	23
322221	0	1	1
<b>Total  </b>	<b>73</b>	<b>57  </b>	<b>130</b>

Tabla 11. Relación de la distribución de los fenotipos alveolares con los del maxilar.

La **Tabla 11** muestra la distribución de los fenotipos alveolares en cada fenotipo del sector anterior del maxilar.

El fenotipo 1 del sector anterior del maxilar se caracterizó por presentar fenotipos alveolares 1 en los caninos y a nivel de los incisivos F2, por tal motivo estos sectores anteriores son delgados, largos y con una mayor inclinación a nivel de los incisivos y en los caninos se encuentra lo totalmente opuesto, con alveolos más grueso, largos, menos inclinados, y con tablas V más delgadas. Su distribución representativa es la **122221**, y las derivadas se caracterizan por presentar mayor predominancia de los fenotipos 1 en los alveolos.

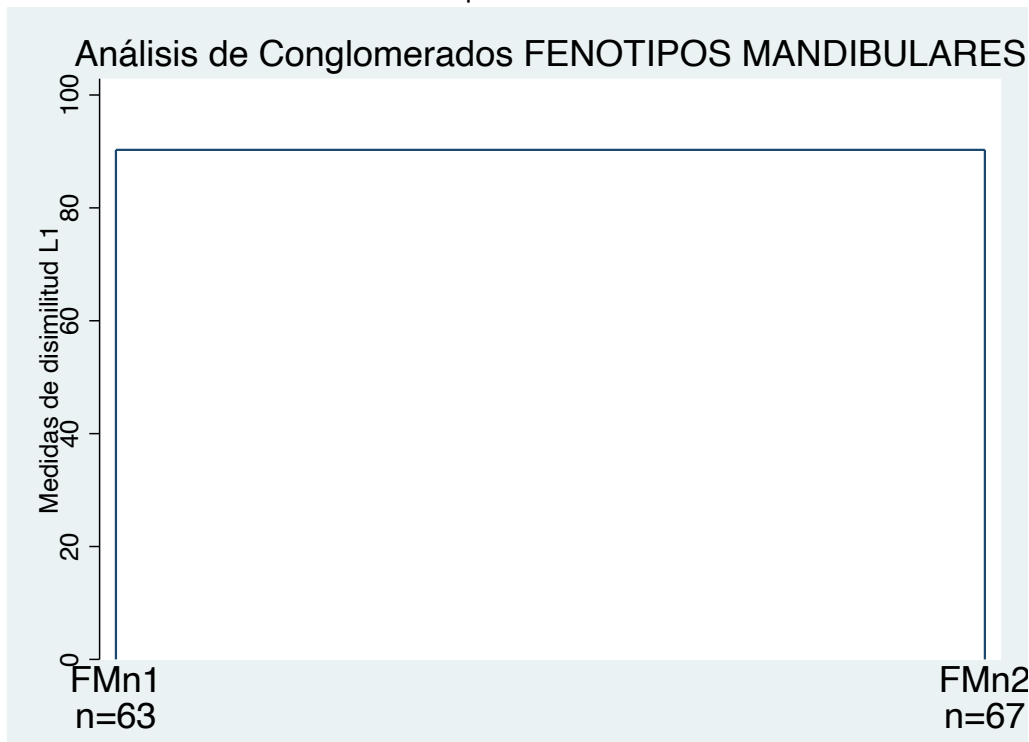
Por su parte el fenotipo 2 del sector anterior se diferenció por presentar mayor prevalencia de los F2 alveolares, su distribución hegemónica es **222222**, por lo que estos maxilares se caracterizan por ser más uniformes. Son regiones anteriores más delgadas, cortas, pero con mayor inclinación espacial, por lo que los dientes se encuentran más centrados en los alveolos.

**Como dato adicional en 3 tomografías se encontraron fenotipos del conglomerado 2.**

### 10.3.2 FENOTIPOS DEL SECTOR ANTERIOR DE LA MANDÍBULA

El análisis de conglomerado arrojó 3 fenotipos del sector anterior de la mandíbula (**Gráfico 11**), agrupados en **dos grandes conglomerados**, habiendo un fenotipo del sector anterior mandibular 1 y 2.

**Gráfico 11.** Distribución de los fenotipos de la mandíbula en la muestra evaluada.



**Gráfico 11.** Se evidencian los dos grandes conglomerados de los fenotipos de la mandíbula y su distribución dentro de la población.

Se observó que el fenotipo 1 es el menos común con 63 CBCT, siendo el 48.46% de la población y los fenotipos del conglomerado 2 presentaron 67 CBCT, consistiendo en el 51.53% de la población.

A continuación, se analizó la distribución de los fenotipos alveolares en el sector anterior de las mandíbulas. Se evidenció que en cada fenotipo mandibular hay una distribución de los fenotipos alveolares representativas (o hegemónicas), las cuales caracterizaron ese fenotipo y las demás se pueden considerar derivaciones de estas, situación similar al maxilar. Todas las distribuciones se presentan de derecha a izquierda (43-33).

10.3.2.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS FENOTIPOS ALVEOLARES EN EL SECTOR ANTERIOR DE LA MANDÍBULA Y SU CARACTERIZACIÓN

La **Tabla 12** muestra la distribución de los fenotipos alveolares en cada fenotipo del sector anterior de la mandíbula. Se observaron las mismas tendencias que en los fenotipos del maxilar.

El fenotipo 1 del sector anterior de la mandíbula se identificó porque presentó los incisivos con fenotipos alveolares delgados, cerrados espacialmente y las tablas V gruesas, y a nivel de los caninos se presentaron fenotipos opuestos con tablas V muy gruesas. Su distribución característica fue la **433334**, y sus derivadas se identifican por presentar más alveolos con F4; por tal motivo estos maxilares son más delgados, largos, con poca inclinación espacial en comparación con los fenotipos del maxilar.

La distribución del fenotipo 2 del sector anterior mandibular se caracterizó por ser uniforme con mayor prevalencia del F3, por lo que son sectores anteriores delgados, poco inclinados, con tablas V gruesas en maxilares largos. Su distribución principal fue la **333333** y las derivadas se caracterizan por presentar mayor prevalencia del F3 alveolar.

**Solo en 6 tomografías se encontraron fenotipos del conglomerado 1.**

<b>Fenotipos mandibulares</b>			
<b>Dist Fen Alv</b>	<b>1</b>	<b>2  </b>	<b>Total</b>
132334	0	1	1
133331	0	1	1
133332	0	1	1
133334	0	1	1
333331	0	1	1
333332	0	1	1
333333	0	49	49
333334	0	12	12
333344	1	0	1
433333	14	0	14
433334	28	0	28
433343	1	0	1
433344	3	0	3
434334	2	0	2
441344	1	0	1
443333	1	0	1
443334	2	0	2
443344	4	0	4
443444	3	0	3
444434	1	0	1
444444	2	0	2
<b>Total  </b>	<b>63</b>	<b>67  </b>	<b>130</b>

**Tabla 12.** Relación distribución de los fenotipos alveolares con los de la mandíbula



10.3.2 DESCRIPCIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS FENOTIPOS DEL SECTOR ANTERIOR DE LOS MAXILARES, SU DISTRIBUCIÓN Y CORRELACIÓN

**Caracterización de los fenotipos maxilares**

**Tabla 13.** Caracterización de los fenotipos del maxilar, de acuerdo con la distribución de los fenotipos alveolares presentes en este.

FENOTIPOS	n	DISTRIBUCIÓN Representativa		CARACTERIZACIÓN
		Derivadas		
<b>Maxilar 1</b>	73	<b>122221</b>	121211	Maxilares donde el sector anterior es delgado, corto, con mayor inclinación y tablas V delgadas en el sector de los incisivos, estando estos ubicados más centrados dentro de los alveolos y ancho, menos inclinado y con tablas V todavía más delgadas a nivel de los caninos y estos ubicados sagitalmente más cercanos a la tabla ósea V.
		111111	121221	
		111121	121231	
		111221	122121	
		112121	211111	
		112221	221221	
		121111		
		121121		
<b>Maxilar 2</b>	57	<b>222222</b>		Región anterior en la que la mayoría de los dientes presentaron dominancia con distribuciones fenotípica alveolar 2, y se caracterizó por ser regiones más delgadas, con mayor inclinación espacial, tablas V más gruesas y dientes en una posición más centrada dentro del alveolo.
		112212		
		122112		
		122222		
		222122		
		222212		
		222221		
322221				

**En aspectos generales el sector anterior en los maxilares es más anchos y cortos, presentan una mayor inclinación espacial y teniendo tablas V más delgadas en comparación con la mandíbula.**

### Caracterización de los fenotipos mandibulares

**Tabla 14.** Caracterización de los fenotipos de la mandíbula, de acuerdo con la distribución de los fenotipos alveolares presentes en este.

FENOTIPOS	n	DISTRIBUCIÓN		CARACTERIZACIÓN
		Representativa	Derivadas	
<b>Mandibular 1</b>	63	<b>433334</b>	443333	Mandíbulas donde el sector anterior es delgado, corto, cerrado espacialmente en el sector de los incisivos, estando estos ubicados más centrados dentro de los alveolos y ancho, cerrados espacialmente con tablas V gruesas a nivel de los caninos y estos dientes ubicados más cercanos a la tabla ósea V.
		333334	443344	
		433333	443444	
		433343	444434	
		433344	444444	
		434334		
		441344		
		443334		
<b>Mandibular 2</b>	67	<b>333333</b>		Sección anterior con una distribución más uniforme, siendo muy delgado, cerrado espacialmente con tablas V gruesas.
		132334		
		133331		
		133332		
		133334		
		333331		
		333332		
333334				

**La región anterior de la mandíbula se caracterizó por ser más delgada pero alta, con una menor inclinación espacial y por presentar tablas V más gruesas, en comparación con la zona en el maxilar.**

Se evidenciaron las mismas tendencias en ambos maxilares, un fenotipo con una distribución uniforme y otro con una distribución característica a nivel de los incisivos y el fenotipo discordante a nivel de los caninos, caracterizándose estos por tener los alveolos más gruesos.

La **Tabla 15** muestra la forma como los fenotipos maxilares y mandibulares se distribuyeron en la población, se evidencia que los fenotipos parecidos entre sí se relacionan más, fenotipo 1 maxilar y mandibular con 41 casos y de los fenotipos 2 con 35 casos. Cuando se analiza la relación entre los fenotipos maxilares y mandibulares se evidenció una correlación de estos obteniendo una  $p$  Chi<sup>2</sup> de Pearson de 0.047 y una  $p$  de Exacta de Fisher de 0.035 en una sola cola.

**Tabla 15.** Distribución y relación de los fenotipos maxilares con los mandibulares.

Fenotipo maxilar	Fenotipo mandibular		Total	Chi2 Pearson	Exacta de Fisher
	1	2			
<b>1</b>	41	22	<b>63</b>	<b>Valor: 3.9552</b>	<i>p: 0.053</i>
	65.08	34.92	<b>100</b>		
	56.16	38.60	<b>56.15</b>		
<b>2</b>	32	35	<b>67</b>		
	47.76	52.24	<b>100</b>		
	43.84	61.40	<b>43.85</b>		
<b>Total</b>	<b>73</b>	<b>57</b>	<b>130</b>	<i>p: 0.047*</i>	<i>1 cola p: 0.035*</i>
	<b>56.15</b>	<b>43.85</b>	<b>100</b>		
	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>		

**Tabla 15.** \*Los valores representativos de p se tomaron  $\leq 0.05$

Muestra la forma como se distribuyen los fenotipos maxilares con los de la mandíbula, se observaron patrones de relación entre los fenotipos parecidos entre sí: el fenotipo 1 maxilar se relacionó más con el 1 mandibular (65.08%), el fenotipo 2 maxilar con el 2 mandibular (52.24%).

Las p de Chi2 de Pearson y la exacta de Fisher son estadísticamente significativas por lo que existe una correlación entre los fenotipos maxilares con mandibulares.

#### 10.4 CLASIFICACIÓN ESQUELÉTICA

El ángulo ANB presentó valores entre  $-8.55^\circ$  a  $11.33^\circ$ , con media de  $3.127^\circ$  (**Tabla 16**); cuando se observó la distribución de la clase esquelética, se evidenció que la clase II esquelética fue la más frecuente estando presente en el 65.38% de la población estudiada (**Tabla 17**).

**Tabla 16.** Estadística descriptiva de la variable ángulo ANB.

Variable	n	Media	Desv. Est.	Rango	
				Min.	Max.
Ángulo ANB	130	3.1279	3.1770	-8.55	11.33

**Tabla 17.** Frecuencia de la clasificación esquelética en la población de estudio.

Clasificación esquelética	Frecuencia	Porcentaje
I	29	22.31
II	85	65.38
III	16	12.31
<b>Total</b>	<b>130</b>	<b>100</b>

10.4.1 RELACIÓN ENTRE LA CLASE ESQUELÉTICA Y LOS FENOTIPOS MAXILARES

Cuando se evaluó la distribución entre las clases esqueléticas y los fenotipos del maxilar y la mandíbula se observó que no existen patrones de relaciones evidentes entre los fenotipos maxilares y mandibulares con la clasificación esquelética. Tampoco se evidenciaron correlaciones entre los fenotipos con la clasificación esquelética ni a nivel del maxilar (Chi2 de Pearson: 2.6280 con  $p$  de 0.269) como la mandíbula (Chi2 de Pearson: 0.7645 con  $p$  de 0.682) (Tabla 18 y 19).

**Tabla 18.** Distribución y relación de los fenotipos maxilares con las clasificaciones esqueléticas.

Fenotipo maxilar	Clase esquelética			Total	Chi2 Pearson	Exacta de Fisher
	I	II	III			
1	13	52	8	73	Valor: 2.6280  $p: 0.269$	$p: 0.261$
	17.81	71.23	10.96	100		
	44.83	61.18	50	56.15		
2	16	33	8	57		
	28.07	57.89	14.04	100		
	55.17	38.82	50	43.85		
Total	29	85	16	130		
	22.31	65.38	12.31	100		
	100	100	100	100		

Los valores representativos de  $p$  se tomaron  $\leq 0.05$

**Tabla 19.** Distribución y relación de los fenotipos mandibulares con las clasificaciones esqueléticas.

Fenotipo mandíbula	Clase esquelética			Total	Chi2 Pearson	Exacta de Fisher
	I	II	III			
1	16	39	8	63	Valor: 0.7645  $p: 0.682$	$p: 0.676$
	25.40	61.90	12.70	100		
	55.17	45.88	50	48.46		
2	13	46	8	67		
	19.40	68.66	11.94	100		
	44.83	54.12	50	51.54		
Total	29	85	16	130		
	22.31	65.38	12.31	100		
	100	100	100	100		

Los valores representativos de  $p$  se tomaron  $\leq 0.05$

## 11. DISCUSIÓN

Para este estudio se midieron 25 características anatómicas de los 12 alveolos del sector anterior de los maxilares, en 130 CBCT, estas características se agruparon en 5 dimensiones teóricas. Se identificaron 4 fenotipos alveolares y 2 fenotipos del sector anterior en cada maxilar, los cuales se caracterizaron mediante 14 variables anatómicas.

Para la creación de las dimensiones teóricas propuestas, se tuvo en cuenta cuáles eran las características más medidas en la literatura, y se buscaron semejanzas en estas para su agrupación. Estas 5 dimensiones anatómicas se basaron en la naturaleza de estas (si se medían en grados, milímetros o de manera mixta) así como en la característica anatómica que pretendían medir. La mayoría de las mediciones propuestas en la literatura se concentran en la posición, altura y grosor de las estructuras de los alveolos (3, 12, 35, 37, 39, 40, 42). Desde un punto conceptual proponerlas así facilita su entendimiento y propósito dentro del análisis.

En el caso de las mediciones anatómicas se tuvieron reparos en dos parámetros: las mediciones de los ángulos se tomaron con base en planos de referencia tanto superior(91) como inferior(92), esto con la finalidad de tener puntos anatómicos fijo y de fácil reproducción en toda la población, además que nos daba las mediciones teniendo en cuenta las posiciones de los alveolos con respecto al cráneo. Por su parte para las mediciones en milímetros en sentido horizontal se tuvo en cuenta fue una paralela que unía las LAC´s de V y P, esto para tener tanto un punto de referencia fijo, así como tener un punto de referencia que siguiera la inclinación del diente en el alveolo, por ende, estas mediciones consideraban la inclinación de la estructura dental de los alveolos. Por su parte las mediciones en sentido vertical siguieron fue la inclinación de las estructuras óseas del alveolo; teniendo así la caracterización según todos los rasgos de las estructuras que componen los alveolos.

De acuerdo con este estudio los fenotipos alveolares se caracterizan por: el grosor y altura del alveolo, la inclinación espacial de este, el grosor de la tabla V medial y apical, así como por la altura de los maxilares que los albergan; la mayoría de estas características se centran en las dimensiones horizontales y verticales de los alveolos, componiendo 3 de los 4 componentes principales representativos en la investigación. De igual forma de manera indirecta se consideró la posición sagital del diente en el alveolo.

Se agruparon en dos grandes conglomerados, dos son más prominentes en el maxilar (F1 y F2) y los otros dos (F3 Y F4) en la mandíbula. De forma general los fenotipos del maxilar presentan una mayor inclinación espacial, menor grosor de la tabla-V a nivel medial y apical y los maxilares son más cortos; por su parte los de la mandíbula presentan una menor inclinación, presentan mayor grosor de la tabla-V y son maxilares más largos. En cada maxilar hay un fenotipo que es más grueso (F1 en el maxilar y el F4 en la mandíbula), y en estos alveolos los dientes tienden a posicionarse más cerca de la tabla vestibular, a diferencia con los otros dos donde los dientes tienden a estar más centrados en el alveolo.

En la presente investigación se vio una correlación entre el grosor del alveolo y la inclinación espacial de este con respecto a la posición del diente dentro del alveolo (posición sagital del diente). En alveolos gruesos y con menor inclinación el diente tiende a posicionarse más cerca de la tabla V, caso contrario en alveolos con mayor inclinación espacial y más delgados que tienden a tener sus dientes en posiciones más centradas en este. Hallazgos encontrados en otros estudios(93-95). Lo anterior lleva a teorizar que entre más grueso sea el alveolo, el diente tendrá una posición más vestibular ya que la oclusión se compensa en sentido horizontal más que oblicua (inclinación).

Andrew y col(84) en su estudio donde evalúan la posición de los incisivos y el grosor alveolar, encuentran hallazgos parecidos a este estudio. A pesar de que los investigadores no correlacionan el grosor total del alveolo con la posición sagital del diente, y fue un estudio realizado en cefalometrías en papel, podemos realizar algunas inferencias.

Se observaron las mismas tendencias en ambos estudios, en alveolos gruesos, los alveolos del maxilar midieron más de 9 mm en promedio y de la mandíbula más de 10 mm en promedio, hallazgos parecidos en este estudio, el diente tenía la tendencia de estar más cerca de la tabla V, observación vista tanto en oclusión normal como en Clase II. Por su parte en la mandíbula en oclusión normal se observó la tendencia que el diente estuviera más cerca de la tabla V, pero en relación Clase II, donde hay una mayor inclinación espacial de las estructuras alveolares, el diente tenía una tendencia a estar en una posición medial dentro del alveolo, tendencia encontrada en el presente estudio igualmente.

Lo más parecido que se encuentra en la literatura que asemeje a una clasificación que asocie la relación de las estructuras óseas y dentales de los alveolos serían la categorización de la *posición sagital radicular* (SPR por sus siglas en inglés: *sagittal root position*) propuesta por Kan y col(93) y la posición radial radicular (RRP siglas en inglés: *radial root position*) propuesta por Gluckman y col(96). Ambas siendo una clasificación visual de la posición del diente en el alveolo y solo considerando los dientes superiores.

La SPR, clasifica los alveolos según la cercanía de la raíz dental a las tablas V o P, dividiendo los alveolos en 4 tipos: clase I, II, III y IV, si estaban más cercanos a la tabla V, medial en el alveolo, más cercano a la tabla P o si solo 2/3 de la raíz está en contacto con ambas tablas (alveolos muy delgados), respectivamente. Por su parte la RRP clasifica a los alveolos en 6 categorías por su cercanía a las paredes, pero también considerando la posición del diente y el grosor de la cresta V, siendo estas seis categorías: clase I, IIA, IIB, III, IV y V, estando, el diente posicionado central en el alveolo, diente con retroinclinación, pero con una cresta V gruesa, retroinclinado pero con cresta V delgada, diente proinclinado, diente fuera de los límites del alveolo y con tablas V y P delgadas, respectivamente.

Las limitaciones de estas clasificaciones es que solo tiene en cuenta el grosor del alveolo y la posición del diente en este, no contempla la inclinación espacial de las estructuras óseas o dentales, así como la forma como interactúan las estructuras entre sí. Pero a pesar de que ambas clasificaciones se usen para evaluar la colocación de implantes

inmediatos, se pueden interpretar sus hallazgos para este estudio, encontrando similitudes en estos.

En el caso de la SRP, la clase I presenta alveolos gruesos y los dientes tienden a estar más cercanos a la pared V, las otras 3 clases, los alveolos se caracterizan por ser delgados y los dientes se encuentran en una posición más centrada dentro del alveolo. Por su parte la RRP, las tendencias fueron que en clases gruesas o con menos inclinación de las estructuras, el diente se posicionaba más cerca de la tabla V (siendo las clases II, III y IV), en el lado opuesto, alveolos delgados o con mayor inclinación de sus estructuras, los dientes estaban más centrados (siendo las clases I y V). En todos estos estudios los dientes superiores tendían a presentar una posición sagital más cercana a la tabla V.

En los estudios encontrados que analizan la posición sagital de los dientes superiores usando la clasificación SRP, la mayoría de los dientes superiores se clasifican como SRP I. En la población de este estudio la mayoría de los dientes del maxilar superior se encontrarían en una clasificación clase II SPR, solamente los caninos a nivel del maxilar son los que presentaron una mayor cercanía del diente a la tabla-V, teniendo una clasificación I. Por su parte los alveolos de la mandíbula tienden a presentar mayor cercanía de las raíces a nivel coronal del alveolo y a medida que se corre hacia apical la raíz se tiende a alejar de la tabla-V(97), a diferencia del maxilar superior donde el grosor de la tabla V tiende a ser más uniforme a lo largo de la raíz dental, excepto a nivel del ápice(46).

Dos aspectos se deben considerar al momento de hacer un análisis de estos resultados: El primero es que es difícil saber cuál característica presenta un mayor impacto en la posición sagital del diente en el maxilar, si el grosor del alveolo o la inclinación espacial de sus estructuras. En la mandíbula como no se encontraron diferencias entre las inclinaciones espaciales entre los dos fenotipos alveolares de esta, se puede suponer que únicamente una modificación de la posición de los dientes puede ocurrir si un cambio en el grosor de los alveolos se desarrolla.

El segundo es que aún en nuestro estudio la mayoría de los incisivos tenían un P2, y estos dientes se caracterizaban por tener una posición sagital en medio del alveolar, siendo hallazgos discrepantes con la literatura, incluso en diferentes poblaciones(94, 98). La diferencia puede deberse a que los fenotipos se caracterizaron teniendo en cuenta las características de todos los dientes y en comparación con los caninos los incisivos son más pequeños en grosor y longitud, y los centrales tienen más similitudes con los laterales que con los caninos, pudiendo ser esta la razón que el análisis estadístico los considere como un fenotipo 2.

Con respecto al grosor de la tabla-V, los dientes superiores presentaron grosor a nivel medio y apical menor y ligeramente mayor a 1 mm respectivamente, observación persistente con otros estudios, la mayoría de los estudios concluyen que la tabla-V de los dientes superiores tiene a ser delgada(96, 99). En los dientes inferiores se observan las mismas tendencias en las zonas más coronales donde la tabla-V tiende a medir menos de 1 mm(99), pero a medida que se va a las zonas más apicales del alveolo la tabla

tiende a ser más gruesa, entre los 4 a los 5 mm(97, 100), resultados similares encontrados en la presente investigación.

En este estudio el componente referente al espesor de la tabla V no tuvo diferencia estadística entre P1 y P2. Esto puede significar que un factor genómico relacionado con el grosor de la tabla V superiores no se puede ser modificado tan fácilmente, a pesar de que se produzcan cambios en el grosor del alveolar o la inclinación de sus estructuras.

La distribución de los fenotipos alveolares en la región anterior identificó 2 fenotipos del sector anterior tanto a nivel del maxilar como la mandíbula; estos fenotipos presentaron características similares entre ambos maxilares, donde un fenotipo presentó distribución de los alveolos de manera uniforme, siendo sectores delgados, muy inclinados y cortos en el maxilar e igualmente delgados, cerrados espacialmente y largos a nivel de la mandíbula. Por su parte el otro fenotipo se caracterizó por presentar diferencias a nivel de los caninos, donde en estos dientes se evidenciaron alveolos más gruesos y menos inclinados que en el resto del sector.

De manera general los sectores anteriores del maxilar son más anchos, largos, con una mayor inclinación espacial, con tablas V delgadas y en maxilares cortos. Por su parte la región en la mandíbula es más delgada, menos inclinada, con tablas V más gruesas y con mayor altura, siendo lo totalmente lo opuesto.

Cuando se analizó la relación entre los fenotipos del sector anterior de los maxilares, se evidenció una correlación entre estos, el fenotipo 1 maxilar se relacionaba más con el 1 mandibular en un 65% y el maxilar 2 con el mandibular 2 en un 52%. La correlación entre los fenotipos 1 parece ser más clara, comparada contra la de los fenotipos 2, pero se debe tener en consideración que la única diferencia entre los fenotipos se da a nivel de los caninos en sus distribuciones representativas, también se debe tener en consideración que se toma de referencia las distribuciones representativas, pero estas no son las únicas que existen, lo que hace todavía más difícil poder entender en su totalidad estas correlaciones.

Se evidenció que no había una correlación entre los fenotipos de los maxilares con la clase esquelética, no se observó una relación o patrón de relación entre estos, por lo que según este estudio la relación de los maxilares es independiente a los fenotipos, hallazgos que también se encontró en un estudio que evalúa la relación esquelética con el largo y ancho radicular, así como con el grosor del hueso cortical y esponjoso a nivel de las tablas alveolares (83); en este estudio no se encontraron relación entre las clases esqueléticas y las características estudiadas a nivel del sector anterior, las diferencias se encontraron fue a nivel del sector posterior y en los espacios interdentes mandibulares.

Gracco y col(48) sí encontraron diferencias pero entre los diferentes tipos faciales a nivel del grosor de las tablas óseas V y de la distancia entre las raíces de los 4 incisivos anteriores y la tabla P, donde en pacientes con biotipos faciales cortos presentan mayor grosor de las tablas V a nivel de los centrales y mayor distancia entre las raíces y las tablas P en los 4 incisivos anteriores, en comparación con pacientes con biotipos faciales largos. Esto presentaría discrepancias con los hallazgos con este estudio, ya que los



centrales presentaron una distribución casi equitativa entre los F1 y F2, presentando mucha semejanza con los laterales. Pero se presentaron semejanzas en cuanto a la altura de las tablas V y P, en este estudio las mediciones de las alturas de las tablas fueron bastante iguales entre los incisivos superiores, y la distribución de los fenotipos también lo comprueba. Toca tener en consideración que el estudio de Gracco midió las tablas con una paralela que hacía 90° con el plano de referencia y para este estudio se siguió la inclinación de las tablas para la medición, sin embargo, se encontraron hallazgos semejantes.

Para la presente investigación se incluyeron pacientes con cualquier patrón esquelético y oclusión, con la finalidad de poder evaluar los alveolos dentales de la forma cómo se presenten naturalmente, así también con la finalidad de poder analizar si existían fenotipos que pudieran afectarse por estas consideraciones anatómicas, pero el hecho que el análisis de conglomerados los haya distribuido en dos grandes grupos relacionados más si eran superiores o inferiores, puede dar a entender que los fenotipos alveolares son independientes a los factores locales a los que se someten durante su desarrollo.

El hecho que no se encontraran relaciones entre la clase esquelética y los fenotipos del sector anterior de los maxilares se puede deber por un lado a la n de este estudio, 130 CBCT aportan 1560 alveolos los cuales pueden no llegar a ser suficientes para evaluar correlación, por otro lado a que la clasificación esquelética existente no es lo suficientemente específica, ya que, aunque se presente una alteración esquelética, esta no necesariamente logra producir una manifestación clínica, debido a que puede haber otros factores que compensen esta problemática, como por ejemplo la posición del punto N, rotaciones del maxilar, crecimiento vertical de la cara, entre otros factores, llegando a ser poco precisa y confiable(25, 26). Por lo anterior se necesitaría una clasificación esquelética que tenga todos estos factores en consideración y analizarlos con los fenotipos del sector anterior expuestos en este trabajo. Esto cobra sentido ya que los fenotipos del sector anterior podrían funcionar como un factor que compensen o descompensen el problema esquelético de base, aminorándolo o por el contrario agrandándolo.

En cuanto al sexo, la literatura no es muy clara si este logra influir drásticamente en las diferencias de las características anatómicas de los alveolos, ya que, las diferencias se dan en unas características específicas, pero no en todas(3, 35, 37) e incluso entre características entre los dientes de la región(40). En este estudio como se estaban evaluando los componentes fenotípicos de los alveolos, no tendría sentido considerar el género como una variable que los podría alterar cuando no se tenía claro antes de la investigación si existían fenotipos de los alveolos y del sector anterior.

Sin embargo, con los resultados de la presente, si es oportuno considerar las diferencias entre los géneros en un futuro cuando se quiera realizar una clasificación cuantitativa de estos fenotipos, ya que en ese caso tomaría más relevancia esas diferencias, al ser mucho más sensible la necesidad de poder delimitar los fenotipos y estos podrían diferir entre hombres y mujeres. Sería oportuno evaluar si en las características que definen los fenotipos en este estudio las diferencias logran ser representativas.

Dentro de las limitaciones de esta investigación se encuentran que, al ser una base de datos de un estudio previo, y a pesar de que 70 tomografías fueron descartadas, no se puede estar totalmente seguro de que las restantes cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión propuestos, en casos por ejemplo de pacientes de ortodoncia que no hayan tenido exodoncias y no presenten un retenedor fijo al momento del estudio, estos no se logran descartar por los criterios de selección. Adicional puede haber factores que pueden modificar los fenotipos alveolares y que no se pudieron controlar como son hábitos como la deglución atípica, o factores locales como ausencia de dientes en el sector posterior que puedan afectar en algún nivel los alveolos y el sector anterior y por ende los fenotipos o las distribuciones de estos en la región; cabe recalcar que ninguna tomografía presentó ausencia de todo el sector posterior en este estudio, sin embargo al ser la oclusión un proceso dinámico, puede haber alguna modificación o alteración a nivel de los alveolos anteriores en algún nivel.

## **12. PERSPECTIVAS**

Para futuras investigaciones se debe evaluar la utilidad clínica de los fenotipos alveolares y del sector anterior de los maxilares; si anexarlos al diagnóstico de los tratamientos ortodónticos traería algún beneficio para la prevención de complicaciones durante estos, especialmente a los relacionados con la aparición de recesiones gingivales, las cuales son bastantes comunes durante la ejecución de estos tratamientos. También es oportuno mencionar que podría tener una utilidad para el diagnóstico de las limitaciones basales antes de empezar estos tratamientos, ya que a pesar de que el tratamiento ortodóntico convencional es colocado en los dientes y mueve estos, ningún método diagnóstico actual contempla la posición de los dientes en el alveolo, ni la forma cómo se relacionan las estructuras dentales y óseas en los pacientes.

También se puede valorar su utilidad en el tratamiento de colocaciones de implantes inmediatos en el sector anterior, a pesar de que existen una clasificación de los alveolos para evaluar las necesidades de tratamiento antes de la colocación de implantes dentales, esta se limita a ser visual y no aporta una clasificación cuantitativa, la cual se podría aportar con base en los hallazgos de la presente investigación.

Por último, sería pertinente examinar si los fenotipos encontrados en esta investigación son iguales o muy parecidos en otras poblaciones; al ser los fenotipos expresiones genéticas modificados por el medio ambiente, se puede suponer que podrían presentar diferencias en distintas poblaciones; igualmente se puede evaluar si otros factores como la anatomía transversal de los maxilares, el sexo o hábitos podrían llegar a alterar las relaciones dentales y óseas en los alveolos y por ende los fenotipos.

### 13.CONCLUSIONES

Con base en las observaciones de este estudio se llega a las siguientes conclusiones:

- I. Los fenotipos de los alveolos y del sector anterior de los maxilares se pueden definir con base en: la altura y grosor del alveolo, grosor de la tabla P a nivel coronal, medial y apical, grosor de la tabla V a nivel medio y apical y la altura del maxilar.
- II. En función de las características que definen los fenotipos alveolares se identificaron 4 fenotipos de los procesos alveolares del sector anterior de los maxilares, dos más prevalentes en el maxilar (F1 y F2) y dos en la mandíbula (F3 y F4).
- III. Cada maxilar presentó un fenotipo alveolar grueso y otro delgado, los fenotipos superiores presentaron mayor inclinación espacial, tablas V más delgadas a nivel medio y apical y se presentaban en maxilares más cortos; por su parte los de la mandíbula presentaron posición espacial más cerrada, tablas V más gruesas a nivel medio y apical y se presentaban en maxilares más largos.
- IV. Con base en la distribución de los fenotipos alveolares se identificaron dos fenotipos del sector anterior en cada maxilar, los cuales son equitativos, un fenotipo presenta alveolos más gruesos a nivel de los caninos y fenotipos más delgados en los incisivos y el otro fenotipo presentó una distribución uniforme de alveolos siendo estos más delgados a nivel de todos los alveolos del sector.
- V. Se observó una correlación entre los fenotipos del sector anterior de los maxilares donde los más parecidos entre sí se tendían a relacionar más.
- VI. No se observó una relación de los fenotipos del sector anterior de los maxilares con la clase esquelética.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

1. Menezes CC, Janson G, da Silveira Massaro C, Cambiaghi L, Garib DG. Precision, reproducibility, and accuracy of bone crest level measurements of CBCT cross sections using different resolutions. *Angle Orthod.* 2016;86(4):535-42.
2. Song JM, Lee JY, Kim YD. CBCT Morphologic Analysis of Edentulous Posterior Mandible for Mandibular Body Bone Graft. *J Oral Implantol.* 2015;41(4):477-82.
3. Srebrzynska-Witek A, Koszowski R, Rozylo-Kalinowska I. Relationship between anterior mandibular bone thickness and the angulation of incisors and canines-a CBCT study. *Clin Oral Investig.* 2018;22(3):1567-78.
4. Zucchelli G, Sharma P, Mounssif I. Esthetics in periodontics and implantology. *Periodontol 2000.* 2018;77(1):7-18.
5. Funato A, Salama MA, Ishikawa T, Garber DA, Salama H. Timing, positioning, and sequential staging in esthetic implant therapy: a four-dimensional perspective. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2007;27(4):313-23.
6. De Rouck T, Collys K, Cosyn J. Immediate single-tooth implants in the anterior maxilla: a 1-year case cohort study on hard and soft tissue response. *J Clin Periodontol.* 2008;35(7):649-57.
7. Evans CD, Chen ST. Esthetic outcomes of immediate implant placements. *Clin Oral Implants Res.* 2008;19(1):73-80.
8. Buser D, Chappuis V, Belser UC, Chen S. Implant placement post extraction in esthetic single tooth sites: when immediate, when early, when late? *Periodontol 2000.* 2017;73(1):84-102.
9. Wojczynski MK, Tiwari HK. Definition of phenotype. *Adv Genet.* 2008;60:75-105.
10. National Human Genome Research Institute. Glossary of Genetics Terms <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Fenotipo>: NIH; [updated 01 July 2022].
11. Ochsenein C, Ross S. A reevaluation of osseous surgery. *Dent Clin North Am.* 1969;13(1):87-102.
12. Becker W, Ochsenein C, Tibbetts L, Becker BE. Alveolar bone anatomic profiles as measured from dry skulls. Clinical ramifications. *J Clin Periodontol.* 1997;24(10):727-31.
13. Shah R, Sowmya N, Thomas R, Mehta D. Periodontal biotype: basics and clinical consideration. *J Inter Dent.* 2016;6:44-9.
14. Seibert J, Lindhe J. Esthetics and periodontal therapy. In: Lindhe J, editor. *Textbook Clinical Periodontology.* Copenhagen Munksgaard 1989. p. 477-514.
15. Olsson M, Lindhe J, Marinello CP. On the relationship between crown form and clinical features of the gingiva in adolescents. *J Clin Periodontol.* 1993;20(8):570-7.
16. Barootchi S, Tavelli L, Zucchelli G, Giannobile WV, Wang HL. Gingival phenotype modification therapies on natural teeth: A network meta-analysis. *J Periodontol.* 2020;91(11):1386-99.
17. Jepsen S, Caton JG, Albandar JM, Bissada NF, Bouchard P, Cortellini P, et al. Periodontal manifestations of systemic diseases and developmental and acquired conditions: Consensus report of workgroup 3 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol.* 2018;89 Suppl 1:S237-S48.
18. Malpartida-Carrillo V, Tinedo-Lopez PL, Guerrero ME, Amaya-Pajares SP, Ozcan M, Rosing CK. Periodontal phenotype: A review of historical and current classifications

- evaluating different methods and characteristics. *J Esthet Restor Dent.* 2021;33(3):432-45.
19. Okeson J. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. 7ma ed. Barcelona. : Elsevier España, S.L.; 2013.
  20. Sencherman De Savdie G, Echeverri E. Neurofisiología de la oclusión. 2da. ed. Bogotá D.C Ediciones Monserrate; 1995.
  21. Branislav V, Suárez F. Photographic atlas of the human body. 1st. ed 1984.
  22. Zamora C. Compendio de Cefalometría. 2da. ed. Ciudad de México: Amolca; 2010.
  23. Moyers R. Manual de Ortodoncia. 4ta ed. Buenos Aires: Panamericana; 1992.
  24. Ferrazzini G. Critical evaluation of the ANB angle. *Am J Orthod.* 1976;69(6):620-6.
  25. Taylor CM. Changes in the relationship of nasion, point A, and point B and the effect upon ANB. *Am J Orthod.* 1969;56(2):143-63.
  26. Walker GF, Kowalski CJ. The distribution of the ANB angle in "normal" individuals. *Angle Orthod.* 1971;41(4):332-5.
  27. Riojas M. Anatomía dental. 2da. ed. Ciudad de México: Editorial El Manual Moderno S.A de C.V; 2009.
  28. Brand R, Isselhard D. Anatomía de las estructuras orofaciales. 6ta. ed. Madrid: Harcourt Brace; 1999.
  29. Quiroz G. Anatomía humana. Ciudad de México: Porrúa; 1994.
  30. Esponda R. Anatomía dental. 7ma. ed. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2002.
  31. Newman M, Takei H, Klokkevold P, Carranza F. Newman and Carranza's Clinical Periodontology. 13th. ed. Philadelphia: Elsevier, Inc.; 2019.
  32. Sodek J, McKee MD. Molecular and cellular biology of alveolar bone. *Periodontol* 2000. 2000;24:99-126.
  33. Saffar JL, Lasfargues JJ, Cherruau M. Alveolar bone and the alveolar process: the socket that is never stable. *Periodontol* 2000. 1997;13:76-90.
  34. Kim JH, Lee JG, Han DH, Kim HJ. Morphometric analysis of the anterior region of the maxillary bone for immediate implant placement using micro-CT. *Clin Anat.* 2011;24(4):462-8.
  35. Uysal T, Yagci A, Ozer T, Veli I, Ozturk A. Mandibular anterior bony support and incisor crowding: Is there a relationship? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;142(5):645-53.
  36. Zhang X, Li Y, Ge Z, Zhao H, Miao L, Pan Y. The dimension and morphology of alveolar bone at maxillary anterior teeth in periodontitis: a retrospective analysis-using CBCT. *Int J Oral Sci.* 2020;12(1):4.
  37. Wang HM, Shen JW, Yu MF, Chen XY, Jiang QH, He FM. Analysis of facial bone wall dimensions and sagittal root position in the maxillary esthetic zone: a retrospective study using cone beam computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29(5):1123-9.
  38. Bonta H, Carranza N, Gualtieri AF, Rojas MA. Morphological characteristics of the facial bone wall related to the tooth position in the alveolar crest in the maxillary anterior. *Acta Odontol Latinoam.* 2017;30(2):49-56.
  39. Zhang S, Shi X, Liu H. Angulations of Anterior Teeth With Reference to the Alveolar Bone Measured by CBCT in a Chinese Population. *Implant Dent.* 2015;24(4):397-401.

40. AlTarawneh S, AlHadidi A, Hamdan AA, Shaqman M, Habib E. Assessment of Bone Dimensions in the Anterior Maxilla: A Cone Beam Computed Tomography Study. *J Prosthodont.* 2018;27(4):321-8.
41. Januario AL, Duarte WR, Barriviera M, Mesti JC, Araujo MG, Lindhe J. Dimension of the facial bone wall in the anterior maxilla: a cone-beam computed tomography study. *Clin Oral Implants Res.* 2011;22(10):1168-71.
42. Lee SL, Kim HJ, Son MK, Chung CH. Anthropometric analysis of maxillary anterior buccal bone of Korean adults using cone-beam CT. *J Adv Prosthodont.* 2010;2(3):92-6.
43. Farahamnd A, Sarlati F, Eslami S, Ghassemian M, Youssefi N, Jafarzadeh Esfahani B. Evaluation of Impacting Factors on Facial Bone Thickness in the Anterior Maxillary Region. *J Craniofac Surg.* 2017;28(3):700-5.
44. Dempsey PJ, Townsend GC, Martin NG, Neale MC. Genetic covariance structure of incisor crown size in twins. *J Dent Res.* 1995;74(7):1389-98.
45. Ursi WJ, Trotman CA, McNamara JA, Jr., Behrents RG. Sexual dimorphism in normal craniofacial growth. *Angle Orthod.* 1993;63(1):47-56.
46. Tsigarida A, Toscano J, de Brito Bezerra B, Geminiani A, Barmak AB, Caton J, et al. Buccal bone thickness of maxillary anterior teeth: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol.* 2020;47(11):1326-43.
47. El Nahass H, S NN. Analysis of the dimensions of the labial bone wall in the anterior maxilla: a cone-beam computed tomography study. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26(4):e57-e61.
48. Gracco A, Lombardo L, Mancuso G, Gravina V, Siciliani G. Upper incisor position and bony support in untreated patients as seen on CBCT. *Angle Orthod.* 2009;79(4):692-702.
49. Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning (tomography). 1. Description of system. *Br J Radiol.* 1973;46(552):1016-22.
50. Arai Y, Tammissalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol.* 1999;28(4):245-8.
51. Nasseh I, Al-Rawi W. Cone Beam Computed Tomography. *Dent Clin North Am.* 2018;62(3):361-91.
52. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am.* 2008;52(4):707-30.
53. Venkatesh E, Elluru SV. Cone beam computed tomography: basics and applications in dentistry. *J Istanbul Univ Fac Dent.* 2017;51(3 Suppl 1):S102-S21.
54. Rodet T, Noo F, Defrise M. The cone-beam algorithm of Feldkamp, Davis, and Kress preserves oblique line integrals. *Med Phys.* 2004;31(7):1972-5.
55. White S, Pharoah M. *Oral radiology principles and interpretation.* St. Louis: Mosby Elsevier.; 2014. p. 199-212.
56. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc.* 2006;72(1):75-80.
57. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006;35(4):219-26.
58. Schulze D, Heiland M, Thurmann H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2004;33(2):83-6.

59. Miracle AC, Mukherji SK. Conebeam CT of the head and neck, part 2: clinical applications. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2009;30(7):1285-92.
60. Fuhrmann RA, Wehrbein H, Langen HJ, Diedrich PR. Assessment of the dentate alveolar process with high resolution computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol.* 1995;24(1):50-4.
61. Demirturk Kocasarac H, Helvacioğlu Yigit D, Bechara B, Sinanoglu A, Noujeim M. Contrast-to-noise ratio with different settings in a CBCT machine in presence of different root-end filling materials: an in vitro study. *Dentomaxillofac Radiol.* 2016;45(5):20160012.
62. Schulze RK, Berndt D, d'Hoedt B. On cone-beam computed tomography artifacts induced by titanium implants. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21(1):100-7.
63. Branemark PI. Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent.* 1983;50(3):399-410.
64. Tyndall DA, Brooks SL. Selection criteria for dental implant site imaging: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000;89(5):630-7.
65. Jacobs R, Salmon B, Codari M, Hassan B, Bornstein MM. Cone beam computed tomography in implant dentistry: recommendations for clinical use. *BMC Oral Health.* 2018;18(1):88.
66. Jacobs R, van Steenberghe D. Radiographic planning and assessment of endosseous oral implants. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 1998.
67. Wu TY, Lin HH, Lo LJ, Ho CT. Postoperative outcomes of two- and three-dimensional planning in orthognathic surgery: A comparative study. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2017;70(8):1101-11.
68. Mah JK, Huang JC, Choo H. Practical applications of cone-beam computed tomography in orthodontics. *J Am Dent Assoc.* 2010;141 Suppl 3:7S-13S.
69. Kumar V, Ludlow J, Soares Cevidanes LH, Mol A. In vivo comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Angle Orthod.* 2008;78(5):873-9.
70. Scarfe WC, Levin MD, Gane D, Farman AG. Use of cone beam computed tomography in endodontics. *Int J Dent.* 2009;2009:634567.
71. Tsurumachi T, Honda K. A new cone beam computerized tomography system for use in endodontic surgery. *Int Endod J.* 2007;40(3):224-32.
72. Patel S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *Int Endod J.* 2009;42(6):463-75.
73. Kraus RD, von Arx T, Gfeller D, Ducommun J, Jensen SS. Assessment of the nonoperated root after apical surgery of the other root in mandibular molars: a 5-year follow-up study. *J Endod.* 2015;41(4):442-6.
74. Jaju PP, Jaju SP. Clinical utility of dental cone-beam computed tomography: current perspectives. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2014;6:29-43.
75. Rege IC, Sousa TO, Leles CR, Mendonca EF. Occurrence of maxillary sinus abnormalities detected by cone beam CT in asymptomatic patients. *BMC Oral Health.* 2012;12:30.
76. Kaeppeler G, Cornelius CP, Ehrenfeld M, Mast G. Diagnostic efficacy of cone-beam computed tomography for mandibular fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2013;116(1):98-104.
77. Caruso S, Storti E, Nota A, Ehsani S, Gatto R. Temporomandibular Joint Anatomy Assessed by CBCT Images. *Biomed Res Int.* 2017;2017:2916953.

78. Al-Saleh MA, Alsufyani NA, Saltaji H, Jaremko JL, Major PW. MRI and CBCT image registration of temporomandibular joint: a systematic review. *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2016;45(1):30.
79. Goodarzi Pour D, Romoozi E, Soleimani Shayesteh Y. Accuracy of Cone Beam Computed Tomography for Detection of Bone Loss. *J Dent (Tehran).* 2015;12(7):513-23.
80. Li Y, Deng S, Mei L, Li J, Qi M, Su S, et al. Accuracy of alveolar bone height and thickness measurements in cone beam computed tomography: a systematic review and meta-analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2019;128(6):667-79.
81. Timock AM, Cook V, McDonald T, Leo MC, Crowe J, Benninger BL, et al. Accuracy and reliability of buccal bone height and thickness measurements from cone-beam computed tomography imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;140(5):734-44.
82. Redua RB, Carvalho FAR, Artese FRG. Measurement of the bone height of mandibular incisors and canines on computed tomography-Limitations according to bone thickness. *Orthod Craniofac Res.* 2020;23(1):59-65.
83. Coskun I, Kaya B. Relationship between alveolar bone thickness, tooth root morphology, and sagittal skeletal pattern : A cone beam computed tomography study. *J Orofac Orthop.* 2019;80(3):144-58.
84. Andrews WA, Abdulrazzaq WS, Hunt JE, Mendes LM, Hallman LA. Incisor position and alveolar bone thickness. *Angle Orthod.* 2022;92(1):3-10.
85. Martínez G. Asociación entre las dimensiones de las vías aéreas y las características volumétricas de la mandíbula en pacientes adultos [Maestría]. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2020.
86. Comfrey A, Lee H. *A first Course in Factor Analysis.* 2nd ed. New York: Lawrence Erlbaum Associates; 1992.
87. Osborne J, Costello A. Sample size and subject to item ratio in principal components analysis. *Practical Assessment, Research, and Evaluation.* 2004;9(11).
88. Hatcher L. *A Step-by-Step Approach to Using the SAS® System for Factor Analysis and Structural Equation Modeling.* N.C: Cary; 1994.
89. MacCallum R, Widaman K, Preacher K, Hong S. Sample size in factor analysis: The role of model error. *Multivariate Behavioral Research.* 2001;36(4).
90. Presidencia de la República. Reglamento de la Ley General de salud en Materia de Investigación para la Salud México: Diario oficial de la Federación; 1983 [18 noviembre 2020]. Available from: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rlqsmis.html>.
91. Arriola-Guillen LE, Flores-Mir C. Anterior maxillary dentoalveolar and skeletal cephalometric factors involved in upper incisor crown exposure in subjects with Class II and III skeletal open bite. *Angle Orthod.* 2015;85(1):72-9.
92. Sendyk M, de Paiva JB, Abrao J, Rino Neto J. Correlation between buccolingual tooth inclination and alveolar bone thickness in subjects with Class III dentofacial deformities. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017;152(1):66-79.
93. Kan JY, Roe P, Rungcharassaeng K, Patel RD, Waki T, Lozada JL, et al. Classification of sagittal root position in relation to the anterior maxillary osseous housing for immediate implant placement: a cone beam computed tomography study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011;26(4):873-6.
94. Rodrigues DM, Petersen RL, Montez C, Barboza EP. Tomographic sagittal root position in relation to maxillary anterior bone housing in a Brazilian population. *Imaging Sci Dent.* 2022;52(1):75-82.



95. Kheur MG, Kantharia NR, Kheur SM, Acharya A, Le B, Sethi T. Three-Dimensional Evaluation of Alveolar Bone and Soft Tissue Dimensions of Maxillary Central Incisors for Immediate Implant Placement: A Cone-Beam Computed Tomography Assisted Analysis. *Implant Dent.* 2015;24(4):407-15.
96. Gluckman H, Pontes CC, Du Toit J. Radial plane tooth position and bone wall dimensions in the anterior maxilla: A CBCT classification for immediate implant placement. *J Prosthet Dent.* 2018;120(1):50-6.
97. Eraydin F, Germec-Cakan D, Tozlu M, Ozdemir FI. Three-dimensional evaluation of alveolar bone thickness of mandibular anterior teeth in different dentofacial types. *Niger J Clin Pract.* 2018;21(4):519-24.
98. Kong H. A study on sagittal root position of maxillary anterior teeth in Korean. *J Dent Rehabil Appl Sci* 2020;36:88-94.
99. Heimes D, Schiegnitz E, Kuchen R, Kammerer PW, Al-Nawas B. Buccal Bone Thickness in Anterior and Posterior Teeth-A Systematic Review. *Healthcare (Basel).* 2021;9(12).
100. Foosiri P, Mahatumarat K, Panmekiate S. Relationship between mandibular symphysis dimensions and mandibular anterior alveolar bone thickness as assessed with cone-beam computed tomography. *Dental Press J Orthod.* 2018;23(1):54-62.