



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

RELACIÓN ENTRE LA MADURACIÓN DE LA SUTURA PALATINA MEDIA Y LOS  
ESTADIOS DE MINERALIZACIÓN DEL SEGUNDO Y TERCER MOLAR  
MANDIBULAR MEDIANTE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONE BEAM

**Línea de investigación:  
Salud pública**

Tesis para optar al grado académico de Doctor en Odontología

**Autor**

Garcia Gonzales, Luis Angel

**Asesor**

Roman Mendoza, Lupuche

ORCID: 0000-0003-2089-8965

**Jurado**

Mauricio Valentín, Franco Raúl

Mendoza Murillo, Paúl Orestes

Munayco Magallanes, Americo Alejandro

**Lima - Perú**

**2026**



# RELACIÓN ENTRE LA MADURACIÓN DE LA SUTURA PALATINA MEDIA Y LOS ESTADIOS DE MINERALIZACIÓN DEL SEGUNDO Y TERCER MOLAR MANDIBULAR MEDIANTE TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA CONE BEAM

## INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	6%
2	<a href="http://gredos.usal.es">gredos.usal.es</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="http://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://repositorio.unsaac.edu.pe">repositorio.unsaac.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://tesis.ucsm.edu.pe">tesis.ucsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	<1%
8	<a href="http://eprints.uanl.mx">eprints.uanl.mx</a> Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Peruana Los Andes Trabajo del estudiante	<1%
10	<a href="http://up-rid.up.ac.pa">up-rid.up.ac.pa</a> Fuente de Internet	<1%



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

RELACIÓN ENTRE LA MADURACIÓN DE LA SUTURA PALATINA  
MEDIA Y LOS ESTADIOS DE MINERALIZACIÓN DEL SEGUNDO Y  
TERCER MOLAR MANDIBULAR MEDIANTE TOMOGRAFÍA  
COMPUTARIZADA CONE BEAM

Línea de investigación:

Salud pública

Tesis para optar al grado académico de

Doctor en Odontología

**Autor**

Garcia Gonzales, Luis Angel

**Asesor**

Roman Mendoza, Lupuche

ORCID: 0000-0003-2089-8965

**Jurado**

Mauricio Valentín, Franco Raúl

Mendoza Murillo, Paúl Orestes

Munayco Magallanes, Americo Alejandro

**Lima – Perú**

**2026**

## DEDICATORIA

A mi amado padre que en paz descanse, LUIS CESAR GARCIA HERRERA, contador de la Universidad Nacional Federico Villareal, quien con su ejemplo y enseñanzas me inspiro a realizar el doctorado en su querida alma mater

## AGRADECIMIENTO

A mis maestros del Doctorado en Odontología por sus lecciones y enseñanzas, por ser inspiración en el camino del saber.

A mis promociones del Doctorado por siempre compartir sus conocimientos.

## ÍNDICE

Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
<b>I. Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Descripción del problema .....	3
1.3 Formulación del problema .....	5
<i>1.3.1 Problema general</i> .....	5
<i>1.3.2 Problemas específicos</i> .....	5
1.4 Antecedentes .....	6
1.5 Justificación de la investigación .....	16
1.6 Limitaciones de la investigación .....	18
1.7 Objetivos de la investigación .....	19
<i>1.7.1 Objetivo general</i> .....	19
<i>1.7.2 Objetivos específicos</i> .....	19
1.8 Hipótesis .....	20
<b>II. Marco teórico .....</b>	<b>21</b>
2.1 Marco conceptual.....	21
<b>III. Método.....</b>	<b>39</b>
3.1 Tipo de investigación .....	39
3.2 Población y muestra .....	39
3.3 Operacionalización de variables .....	43
3.4 Instrumentos .....	45
3.5 Procedimientos .....	46

3.6 Análisis de datos .....	50
3.7 Consideraciones éticas .....	50
<b>IV. Resultados .....</b>	<b>52</b>
<b>V. Discusión de resultados .....</b>	<b>66</b>
<b>VI. Conclusiones.....</b>	<b>71</b>
<b>VII. Recomendaciones .....</b>	<b>73</b>
<b>VIII. Referencias .....</b>	<b>74</b>
<b>IX. Anexos .....</b>	<b>84</b>
Anexo A. Ficha de recolección de datos .....	84
Anexo B. Cortes Tomográficos representativos de los estadios de la clasificación de Angelieri y colb. (2013).....	86
Anexo C. Cortes Tomográficos representativos de los estadios de la clasificación de Demirijian y colb. (1973).....	89
Anexo D. Matriz de consistencia .....	93
Anexo E. Constancia de capacitación y calibración .....	94
Anexo F. Constancia de recolección de datos .....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de pacientes seleccionados según características.....	52
Tabla 2. Relación de maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular.....	53
Tabla 3. Relación entre maduración de la sutura palatina media y la mineralización del segundo mandibular.....	54
Tabla 4. Relación entre maduración de la sutura palatina media y la mineralización del tercer molar mandibular.....	55
Tabla 5. Relación entre mineralización del segundo y tercer molar mandibular.....	56
Tabla 6. Estadio de maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular según edad.....	57
Tabla 7. Estadio de maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular según sexo.....	58
Tabla 8. Relación entre la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del segundo molar mandibular en el sexo masculino.....	60
Tabla 9. Relación entre la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del tercer molar mandibular en el sexo masculino.....	61
Tabla 10. Relación entre la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del segundo molar mandibular en el sexo femenino.....	62
Tabla 11. Relación entre la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del tercer molar mandibular en el sexo femenino.....	63
Tabla 12. Relación entre la mineralización del segundo y tercer molar mandibular en el sexo masculino.....	64
Tabla 13. Relación entre la mineralización del segundo y tercer molar mandibular en el sexo femenino.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estadios de maduración de la sutura palatina media .....	27
Figura 2. Esquema de la maduración de la sutura palatina media .....	29
Figura 3. Estadios de mineralización dentaria .....	32
Figura 4. Esquemas de los estadios de mineralización dentaria .....	33
Figura 5. Tomógrafo con beam.....	45
Figura 6. Orientación del volumen tomográfico para evaluación de la sutura palatina .....	48
Figura 7. Reformación panorámica para evaluación de estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular.....	49
Figura 8. Distribución de pacientes seleccionados según rango de edad .....	52
Figura 9. Corte axial de tomografía cone beam de sutura palatina en estadio A.....	84
Figura 10. Corte axial de tomografía cone beam de sutura palatina en estadio B.....	84
Figura 11. Corte axial de tomografía cone beam de sutura palatina en estadio C.....	85
Figura 12. Corte axial de tomografía cone beam de sutura palatina en estadio D.....	85
Figura 13. Corte axial de tomografía cone beam de sutura palatina en estadio E.....	86
Figura 14. Corte sagital de tomografía cone beam en zona de tercer molar en estadio A de mineralización dentaria.....	87
Figura 15. Corte sagital de tomografía cone beam en zona de tercer molar en estadio B de mineralización dentaria.....	87
Figura 16. Corte sagital de tomografía cone beam en zona de tercer molar en estadio C de mineralización dentaria.....	88
Figura 17. Corte sagital de tomografía cone beam en zona de tercer molar en estadio D de mineralización dentaria.....	88

Figura 18. Corte sagital de tomografía cone beam en zona de tercer molar en estadio E de mineralización dentaria.....	89
Figura 19. Corte sagital de tomografía cone beam en zona de tercer molar en estadio F de mineralización dentaria.....	89
Figura 20. Corte sagital de tomografía cone beam en zona de tercer molar en estadio G de mineralización dentaria.....	90
Figura 21. Corte sagital de tomografía cone beam en zona de tercer molar en estadio H de mineralización dentaria.....	90

## RESUMEN

**Objetivo:** Relacionar la maduración de la sutura palatina media (SPM) y los estadios de mineralización del segundo molar mandibular (2MM) y tercer molar mandibular (3MM) mediante Tomografía computarizada cone beam (TCCB). **Método:** El tipo de estudio fue descriptivo, transversal, retrospectivo y correlacional. De 456 tomografías disponibles se evaluaron 121 que cumplieron con los criterios de selección. La distribución se organizó en cinco grupos de edad, no se realizó un muestreo estratificado ni se equipararon los tamaños de los grupos para conservar todos los casos disponibles, no perder información y preservar la integridad de la muestra final. Luego mediante la clasificación de Angelieri se determinó el estadio de maduración de la SPM y mediante la clasificación de Demirjian los estadios mineralización del 2MM y 3MM. **Resultados:** Se encontró que la relación de maduración de la SPM y el estadio de mineralización del 2MM presentó un coeficiente de 0.574 y que la relación de maduración de la SPM y estadios de mineralización del 3MM presentó un coeficiente de 0.548, en ambos casos una correlación positiva moderada. En cuanto a la relación entre los estadios de mineralización del 2MM y del 3MM, el coeficiente de correlación fue de 0.802 una correlación positiva alta. El análisis se realizó con el Coeficiente de Correlación de Spearman ( $p \leq 0,05$ ). **Conclusiones:** Se encontró una relación significativa entre la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del segundo y tercer molar mandibular mediante tomografía Cone Beam, lo que permite una evaluación más precisa del desarrollo cráneo-facial. Además, el segundo molar resultó útil para estimar el momento biológico de intervención ortodóncica, mientras que el tercer molar mostró mayor valor diagnóstico en etapas más avanzadas del desarrollo.

*Palabras clave:* tomografía computarizada de haz cónico, suturas anatómicas, paladar, ortodoncia, desarrollo dentario, mineralización del diente.

## ABSTRACT

**Objective:** To relate the maturation of the midpalatal suture (MPS) and the mineralization stages of the mandibular second molar (2MM) and mandibular third molar (3MM) using Cone beam computed tomography (CBCT). **Method:** The study was descriptive, cross-sectional, retrospective, and correlational. Out of 456 available tomographies, 121 that met the selection criteria were evaluated. The distribution was organized into five age groups; stratified sampling was not performed and group sizes were not equalized in order to retain all available cases, avoid data loss, and preserve the integrity of the final sample. The maturation stage of the MPS was determined using the Angelieri classification, and the mineralization stages of the 2MM and 3MM were assessed using the Demirjian classification. **Results:** It was found that the relationship between MPS maturation and the mineralization stage of the 2MM showed a coefficient of 0.574, and that the relationship between MPS maturation and the mineralization stages of the 3MM showed a coefficient of 0.548, both cases indicating a moderate positive correlation. Regarding the relationship between the mineralization stages of the 2MM and 3MM, the correlation coefficient was 0.802, indicating a high positive correlation. The analysis was performed using Spearman's Correlation Coefficient ( $p \leq 0.05$ ). **Conclusions:** A significant relationship was found between the maturation of the midpalatal suture and the mineralization of the mandibular second and third molars using Cone Beam Computed Tomography, allowing for a more accurate evaluation of craniofacial development. In addition, the second molar proved useful for estimating the biological timing of orthodontic intervention, while the third molar showed greater diagnostic value in more advanced stages of development.

*Keywords:* cone-beam computed tomography, anatomical sutures, palate, orthodontics, tooth development, tooth mineralization.

## I. INTRODUCCIÓN

En el tratamiento de las maloclusiones existen diferentes opciones de planificación y manejo terapéutico, se pueden utilizar diversos aparatos ortopédicos, ortodónticos, dispositivos de anclaje temporal, procedimientos quirúrgicos o una combinación de estos. La elección del tratamiento más adecuado entre diversos factores, dependerá principalmente de la edad del paciente y la severidad o complejidad de la maloclusión

Para brindar la opción terapéutica más adecuada, es de suma importancia conocer la edad ósea y la edad dental ya que constituyen un indicador de madurez biológica, a partir del cual se puede determinar el tiempo o ritmo de maduración durante el crecimiento y desarrollo. Asimismo, para tomar la decisión de realizar un tratamiento ortopédico, ortodóntico u ortquirúrgico a un paciente con una maloclusión con compromiso en el plano transversal, es de suma importancia conocer cómo se relaciona su edad cronológica, ósea y dental con el estadio de maduración de la sutura palatina, y así poder elegir la terapéutica más adecuada en cuanto a la relación costo y efectividad, pudiendo brindar un pronóstico sobre si es posible realizar una disyunción o expansión maxilar.

La Tomografía computarizada cone beam (TCCB) es un examen imagenológico cada vez más utilizado con fines diagnósticos en odontología, el cual mediante el uso de programas nos permite visualizar estructuras anatómicas en las 3 dimensiones del espacio, es así que nos permitirá evaluar la sutura palatina media (SPM), también nos permitirá visualizar en reformaciones panorámicas en 2D realizadas a partir de ella, el desarrollo del segundo molar mandibular (2MM) y del tercer molar mandibular (3MM); para determinar en qué estadio de maduración y mineralización se encuentran según el índice respectivo.

## 1.1. Planteamiento del problema

Las Maloclusiones dentales en el plano transversal se relacionan con alteraciones en la forma y la función; suelen ser complejas de tratar, siendo la expansión del maxilar en muchas ocasiones la alternativa terapéutica indicada para solucionarlas. McNamara (2002) menciona que es muy conocido que existe una relación directa entre la dimensión transversal, espacio disponible y longitud de arcada, lo cual está relacionado con la presencia de malposiciones dentarias.

La deficiencia transversal o compresión esquelética maxilar es una condición frecuente que puede causar problemas estéticos y funcionales que comúnmente presentan apiñamiento dentario, mordida cruzada posterior y correderas bucales estrechas (McNamara, 2000). Su origen es multifactorial y su corrección dependerá del diagnóstico, severidad, características individuales del paciente, colaboración con el tratamiento y opción terapéutica elegida. También se debe valorar la edad del paciente, tipo de aparato empleado y fuerza aplicada si se desea obtener un efecto ortopédico u ortodóncico.

En el ámbito de la ortodoncia, las fuerzas ortopédicas se emplean con frecuencia para corregir alteraciones en los planos sagital, vertical y transversal. Entre las distintas alternativas, la Expansión Rápida Maxilar (ERM) constituye un procedimiento habitual para tratar la constricción transversal del maxilar, tanto en presencia como en ausencia de mordida cruzada posterior, favoreciendo así el incremento de la longitud de la arcada y la disminución del apiñamiento dentario. (Baccetti et al., 2000).

Este método produce un ensanchamiento transversal de la base esquelética del maxilar a través de la apertura de la sutura palatina media. La fase de crecimiento previa a la pubertad es considerada la más favorable para obtener resultados predecibles, dado que en ese momento la sutura palatina media y las suturas circunmaxilares aún no han alcanzado un grado avanzado de interdigitación. (Lagravere et al., 2005; Oh et al., 2019).

Demirturk et al. (2017) mencionaron que, para estimar la edad y evaluar los estadios de crecimiento, se han empleado diversos métodos, entre los que destacan las radiografías de mano y muñeca, la valoración de la maduración vertebral cervical (EMVC) y los análisis de maduración dental, entre otros. Si bien la edad cronológica se ha utilizado como referencia para estimar el grado de madurez biológica, su capacidad predictiva es limitada debido a la amplia variabilidad existente en los tiempos de crecimiento (Fishman et al., 1979). Por su parte, Baccetti et al. (2005) subrayan la importancia de identificar el momento de maduración ósea para decidir el inicio del tratamiento en maloclusiones significativas, como las clases II y III esqueléticas, con el fin de alcanzar resultados más favorables. Además, la literatura indica que tanto la duración como el inicio de la etapa puberal pueden variar según el tipo de maloclusión esquelética presente. (Perinetti et al., 2016).

Actualmente se continúan realizando investigaciones y esfuerzos adicionales con el objetivo de desarrollar técnicas más confiables y precisas en la búsqueda de indicadores con una fiabilidad adecuada mediante la Tomografía Computarizada Cone Beam.

## **1.2. Descripción del problema**

Con la finalidad de evaluar la sutura palatina media, Angelieri et al. (2013) desarrollaron un sistema de 5 etapas mediante la observación de imágenes obtenidas a partir de la TCHC, en la búsqueda de predecir el momento de la osificación de la sutura y relacionarla con la edad cronológica de los pacientes.

Asimismo, Demirjian et al. (1973) propusieron un enfoque práctico y accesible para estimar la edad dental a partir del análisis del desarrollo de los dientes permanentes mediante la observación de radiografías panorámicas. Este método clasifica la maduración dentaria en ocho fases, que van desde el inicio de la formación de la cúspide dental (fase A) hasta el cierre total de las raíces (fase H). A través de este sistema, introdujeron el concepto de edad dental

como una forma de evaluar el crecimiento de una persona, tomando como referencia cuatro piezas dentales específicas: el canino inferior izquierdo, el primer y segundo premolar, y el segundo molar. El hecho de considerar cada diente como una unidad de análisis independiente permite obtener una estimación más precisa del desarrollo dentario y del crecimiento general. (Demirjian y Goldstein, 1976)

En este contexto, aunque los terceros molares no han sido estudiados ampliamente, tienen una importancia especial, ya que son los últimos en desarrollarse y suelen finalizar su formación cuando el crecimiento óseo ha llegado a su fin, lo que sugiere una posible relación entre su mineralización y la madurez esquelética. (Trakinienė et al., 2016)

Existe controversia en cuanto al uso de la TCHC de manera rutinaria para el diagnóstico de todos los casos, ya que la dosis de radiación para obtener imágenes tomográficas es superior a la de los rayos X. Es discutible indicar una TCHC con el único propósito de evaluar el estadio de madurez o crecimiento de un individuo. (Abdelkarim et al., 2019) Por lo tanto, se hace necesario para una adecuada práctica clínica establecer una relación entre diversos Índices de maduración ósea y así determinar de una manera más exacta el estadio de crecimiento, además se podrían disminuir el número de exámenes imagenológicos solicitados necesarios para este fin en beneficio de los pacientes.

El presente estudio se realizó con la finalidad de obtener aportes científicos en beneficio de la salud pública de la población peruana, mediante la evaluación de la maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular con Tomografía Computarizada Cone Beam, las cuales fueron obtenidas de los registros previos del Centro de Imágenes Life 3D entre enero de 2023 a diciembre 2024.

### **1.3. Formulación del problema**

#### ***1.3.1. Problema general***

¿Existe relación entre los estadios de maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular mediante Tomografía Computarizada Cone Beam en pacientes que acudieron al Centro de Imágenes Life 3D?

#### ***1.3.2. Problemas específicos***

- ¿Cuál será la relación entre la maduración de la sutura palatina media y mineralización del segundo molar mandibular?
- ¿Cuál será la relación entre la maduración de la sutura palatina media y mineralización del tercer molar mandibular?
- ¿Cuál será la relación entre la mineralización del segundo y tercer molar mandibular?
- ¿Cuál será el estadio de maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular según edad?
- ¿Cuál será el estadio de maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular según sexo?
- ¿Cuál será la relación entre la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del segundo molar mandibular en el sexo masculino?
- ¿Cuál será la relación entre la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del tercer molar mandibular en el sexo masculino?
- ¿Cuál será la relación entre la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del segundo molar mandibular en el sexo femenino?
- ¿Cuál será la relación entre la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del tercer molar mandibular en el sexo femenino?

- ¿Cuál será la relación entre la mineralización del segundo y tercer molar mandibular en el sexo masculino?
- ¿Cuál será la relación entre la mineralización del segundo y tercer molar mandibular en el sexo femenino?

#### 1.4. Antecedentes

Booth et al. (2024) realizaron un estudio en donde investigaron las correlaciones entre la maduración de la sincondrosis esenooccipital (SEO), las vértebras cervicales (MVC), la sutura palatina media (SPM) y la mineralización del tercer molar (3MM). Analizaron 570 tomografías computarizadas cone beam (TCCB) y los estadios fueron clasificados por dos investigadores independientes.

En los resultados obtenidos se encontró una fuerte correlación entre la maduración de la SEO y la MVC ( $r = 0,845$ ) y entre la SEO y la SPM ( $r = 0,742$ ), así como una correlación significativa entre la MVC y la SPM ( $r = 0,659$ ). La correlación entre la 3MM y la SEO fue de ( $r = 0,444$ ), con la SPM de ( $r = 0,392$ ), y con la MVC de ( $r = 0,358$ ). Los modelos de regresión ordinal sugirieron que la SOS puede ser utilizada como un marcador predictivo para la maduración de la MVC y la SPM.

En conclusión, la SEO muestra una fuerte relación con la maduración esquelética, y representa un medio eficaz para predecir la maduración de la MVC y la SPM. La mineralización del 3MM también presenta una correlación moderada con estos indicadores, lo que sugiere su utilidad como complemento en la evaluación de la madurez esquelética.

Sefeldaitte et al. (2023) en su investigación tuvieron como objetivo evaluar la relación entre la mineralización del tercer molar y las etapas de maduración de la sutura palatina media utilizando imágenes de tomografía computarizada cone beam (TCCB). En su estudio se

analizaron 97 imágenes TCCB de pacientes con edades comprendidas entre 8 y 37 años, con crecimiento y desarrollo normal. Se excluyeron pacientes con labio y paladar hendidos, tratamientos de caries o cavidades presentes en los terceros molares. Se evaluaron las etapas de osificación de la sutura palatina media según el protocolo de Angelieri et al., mientras que el grado de mineralización del tercer molar se midió utilizando el índice de Demirjian.

Utilizaron análisis estadísticos para determinar la correlación entre las variables, encontrando una correlación positiva significativa entre la maduración del tercer molar y la madurez de la sutura palatina media ( $R=0.814$ ,  $P<0.01$ ). Asimismo, se observó una correlación fuerte entre el desarrollo del tercer molar y la edad cronológica ( $R=0.883$ ,  $P<0.01$ ). Sin embargo, concluyeron que, aunque existe una asociación entre la mineralización del tercer molar y la madurez de la sutura palatina media, la medida de la mineralización del tercer molar no es un criterio preciso para determinar con exactitud la etapa de maduración de dicha sutura.

Munusamy et al. (2023) en su estudio tuvieron como objetivo evaluar y correlacionar la maduración de la sutura palatina media, la maduración vertebral cervical (MVC) y la mineralización del segundo molar mandibular utilizando imágenes de tomografía computarizada cone beam (TCCB).

El estudio incluyó a 100 sujetos (55 hombres y 45 mujeres) cuya edad promedio fue de  $13.56 \pm 4.46$  años, quienes fueron divididos en cinco grupos según las etapas de maduración de la sutura palatina media (A a E). Las etapas de maduración vertebral cervical fueron evaluadas en radiografías cefalométricas laterales, y las etapas de mineralización del segundo molar se analizaron en ortopantomografías obtenidas con el sistema TCCB Carestream CS 9300C 3D. La correlación entre las variables se calculó mediante el coeficiente de correlación de Spearman, y la precisión en la predicción de las etapas de maduración de la sutura palatina

media se estimó mediante sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y razón de probabilidad.

Los resultados mostraron una correlación positiva altamente significativa entre la etapa de la sutura palatina media y la etapa MVC ( $r = 0.930$ ,  $p < 0.001$ ), entre la etapa de la sutura palatina media y la etapa de mineralización del segundo molar mandibular izquierdo ( $r = 0.757$ ), y entre la etapa MVC y la etapa de mineralización del segundo molar mandibular izquierdo ( $r = 0.760$ ). Concluyeron que las etapas de maduración vertebral cervical 1, 2 y 3 pueden utilizarse clínicamente para predecir las etapas de maduración de la sutura palatina media A, B y C, respectivamente, dado que sus razones de probabilidad fueron superiores a 10. Por otro lado, las etapas de mineralización del segundo molar tuvieron un valor predictivo menor para las etapas de la sutura palatina media.

Chutasripanich et al. (2022) investigaron la relación entre la maduración de la sutura palatina media (SPM), la maduración cervical vertebral (MVC) y la edad dental. Se analizaron 103 pacientes (44 hombres, 59 mujeres, edad media de  $14.36 \pm 2.7$  años) con imágenes de tomografía computarizada cone beam (TCCB) que mostraban toda la sutura palatina media, y radiografías cefalométricas laterales o panorámicas realizadas dentro de los 3 meses posteriores al TCCB. Las etapas de desarrollo de la SPM, la MVC y la edad dental fueron evaluadas mediante análisis de correlación de rangos de Spearman. Se encontró que no había correlación entre la maduración de la sutura palatina media y la MVC. Sin embargo, la maduración de la SPM mostró una correlación significativa con la edad dental, siendo el segundo premolar mandibular el que presentó el coeficiente de correlación más alto con la maduración de la sutura palatina media.

Gao Lun et al. (2020) en su estudio realizado investigaron la correlación entre las etapas morfológicas de la sutura palatina media (SPM) y la edad dental evaluada con el método de

Demirjian. El estudio incluyó un total de 1076 imágenes de tomografía computarizada cone beam (TCCB) de pacientes de entre 6 y 21 años (675 mujeres y 401 hombres). Se analizaron las imágenes TCCB para observar la vista horizontal de la sutura palatina media y determinar su etapa de maduración, comparándola con la edad dental de cada paciente.

En los resultados que obtuvieron se observó una correlación significativa entre la maduración de la SPM y la edad dental, especialmente en el segundo premolar y segundo molar inferiores izquierdos. Para el segundo premolar, el 95,2% de los pacientes en las etapas B y D de maduración dental se encontraban en las etapas SPM 1 o 2, mientras que los pacientes en las etapas más avanzadas de maduración dental (G y H) mostraron una mayor probabilidad de estar en las etapas de la SPM de la 3 a 5. Un patrón similar se observó en el segundo molar inferior izquierdo.

El análisis de correlación de Spearman reveló que la mayor correlación se dio entre la edad dental del segundo molar inferior izquierdo y la etapa de la SPM, con un coeficiente de 0,68, seguido por el segundo premolar con 0,64. Aunque la eficiencia diagnóstica de la edad dental para predecir la maduración de la SPM fue limitada en algunos casos, el estudio concluyó que el uso de TCCB es una adecuada herramienta que puede complementar la evaluación del estado de maduración y fusión de la SPM.

Al-Balbeesi et al. (2018) investigaron la eficacia de utilizar las etapas de desarrollo de los caninos y terceros molares para predecir la maduración esquelética en la población saudí. La muestra fue de 239 pacientes saudíes (106 hombres y 133 mujeres) de entre 9 y 21 años, cuyas radiografías cefalométricas laterales y ortopantomografías fueron evaluadas para determinar las etapas de desarrollo dental mediante los métodos de Nolla y Demirjian, mientras que la maduración de vértebras cervicales (MVC) se evaluó mediante el método de Baccetti.

Los resultados mostraron que las etapas de MVC, III y IV tenían una correlación más fuerte con el desarrollo del canino mandibular izquierdo (etapa 10 de Nolla y etapa H de Demirjian) en comparación con el canino maxilar, especialmente en los hombres ( $r = 0.700$ ,  $P < 0.001$ ). Por otro lado, los terceros molares maxilares en las etapas 5 y 7 de Nolla también mostraron asociación con las etapas MVC, III y IV ( $r = 0.540$  en mujeres y  $r = 0.639$  en hombres,  $P < 0.001$  en ambos). En general, se observó una correlación ligeramente más alta en los hombres que en las mujeres en las etapas MVC, III y IV. Curiosamente, los caninos mostraron una correlación más fuerte con la maduración esquelética que los terceros molares en los niños saudíes.

El estudio concluyó que las etapas de desarrollo dental, especialmente las de los caninos, estaban altamente correlacionadas con las etapas de MVC, III y IV en sujetos saudíes, lo que sugiere que estas etapas dentales podrían ser utilizadas como un indicador eficaz de la maduración esquelética.

Trakinienė et al. (2016) evaluaron si las etapas de calcificación de los caninos maxilares, segundos molares mandibulares y terceros molares mandibulares pueden servir para determinar la madurez esquelética. El estudio analizó 274 sujetos de 7 a 19 años mediante radiografías panorámicas digitales y cefalométricas laterales. Se encontró una asociación significativa entre las etapas de maduración cervical vertebral (CVM) y las etapas de calcificación dental. Por ejemplo, el CVM estadio 2 se correlacionó con el estadio 4 del canino maxilar, el estadio 4 del segundo molar mandibular, y el estadio 1 del tercer molar mandibular. Los estadios de CVM 3 y 4 también mostraron correlaciones con las etapas de calcificación dentales correspondientes. Las correlaciones más altas fueron con el canino maxilar ( $r = 0.812$ ) y el segundo molar mandibular ( $r = 0.824$ ). El estudio advirtió sobre el tamaño limitado de la muestra y la alta variabilidad en los grupos, lo que limita el análisis adicional.

Se concluye que las etapas de calcificación de estos dientes pueden ser útiles para evaluar la madurez esquelética, pero se necesita más investigación con una muestra mayor para confirmar estos resultados.

Mehta et al. (2016) en su estudio tuvieron como objetivos estimar la madurez dental del tercer molar mandibular usando el índice de Demirjian (ID), relacionar la madurez esquelética y dental, y evaluar el uso del tercer molar mandibular en combinación con las vértebras cervicales para determinar el crecimiento en adolescentes. El estudio incluyó 615 sujetos (300 hombres y 315 mujeres) de 9 a 18 años, utilizando radiografías panorámicas y cefalogramas laterales para estimar la madurez dental (ID) y esquelética (indicadores de maduración de las vértebras cervicales, CVMI). Los resultados mostraron una asociación altamente significativa entre el ID y el CVMI ( $r = 0.81$  para hombres y  $r = 0.72$  para mujeres). El estadio B del ID correspondió al estadio 2 del CVMI (prepico del estirón puberal) en ambos sexos. En hombres, los estadios C y D del ID indicaron el pico del estirón puberal, mientras que en mujeres, los estadios B y C mostraron que no se había superado dicho pico. El estadio E del ID en mujeres y el estadio F del ID en hombres se asociaron con haber superado el pico del estirón puberal.

En conclusión, el estudio encontró una alta correlación entre el ID del tercer molar mandibular y el CVMI, sugiriendo que los estadios del ID son indicadores complementarios confiables de la madurez esquelética en adolescentes.

Toodehzaeim et al. (2020) evaluaron la utilidad de los estadios de calcificación del segundo molar mandibular para determinar las fases de crecimiento esquelético. Se analizaron radiografías panorámicas y cefalogramas laterales de 125 sujetos (64 mujeres y 61 hombres) de entre 8 y 17 años. Se encontró una alta correlación entre los estadios de calcificación del segundo molar y los indicadores de madurez esquelética, con coeficientes de correlación de

0.819 para mujeres y 0.805 para hombres ( $P < 0.0001$ ). Los estadios de calcificación permitieron identificar la fase de crecimiento postpuberal con un buen rendimiento diagnóstico ( $LHR \geq 10$ ) para el estadio H del segundo molar.

En conclusión, a pesar de la alta correlación observada, los estadios de calcificación del segundo molar mandibular son más confiables para identificar la fase postpuberal que para otras fases del crecimiento esquelético.

Villarroel et al. (2021) evaluaron la maduración de la sutura palatina media en 150 chilenos de 15 a 30 años utilizando tomografía computarizada de haz cónico. La maduración sutural se clasificó en cinco etapas (A, B, C, D y E) según el método de Angelieri et al. La etapa más frecuente fue C (43.3%), seguida por E (33.3%) y D (22%). Los hombres mostraron una predominancia de la etapa C (49%), mientras que las mujeres presentaron más frecuentemente la etapa E (39%). No se encontraron diferencias significativas entre sexos.

El estudio concluye que, aunque la mayoría de la muestra presentó etapas avanzadas de maduración, el 45% mostró estados que permitirían la expansión no quirúrgica de la sutura. Se recomienda realizar una evaluación individualizada con imagenología 3D debido a la variabilidad en la maduración observada.

Jimenez-Valdivia et al. (2019) en su investigación evaluaron las etapas de maduración de la sutura palatina media en individuos de 10 a 25 años mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT).

La muestra consistió en 200 exploraciones CBCT de 95 hombres y 105 mujeres, divididos en adolescentes ( $n = 48$ ), postadolescentes ( $n = 52$ ) y adultos jóvenes ( $n = 100$ ). Se utilizó el método de Angelieri para clasificar los estadios de maduración en cinco categorías.

Los estadios A, B y C se clasificaron como sutura abierta, mientras que los estadios D y E indicaron sutura cerrada.

Los resultados mostraron que la probabilidad de encontrar una sutura palatina media abierta era del 70.8% en individuos de 10 a 15 años, disminuyendo a 21.2% en aquellos de 16 a 20 años y 17% en los de 21 a 25 años. Además, la posibilidad de encontrar una sutura abierta era mayor en hombres que en mujeres.

El estudio concluye que la probabilidad de encontrar una sutura palatina media abierta en postadolescentes y adultos jóvenes es mayor de lo que se pensaba anteriormente, y que los ortodoncistas deberían considerar el uso de CBCT para evaluar la maduración de la sutura y planificar tratamientos de expansión maxilar.

Lecca-Morales et al. (2017) analizaron la asociación entre los estadios de calcificación dental y la maduración esquelética en una muestra de población peruana. El estudio incluyó el análisis de radiografías panorámicas, cefalométricas y de mano-muñeca de 78 pacientes (34 mujeres y 44 varones) con edades entre los 7 y 17 años (edad promedio de  $9,90 \pm 2,5$  años). Se evaluaron los estadios de calcificación del canino mandibular, primer y segundo premolar, y segundo molar, así como la maduración esquelética utilizando los métodos de mano-muñeca y de vértebras cervicales.

Los resultados evidenciaron correlaciones positivas y estadísticamente significativas entre la calcificación dental y la maduración esquelética para todas las piezas evaluadas. La mayor asociación se observó entre el segundo molar mandibular y los estadios de maduración de mano-muñeca ( $r = 0.758$ ,  $p < 0.001$ ), así como con los de vértebras cervicales ( $r = 0.605$ ,  $p < 0.001$ ). Además, se identificó que el pico de crecimiento puberal coincidía con el estadio G de calcificación del segundo molar mandibular, mientras que el pico de crecimiento mandibular se presentaba en el estadio F de dicho diente.

En conclusión, el estudio confirmó una relación positiva entre los estadios de calcificación dental y la maduración esquelética evaluada mediante los métodos de muñeca y vértebras cervicales. Se destacó que los estadios de calcificación del segundo molar mandibular presentaron las correlaciones más altas con ambos métodos de evaluación esquelética.

Chávez-Sevillano et al. (2021) en su estudio realizado en una muestra peruana, evaluaron el grado de osificación de la sutura palatina media (SPM) en niños, adolescentes y adultos, utilizando tomografías computarizadas cone beam (TCCB).

Analizaron 315 tomografías en total correspondientes a 168 mujeres y 147 varones, organizados en tres grupos etarios: niños, adolescentes y adultos. Para el estudio, las imágenes se revisaron principalmente en cortes axiales mediante el software Real Scan 2.0, y se determinó el estadio de osificación de la SPM en la sección vertical del paladar, clasificándolos en cinco etapas, desde A hasta E, según el protocolo de Angelieri.

Los resultados evidenciaron que los estadios de osificación variaron significativamente de acuerdo con la edad de los participantes ( $P < 0.005$ ). Se observó que tanto en hombres como en mujeres del grupo infantil, la osificación era menos avanzada en comparación con los grupos de adolescentes y adultos ( $P < 0.001$ ), mientras que no se registraron diferencias relevantes entre estos dos últimos. Asimismo, en el grupo masculino se encontró una correlación positiva moderada entre la edad y el grado de osificación de la sutura ( $Rho = 0.511$ ).

El estudio concluyó que el proceso inicial de osificación de la SPM ocurre principalmente en sujetos menores de 12 años, encontrándose con mayor frecuencia en los estadios B y C en ambos sexos. No se detectaron diferencias significativas en el avance de la osificación entre adolescentes y adultos.

Ferrillo et al. (2024) en su estudio analizaron los factores que influyen en la maduración de la sutura palatina media (SPM), investigaron el efecto de la edad, el sexo, el ángulo Frankfurt-mandibular (FMA) y la maduración esquelética sobre el grado de osificación de dicha sutura. Se utilizaron tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT) y radiografías laterales del cráneo para evaluar tanto el estado de la SPM como el estadio de maduración de las vértebras cervicales. La muestra estuvo compuesta por 201 pacientes (84 hombres y 117 mujeres) con una media de edad de 13.48 años (DE 1.94).

Los resultados mostraron que, a medida que aumentaba la edad, también lo hacía la probabilidad de encontrar estadios más avanzados de maduración de la sutura (OR: 2.14; IC 95%: 1.789–2.567;  $P < 0.001$ ). Sin embargo, no se identificó relación entre el FMA y la maduración de la SPM (OR: 1.01;  $P = 0.76$ ), ni se evidenció una correlación fuerte entre la maduración cervical y el estado de la sutura. Además, se observó que los varones presentaban una mayor probabilidad de encontrarse en estadios menos avanzados de maduración en comparación con las mujeres (OR: 0.24; IC 95%: 0.136–0.415;  $P < 0.001$ ).

En resumen, la maduración de la sutura palatina media mostró una relación directa con la edad cronológica y ocurrió más tardíamente en los varones. Ni la maduración de las vértebras cervicales ni el patrón esquelético vertical se comportaron como predictores efectivos para determinar el estado de osificación de esta sutura.

Rebouças et al. (2021) llevaron a cabo el estudio transversal que tuvo como finalidad investigar la relación entre los estadios de calcificación de caninos y segundos molares mandibulares y las etapas de maduración esquelética. Se analizaron radiografías panorámicas, cefalométricas y de mano-muñeca de 113 individuos (60 mujeres y 53 hombres) con una edad media de  $12.24 \pm 1.81$  años. Se clasificaron los niveles de calcificación dental, los indicadores de maduración de las vértebras cervicales (CVMI) y los de maduración esquelética (SMI).

Los resultados mostraron que tanto la maduración de las vértebras cervicales como la calcificación del segundo molar mandibular se comportaron como predictores significativos del estadio esquelético (OR = 16.92 y OR = 3.22;  $p < 0.001$ ), mientras que la calcificación de los caninos no presentó una asociación relevante ( $p = 0.239$ ). Se observó que, en la etapa previa al pico de crecimiento puberal, los varones se encontraban mayormente en el estadio E de calcificación del segundo molar, mientras que en las mujeres predominaban los estadios E y F. Durante el pico de crecimiento, los varones presentaron con más frecuencia los estadios G y H, y las mujeres, los estadios F y G. Al finalizar el crecimiento, la mayoría de los segundos molares mostraba cierre completo del ápice (estadio H).

La investigación concluyó que los estadios de calcificación del segundo molar mandibular son útiles para predecir la fase de maduración esquelética en esta muestra, sugiriendo su posible aplicación clínica como herramienta complementaria para la estimación del crecimiento puberal mediante radiografías panorámicas.

## **1.5. Justificación de la investigación**

El éxito de la expansión maxilar depende del estado de maduración de la SPM, cuya resistencia aumenta con la osificación de dicha sutura. Aunque se ha usado la edad cronológica como guía para pronosticar el éxito del tratamiento, esta resulta poco confiable debido a la variabilidad individual. Por ello, este estudio busca evaluar la relación entre la maduración de la SPM y la mineralización de los segundos y terceros molares mandibulares mediante TCCB, considerando también el sexo y la edad.

### ***1.5.1. Justificación teórica***

Esta investigación busca mejorar la comprensión del crecimiento maxilofacial. Aunque estudios previos han encontrado correlaciones entre la mineralización molar y la osificación de

la SPM, sus resultados han sido limitados. Este estudio aporta al conocimiento actual al analizar nuevas combinaciones diagnósticas, lo que también podría validar el uso de radiografías panorámicas como herramienta indirecta de diagnóstico de la SPM, útil para investigaciones y decisiones clínicas.

### ***1.5.2. Justificación práctica***

En ortodoncia, la elección del tipo de expansión maxilar requiere conocer el estado de maduración de la sutura palatina. Si se demuestra una relación confiable con la mineralización dental observada en radiografías panorámicas, se evitaría el uso rutinario de TCCB. Esto permitiría tomar decisiones terapéuticas más seguras y personalizadas, especialmente en adolescentes y adultos jóvenes.

### ***1.5.3. Justificación metodológica***

El estudio se realizó mediante el uso de TCCB para evaluar tridimensionalmente la SPM, aplicando la clasificación de Angelieri y el índice de Demirjian. Este enfoque integró variables anatómicas, dentales y demográficas, con una metodología replicable que puede adaptarse a nuevas investigaciones en ortodoncia.

### ***1.5.4. Justificación social***

La investigación tiene un impacto social al mejorar la calidad del tratamiento que reciban los pacientes de ortodoncia con necesidad de expansión maxilar. Un diagnóstico más preciso y accesible, facilita que los tratamientos sean menos invasivos y más personalizados, ofreciendo alternativas eficaces, seguras y viables tanto en el aspecto clínico como económico.

## 1.6. Limitaciones de la investigación

Actualmente existen pocos centros de investigación de acceso libre con base de datos de TCCB a nivel de universidades públicas y privadas, por lo cual se optó por realizar estudio en un solo centro imagenológico particular, esta situación limita la posibilidad de generalizar los resultados obtenidos a poblaciones más numerosas o con características demográficas distintas, como la población peruana presenta diversidad étnica, cultural y ambiental.

El diseño de la investigación es retrospectivo y se basó en el análisis de tomografías previamente realizadas y archivadas en un centro imagenológico. Las TCCB que conformaron la muestra fueron de 2 años consecutivos y de pacientes que habían acudido con indicación de diagnóstico previo al tratamiento ortodóntico. Esta situación pudo condicionar la conformación de la muestra, ya que no se obtuvo una distribución equitativa por edad y sexo, lo que pudo influir en la representatividad de los hallazgos.

Tampoco se incluyó ciertas variables que, según otras investigaciones, podrían influir en el desarrollo esquelético y dental, como el tipo de crecimiento facial (vertical u horizontal), el estado nutricional o la región geográfica de procedencia de los individuos. Estas omisiones se deben a la naturaleza retrospectiva del estudio y a la falta de registros clínicos completos en algunos casos.

Finalmente, hasta donde se revisó la literatura solo existen investigaciones que analizan por separado la relación entre la sutura palatina y la mineralización de algunos dientes, no se han encontrado publicaciones que aborden simultáneamente las tres variables contempladas en esta investigación. Esta ausencia representa tanto una oportunidad de innovación como una limitación en cuanto a referencias previas para contrastar los datos.

## **1.7. Objetivos de la investigación**

### ***1.7.1. Objetivo general***

Relacionar la maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular mediante Tomografía Computarizada Cone Beam.

### ***1.7.2. Objetivos específicos***

- Relacionar la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del segundo molar mandibular
- Relacionar la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del tercer molar mandibular
- Relacionar la mineralización del segundo y tercer molar mandibular
- Determinar el estadio de maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular según edad
- Determinar el estadio de maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular según sexo
- Relacionar la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del segundo molar mandibular en el sexo masculino
- Relacionar la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del tercer molar mandibular en el sexo masculino
- Relacionar la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del segundo molar mandibular en el sexo femenino
- Relacionar la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del tercer molar mandibular en el sexo femenino
- Relacionar la mineralización del segundo y tercer molar mandibular en el sexo masculino
- Relacionar la mineralización del segundo y tercer molar mandibular en el sexo femenino

## 1.8. Hipótesis

Existe relación entre el estadio de maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular evaluados mediante Tomografía Computarizada Cone Beam.

Las hipótesis estadísticas son:

**H0:** No existe correlación entre el estadio de maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular evaluados mediante Tomografía Computarizada de Haz Cónico.

**H1:** Sí existe correlación entre el estadio de maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular evaluados mediante Tomografía Computarizada de Haz Cónico.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Marco conceptual

#### 2.1.1. *Desarrollo maxilofacial y crecimiento esquelético*

**2.1.1.1. Bases anatómicas del complejo maxilofacial.** El complejo maxilofacial está constituido por un conjunto de estructuras óseas, musculares y articulares que desempeñan funciones vitales relacionadas con la respiración, la masticación, la fonación y la apariencia facial. Anatómicamente, incluye principalmente al maxilar superior y la mandíbula, junto con los huesos cigomáticos, nasales, palatinos, vómer, etmoides y esfenoides, además de la articulación temporomandibular (ATM) (Proffit et al., 2019).

El maxilar superior, un hueso par que se desarrolla por osificación intramembranosa, participa en la conformación de estructuras como la cavidad nasal, el paladar duro y las órbitas. A diferencia de la mandíbula, cuyo crecimiento ocurre en parte por osificación endocondral en el cóndilo, el maxilar no presenta un centro de crecimiento único; en su lugar, se expande a través de las suturas que lo conectan con los huesos circundantes (Enlow & Hans, 2008). Entre estas, la sutura palatina media (SPM) es particularmente importante, ya que separa las mitades del paladar y permite el crecimiento transversal del maxilar. La maduración progresiva de esta sutura condiciona la posibilidad de aplicar tratamientos ortopédicos como la expansión maxilar (Angelier et al., 2013).

El crecimiento del complejo maxilofacial es tridimensional, y ocurre en sentido anteroposterior, vertical y transversal. Este proceso está regulado por factores genéticos, hormonales y funcionales, y se manifiesta mediante mecanismos como la remodelación ósea, el desplazamiento a través de las suturas y el desarrollo del cóndilo mandibular (Buschang & Demirjian, 1999). Durante la infancia, el crecimiento transversal predomina; sin embargo, en la adolescencia se intensifican los cambios verticales y sagitales. En comparación, el desarrollo

mandibular suele prolongarse más allá del crecimiento maxilar, y ocurre principalmente por remodelación del hueso y crecimiento condilar (Proffit et al., 2019).

Comprender en profundidad la anatomía del complejo maxilofacial y sus mecanismos de crecimiento es crucial para la práctica ortodóncica y la cirugía ortognática, ya que permite identificar desviaciones del desarrollo, interpretar los cambios esqueléticos con precisión y planificar intervenciones adecuadas a cada caso. La maduración de las suturas del maxilar, en particular de la SPM, es un indicador clave para decidir el momento ideal para realizar expansiones transversales, pues su osificación progresiva aumenta la resistencia al tratamiento (Angelieri et al., 2013).

**2.1.1.2. Crecimiento y maduración ósea del maxilar.** El desarrollo del maxilar superior es un proceso dinámico que implica crecimiento en distintas direcciones: transversal, anteroposterior y vertical. Este avance estructural se produce gracias a la actividad conjunta de las suturas circundantes y de la remodelación ósea que ocurre en las superficies internas y externas del hueso (Enlow & Hans, 1996). Durante la infancia y adolescencia, el maxilar se desplaza hacia adelante y hacia abajo como parte del crecimiento facial, influido por factores genéticos, hormonales y funcionales (Proffit et al., 2013).

La maduración del hueso maxilar está vinculada tanto a la proliferación celular como a la mineralización progresiva de las zonas de crecimiento. Las principales suturas que permiten su desarrollo —como la cigomático-maxilar, la frontomaxilar y la palatina media— tienen un papel activo durante los primeros años de vida. Con el tiempo, estas suturas se osifican de forma gradual, lo cual disminuye la capacidad adaptativa del maxilar a tratamientos ortopédicos convencionales (Baccetti et al., 2001).

Aunque se ha prestado especial atención a la sutura palatina media (SPM) por su importancia en procedimientos de expansión maxilar, el proceso de maduración ósea del maxilar involucra

múltiples estructuras que deben evaluarse en conjunto. Existen grandes variaciones individuales en el patrón y ritmo de crecimiento, lo que limita el uso exclusivo de la edad cronológica como parámetro diagnóstico (Melsen, 1975; Proffit et al., 2013).

Para una planificación terapéutica precisa, es fundamental comprender la maduración general del complejo maxilar. Métodos modernos de imagen como la tomografía computarizada cone beam ofrecen ventajas diagnósticas al permitir observar estas estructuras en detalle, aunque su uso se reserva para casos donde se requiere mayor precisión clínica (Angelieri et al., 2013).

**2.1.1.3. Factores que influyen en la maduración esquelética.** El proceso de maduración esquelética está determinado por una interacción compleja de factores genéticos, hormonales, nutricionales y ambientales, y constituye un componente clave en ortodoncia al momento de establecer cuándo iniciar un tratamiento eficaz (Proffit et al., 2013). Desde una perspectiva genética, cada persona presenta un ritmo de desarrollo óseo particular, lo que explica por qué individuos con la misma edad cronológica pueden mostrar niveles de maduración ósea distintos. La influencia hereditaria es especialmente evidente en la pubertad y en el desarrollo dento-esquelético (Buschang & Demirjian, 1994).

El sistema endocrino cumple una función fundamental en el crecimiento esquelético. Hormonas como la del crecimiento, la tiroidea y las sexuales (estrógenos y andrógenos) participan activamente en la maduración de los cartílagos de crecimiento. La activación del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal durante la pubertad acelera procesos como la osificación y la fusión de las placas epifisarias (Marshall & Tanner, 1986).

En cuanto a la nutrición, una alimentación balanceada que incluya calcio, vitamina D, fósforo y proteínas resulta esencial para la adecuada mineralización ósea. Por el contrario, estados de desnutrición prolongada pueden retrasar el desarrollo del esqueleto, afectando incluso zonas clave como la sutura palatina media (Papageorgiou et al., 2016).

Factores externos como las condiciones socioeconómicas, el acceso a servicios de salud, la práctica de actividad física o el estrés ambiental también inciden en el ritmo de crecimiento óseo. Asimismo, algunas enfermedades crónicas y ciertos medicamentos pueden interferir con la maduración esquelética (Cameriere et al., 2007).

En el campo ortodóncico, conocer esta diversidad de influencias permite emplear métodos diagnósticos más adecuados que la edad cronológica, como el análisis de vértebras cervicales, la sincondrosis esfeno-occipital, la sutura palatina media o la mineralización dentaria, los cuales permiten una evaluación más precisa del momento biológico del crecimiento.

### ***2.1.2. Sutura palatina media***

**2.1.2.1. Anatomía y fisiología de la sutura palatina media.** La sutura palatina media es una articulación fibrosa ubicada en la línea media del paladar, que une las apófisis palatinas de los huesos maxilares anteriormente y las láminas horizontales de los huesos palatinos posteriormente (Opperman, 2000). Su función principal en la etapa del crecimiento es facilitar la expansión transversal del maxilar, permitiendo el desarrollo adecuado del arco dentario superior y de la cavidad nasal. Durante la infancia y adolescencia, esta sutura permanece parcialmente abierta, lo que posibilita la remodelación ósea inducida tanto por el crecimiento natural como por intervenciones ortodóncicas (Melsen, 1975).

Desde el punto de vista histológico, la SPM está compuesta inicialmente por tejido conectivo denso que posteriormente se mineraliza progresivamente a medida que el individuo madura. En las primeras etapas de vida, las fibras de colágeno presentes en la sutura están organizadas en haces paralelos que permiten cierto grado de flexibilidad y separación, facilitando la expansión transversal del maxilar sin fractura ósea (Persson & Thilander, 1977). Sin embargo, con el paso del tiempo y bajo el influjo hormonal propio de la pubertad, este

tejido comienza a osificarse, fusionando los segmentos óseos adyacentes y limitando la posibilidad de expansión ortopédica sin intervención quirúrgica (Angelieri et al., 2013).

Estudios en modelos animales y humanos han demostrado que el cierre de la SPM no sigue un patrón uniforme, y su cronología puede variar considerablemente entre individuos del mismo grupo etario (Franchi et al., 2006). Este hallazgo subraya la importancia de evaluar el estado de maduración de la sutura mediante imágenes diagnósticas tridimensionales antes de planificar tratamientos de expansión maxilar, especialmente en adolescentes y adultos jóvenes.

La fisiología de la sutura palatina media también está influida por factores funcionales. Las fuerzas generadas por la masticación, así como la presión ejercida por la lengua y los músculos faciales, ayudan a mantener la sutura abierta durante la infancia, permitiendo así el crecimiento transversal del maxilar. En contraste, la ausencia de estos estímulos —como ocurre en niños con respiración bucal crónica o que siguen una dieta blanda— puede provocar un cierre anticipado de la sutura, lo cual podría comprometer el desarrollo adecuado del maxilar superior en sentido horizontal (Lione et al., 2015).

**2.1.2.2. Proceso de osificación y maduración de la SPM.** La osificación y maduración de la SPM constituyen procesos biológicos esenciales para el desarrollo esquelético del complejo maxilofacial. La SPM, al ser una sutura de tipo fibrosa, permite inicialmente cierto grado de flexibilidad y expansión transversal del maxilar superior, favoreciendo la adaptación del paladar al crecimiento craneofacial (Opperman, 2000). A lo largo del tiempo, este tejido fibroso experimenta cambios progresivos, con un aumento de la mineralización y una disminución de su capacidad adaptativa, lo cual tiene importantes implicancias clínicas en el tratamiento ortodóncico, particularmente en la expansión maxilar.

Durante la infancia, la SPM está formada principalmente por tejido conectivo denso con una red rica en colágeno tipo I, lo que le permite mantenerse parcialmente abierta y

responder a estímulos funcionales como la masticación o la respiración nasal (Melsen, 1975). Esta etapa inicial está caracterizada por una escasa osificación, donde la actividad osteogénica es baja pero latente. A medida que el individuo se aproxima a la pubertad, comienzan a observarse signos de osificación intramembranosa, en la cual células mesenquimatosas se diferencian en osteoblastos, iniciando la deposición de matriz ósea y la fusión progresiva de los segmentos palatinos (Persson & Thilander, 1977).

Este proceso no ocurre de forma uniforme entre todos los individuos. Estudios como el de Angelieri et al. (2013) han demostrado que la maduración de la SPM varía significativamente incluso dentro de un mismo grupo etario, lo que refuerza la necesidad de evaluaciones individualizadas.

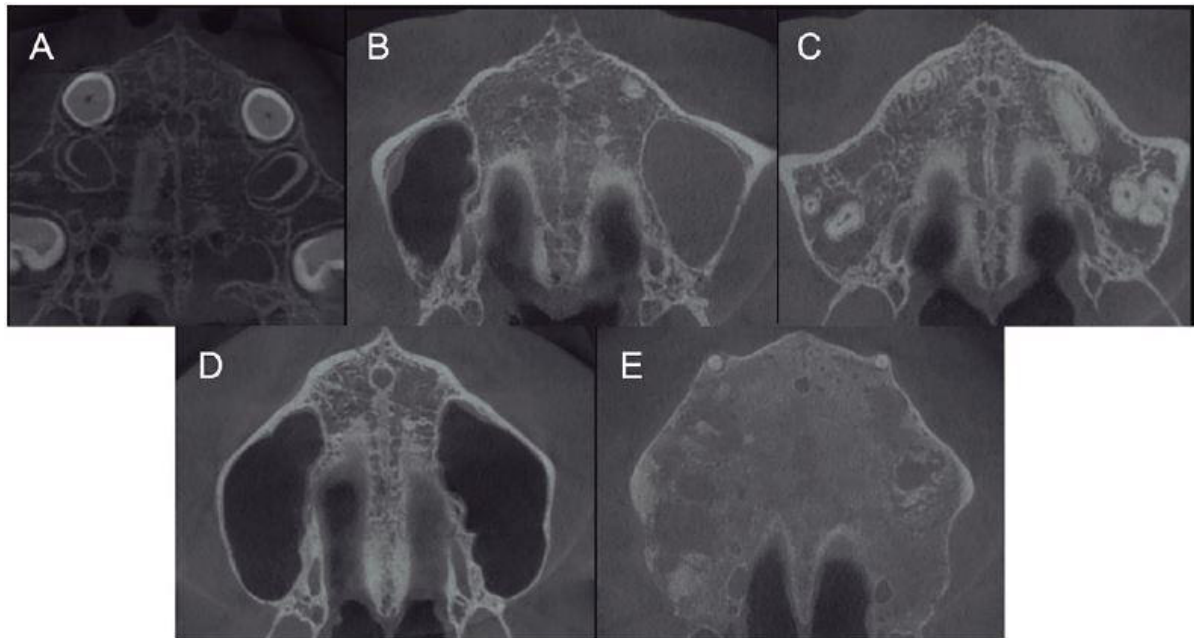
Factores hormonales también desempeñan un papel clave en este proceso. La actividad osteoblástica está regulada por hormonas como la hormona del crecimiento, los estrógenos y los andrógenos, que aumentan durante la pubertad, lo que acelera la maduración ósea general y, por ende, la fusión sutural (Franchi et al., 2006). Asimismo, condiciones ambientales como el tipo de dieta o la respiración oral pueden modificar el estímulo funcional sobre la sutura, favoreciendo o retrasando su cierre (Lione et al., 2015).

**2.1.2.3. Clasificación de los estadios de maduración de la SPM.** Para una evaluación precisa del estado de maduración de la SPM es esencial para planificar tratamientos ortodóncicos como la expansión rápida del maxilar. Tradicionalmente, esta evaluación se basaba en criterios clínicos o edad cronológica, parámetros con alta variabilidad individual. Ante esta limitación, Angelieri et al. (2013) propusieron un sistema de clasificación basado en tomografía computarizada cone beam (TCCB), permitiendo valorar de forma objetiva y tridimensional el grado de osificación de la SPM.

La clasificación de Angelieri et al. (2013) consta de cinco estadios de maduración: A, B, C, D y E, los cuales describen el patrón de fusión ósea progresiva desde una sutura completamente abierta hasta una completamente osificada. Esta clasificación ha sido ampliamente adoptada por su aplicabilidad clínica y por correlacionarse con la posibilidad de éxito en la expansión ortopédica convencional (Figura 1).

### Figura 1

*Estadios de maduración de la sutura palatina media*



*Nota.* Imágenes tomadas a partir de tomografías cone beam de los estadios de maduración de la sutura palatina media. Tomado de “Midpalatal Sutural Maturation in Chilean Adolescents and Young Adults: Cross-sectional Study” por Villaroel et al., 2021, *International journal of interdisciplinary dentistry*, 14(2). Basado en Angelieri et al., 2013.

En el **estadio A**, la SPM aparece como una línea hipodensa recta sin signos de interdigitación ósea. Esto indica que la sutura permanece completamente abierta, y por tanto, la resistencia a la expansión es mínima.

El **estadio B** muestra una línea sutural algo más irregular, con indicios de interdigitación leve, aunque aún sin formación ósea significativa. Ambos estadios son indicativos de una sutura inmadura y altamente adaptable a tratamientos ortopédicos.

El **estadio C** representa una transición, donde comienzan a observarse signos de osificación en la región anterior de la sutura, mientras que el tercio posterior suele permanecer abierto. En este punto, la respuesta al tratamiento ortopédico puede variar, y se recomienda una evaluación más detallada antes de proceder.

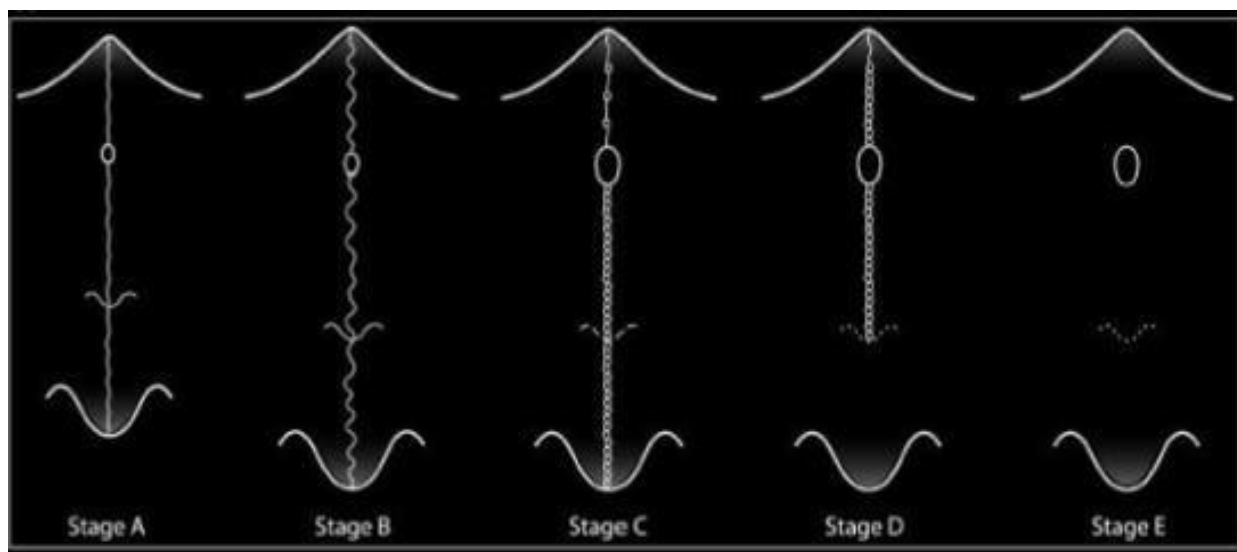
En el **estadio D**, se identifica una fusión ósea evidente en los dos tercios anteriores, mientras que la parte posterior todavía puede presentar una ligera apertura. Este estadio sugiere un aumento significativo en la resistencia ósea y una probable necesidad de asistencia quirúrgica en la expansión.

Finalmente, en el **estadio E**, la sutura está completamente osificada en toda su extensión. No se observa la línea sutural en TCCB, lo cual indica una fusión total y una elevada resistencia a la separación ortopédica. En estos casos, la expansión convencional es ineficaz, y la única alternativa viable suele ser una disyunción quirúrgica (Angelier et al., 2013).

Esta clasificación ha demostrado una buena reproducibilidad interobservador y ha sido validada en múltiples estudios posteriores. Además, ha sido útil para predecir el grado de éxito de la expansión rápida del maxilar en adolescentes y adultos jóvenes (Lione et al., 2017). Aunque esta técnica implica una mayor exposición a radiación que las radiografías convencionales, su uso está justificado cuando se requiere una alta precisión diagnóstica para planificar tratamientos invasivos o evitar procedimientos innecesarios (Lione et al., 2018).

## Figura 2

### *Esquema de la maduración de la sutura palatina media*



*Nota.* Dibujo esquemático de las etapas de maduración observadas en la sutura palatina media. Adaptado de “Classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion” por Angelier et al., 2013, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 144(5).

**2.1.2.4. Importancia clínica de la maduración de la SPM en ortodoncia.** En los últimos años, la sutura palatina media (SPM) ha despertado un creciente interés en el campo ortodóncico debido a su valor como referencia del desarrollo esquelético mandibular. Esta estructura permite al especialista estimar con mayor exactitud el momento más oportuno para aplicar tratamientos, lo cual es especialmente útil en pacientes que presentan discrepancias esqueléticas como clase II o clase III (Proffit et al., 2019). Si bien la edad cronológica, la evaluación de las vértebras cervicales y los estudios óseos de la mano y muñeca han sido tradicionalmente empleados para este propósito, presentan limitaciones relacionadas con la precisión diagnóstica y la exposición a radiación.

En este escenario, la SPM emerge como una opción diagnóstica complementaria o incluso sustitutiva, ya que su análisis mediante TCCB permite observar variaciones en la forma

y densidad ósea asociadas a las etapas de crecimiento puberal (Alves Jr. et al., 2020). Este tipo de evaluación es particularmente útil en el contexto de tratamientos ortopédicos funcionales, donde el éxito terapéutico depende en gran medida de intervenir durante el pico máximo de crecimiento mandibular, como se ha documentado en pacientes con retrognatismo. (Baccetti et al., 2005)

Además de su utilidad clínica, la observación de la SPM en imágenes previamente tomadas con fines diagnósticos contribuye a minimizar la exposición radiológica adicional, en concordancia con el principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable) (Gribel et al., 2017). Finalmente, se han propuesto sistemas de clasificación de la SPM basados en su morfología y organización trabecular que permiten identificar con mayor claridad la etapa de crecimiento en la que se encuentra el paciente (Alves Jr. et al., 2020).

### ***2.1.3. Desarrollo y mineralización dental***

**2.1.3.1. Formación y cronología de erupción dentaria.** El desarrollo dental es un proceso biológico complejo que abarca etapas como la iniciación, formación de la forma del diente, diferenciación de tejidos y su posterior erupción. Este proceso se inicia hacia la sexta semana de vida intrauterina, con la aparición de la lámina dental, origen de los dientes temporales y permanentes (Ten Cate, 2013). Diversos factores, como la genética, hormonas, nutrición y el entorno, influyen en la cronología y secuencia de erupción, siendo relevantes en áreas como la odontopediatría, ortodoncia y medicina forense.

La mineralización dental implica la calcificación progresiva de esmalte y dentina, siguiendo un patrón relativamente predecible que varía entre individuos y tipos dentarios (Massler et al., 1941). Este conocimiento permite detectar alteraciones del desarrollo y planificar intervenciones ortodónticas apropiadas. Para evaluar este proceso, es común utilizar escalas de maduración dentaria basadas en radiografías. El método propuesto por Demirjian et

al. (1973), basado en la observación de siete dientes mandibulares izquierdos, permite estimar la edad dental, especialmente útil cuando la edad cronológica no es representativa del desarrollo real.

En relación con la erupción, los dientes temporales emergen desde los seis meses hasta los 30 meses aproximadamente. La dentición permanente inicia alrededor de los seis años con el primer molar y finaliza entre los 17 y 25 años con la erupción de los terceros molares, aunque estos últimos presentan gran variabilidad (AlQahtani et al., 2010). Además, existen diferencias asociadas al sexo, la etnia y el estado nutricional; por ejemplo, las niñas suelen presentar una erupción más temprana que los niños (Garn et al., 1973).

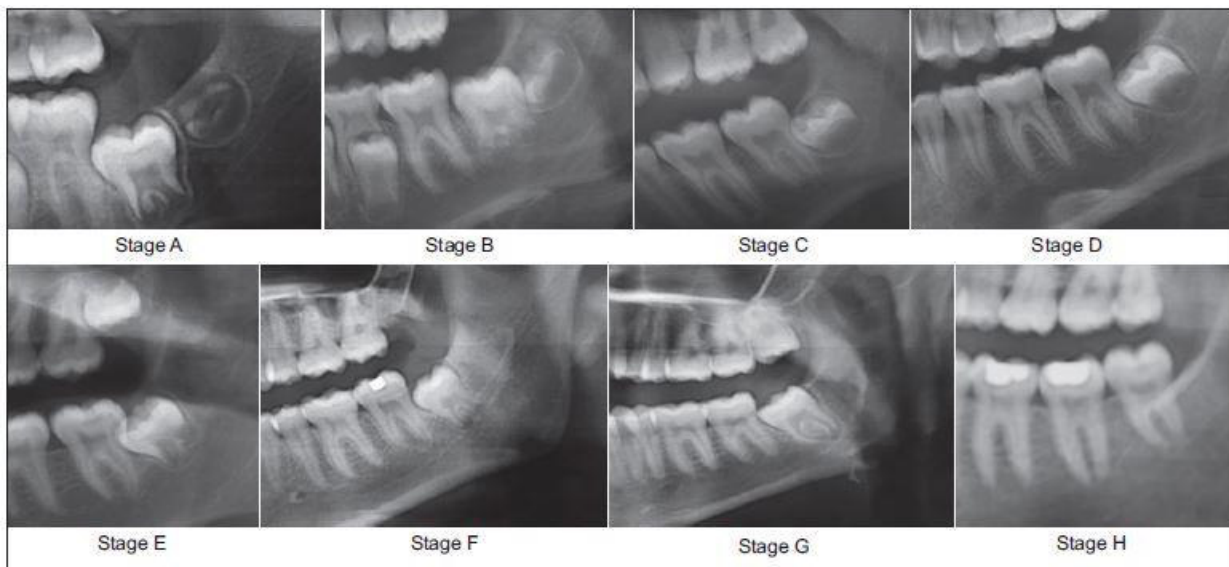
**2.1.3.2. Evaluación de la mineralización dental.** La evaluación del desarrollo dental es crucial para estimar la edad biológica, especialmente cuando la edad cronológica es incierta. Entre los métodos existentes, el de Demirjian destaca por su alta aceptación y precisión diagnóstica (Demirjian et al., 1973). Fue desarrollado a partir de una muestra de niños franceses-canadienses y se basa en el análisis radiográfico de siete dientes mandibulares permanentes del lado izquierdo, desde el incisivo central hasta el segundo molar.

Este método clasifica cada uno de los dientes en **ocho estadios de maduración**, designados con las letras de la A a la H. En el **estadio A**, se observa el inicio de la calcificación de las cúspides, las cuales aún no se han fusionado. En el **estadio B**, las cúspides ya se encuentran fusionadas, lo que permite identificar el contorno oclusal del diente. El **estadio C** marca el comienzo de la formación de la corona dentaria con avance del tejido dentinario, aunque sin evidencia de raíces. En el **estadio D**, la corona se encuentra completamente formada y comienza la formación de la raíz, que presenta un ápice abierto con una curvatura acentuada. El **estadio E** se caracteriza por una raíz más corta que la corona, con paredes radiculares divergentes. En el **estadio F**, la raíz alcanza una longitud equivalente a la de la corona y sus

paredes son más paralelas. El **estadio G** representa una raíz prácticamente completa, aunque el ápice todavía muestra una abertura. Finalmente, el **estadio H** indica que la maduración dentaria ha concluido, evidenciándose un cierre completo del ápice radicular.

### Figura 3

#### *Estadios de mineralización dentaria*



*Nota.* Imágenes tomadas a partir de radiografías panorámicas de los estadios de mineralización de la tercera molar izquierda. Tomado de “Evaluation of skeletal maturation using mandibular third molar development in Indian adolescents” por Metha et al., 2016, *J Forensic Dent Sci*, 112-3(8). Basado en Demirjian et al., 1973.

A cada uno de estos estadios se le asigna una **puntuación numérica específica**, distinta para varones y mujeres, debido a las diferencias en el ritmo de desarrollo dental entre sexos. La **suma de las puntuaciones** de los siete dientes proporciona un puntaje total, que se convierte en edad dental estimada mediante **tablas de referencia**.

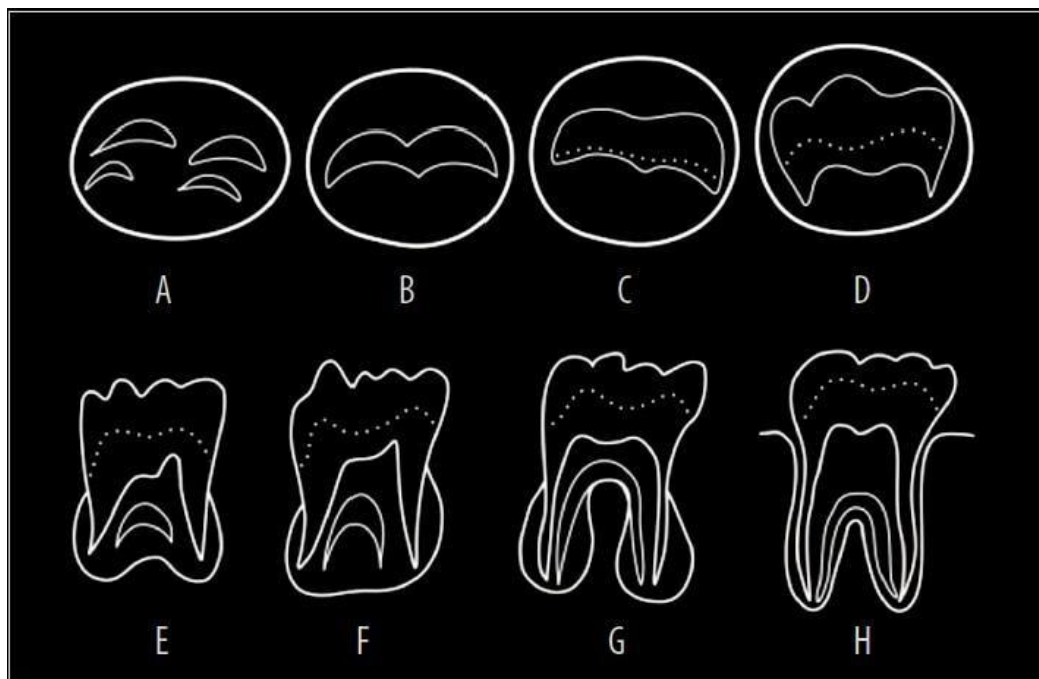
El método de Demirjian et al. (1973) es menos afectado por factores externos como enfermedades sistémicas o nutrición deficiente, lo cual lo hace más confiable que otros

métodos basados en la edad ósea (Cameriere et al., 2006). Además, su simplicidad y reproducibilidad lo han consolidado como una herramienta útil en **odontología, ortodoncia, medicina forense y estudios antropológicos** (Frucht et al., 2000).

No obstante, estudios han evidenciado que este método tiende a sobreestimar la edad dental en poblaciones distintas a la original, por lo que se han desarrollado tablas de calibración regionales para mejorar su precisión en contextos multiculturales (Rai et al., 2010).

#### Figura 4

*Esquemas de los estadios de mineralización dentaria*



*Nota.* Dibujo esquemático de los estadios observados en la mineralización dentaria. Adaptado de “Correlation Between Third Molar Mineralization and Midpalatal Suture Maturity: A Cone Beam Computed Tomography Study” por Šefeldaitė et al., 2023, *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 29, e940539. Basado en Demirjian et al., (1973).

**2.1.3.3. Variabilidad biológica en el desarrollo dental.** El desarrollo dental es considerado un proceso biológico organizado que abarca la formación, mineralización y erupción de los dientes, siguiendo una secuencia relativamente constante, pero con variaciones significativas entre individuos y grupos poblacionales. Estas diferencias responden a factores genéticos, sexuales, étnicos y ambientales, y tienen relevancia en áreas como la odontología, la medicina legal y la antropología (Liversidge et al., 2011).

La genética es uno de los factores principales que determinan esta variabilidad. Estudios en gemelos han evidenciado una fuerte influencia hereditaria en la cronología y el tamaño dentario. Dempsey y Townsend (2001) identificaron una alta correlación en el ritmo de desarrollo dental entre gemelos monocigóticos, lo que respalda la implicancia genética en la mineralización.

El sexo también desempeña un papel importante. Las niñas suelen presentar una maduración dental más temprana que los varones de la misma edad, con una diferencia promedio de entre cuatro y seis meses, como lo señalan Demirjian et al. (1973) y Liversidge (2011). Este desfase ha sido considerado al diseñar métodos como el de Demirjian, que incluye puntuaciones diferenciadas según el sexo para mejorar la exactitud de la estimación de edad.

Las diferencias étnicas y geográficas afectan igualmente el patrón de desarrollo dentario. Poblaciones africanas tienden a mostrar una erupción dental más precoz que las europeas o asiáticas, como demostraron AlQahtani et al. (2010). Estas disparidades limitan la aplicabilidad universal de ciertos métodos diagnósticos, lo que ha llevado a la creación de referencias específicas para diversas regiones.

En cuanto al entorno, aunque el desarrollo dental es menos vulnerable que otros indicadores biológicos, condiciones extremas pueden influir en su ritmo. Enfermedades crónicas, déficits nutricionales o estados carenciales pueden provocar un retraso leve en la

formación y erupción de los dientes (Massler et al., 1941), aunque este impacto suele ser menor comparado con la edad ósea.

El conocimiento de estas variaciones es esencial en el contexto clínico y forense. En ortodoncia, la planificación terapéutica se basa en el grado de maduración dentaria. En medicina legal, comprender la influencia de estos factores permite estimaciones de edad más precisas, fundamentales en situaciones legales que involucran a menores sin documentación.

**2.1.3.4. Utilidad diagnóstica de los segundos y terceros molares mandibulares.** Los segundos y terceros molares mandibulares son elementos clave en el análisis del desarrollo dentario por su formación prolongada, lo que los convierte en indicadores útiles de maduración biológica durante la adolescencia y adultez temprana (Liversidge, 2011). Su evaluación radiográfica es de gran utilidad en diversas disciplinas odontológicas, como la ortodoncia, la odontopediatría y la medicina legal.

En ortodoncia, el segundo molar inferior se asocia con la maduración esquelética, en especial con el pico de crecimiento puberal. Coutinho et al. (1993) evidenciaron que su proceso de mineralización presenta una correlación significativa con el desarrollo óseo, por lo que puede complementar otras técnicas como la observación de vértebras cervicales o la radiografía de mano y muñeca en la planificación terapéutica.

En el ámbito forense, tanto el segundo como el tercer molar inferior son fundamentales para estimar la edad en sujetos jóvenes. Una vez que la mayoría de los dientes han culminado su formación, los terceros molares permanecen como los únicos aún en desarrollo, lo que permite su uso para determinar si una persona ha alcanzado la mayoría de edad legal (Schmelting et al., 2008), aspecto relevante en procedimientos jurídicos y migratorios.

El método de Demirjian et al. (1993) fue adaptado para evaluar el tercer molar mediante estadios que abarcan desde la formación inicial hasta el cierre radicular. Sin embargo, su

aplicación enfrenta dificultades debido a la gran variabilidad en el desarrollo de estas piezas. Además, la agenesia de terceros molares, que puede alcanzar hasta el 25 % en algunas poblaciones, limita su fiabilidad como único marcador (Gomes et al., 2010).

A pesar de estas limitaciones, los terceros molares siguen siendo útiles cuando otros dientes ya han completado su maduración. Por ello, su análisis debe interpretarse con cautela, idealmente en conjunto con otros indicadores biológicos o métodos complementarios que aumenten la precisión diagnóstica.

#### ***2.1.4. Tomografía Computarizada Cone Beam en ortodoncia***

**2.1.4.1. Evaluación crecimiento craneofacial mediante TCCB.** La TCCB es considerada una herramienta fundamental para el diagnóstico en ortodoncia, especialmente útil para analizar el crecimiento craneofacial durante la fase puberal, etapa clave para tratamientos ortopédicos que dependen del potencial de crecimiento del paciente (Baccetti et al., 2005). A diferencia de las radiografías bidimensionales, la TCCB ofrece imágenes tridimensionales detalladas, las cuales permiten una adecuada evaluación de estructuras óseas faciales.

El crecimiento craneofacial varía entre individuos y no se rige estrictamente por la edad cronológica, lo que dificulta determinar el momento óptimo para intervenir. Métodos convencionales como la maduración cervical o la edad ósea han sido ampliamente utilizados para estimar el pico puberal (Franchi et al., 2000), pero presentan problemas de consistencia. En este sentido, TCCB ha demostrado ser eficaz para examinar estructuras clave como las vértebras cervicales, la sutura palatina media (SPM) y la vía aérea superior (Pico et al., 2017).

Un aporte destacado de la TCCB es la evaluación tridimensional de la SPM, ya que su maduración influye directamente en la respuesta a la expansión maxilar. Angelieri et al. (2013) propusieron una clasificación de cinco estadios de fusión sutural basándose en TCCB, lo que permite identificar de manera individualizada el momento idóneo para aplicar fuerzas

ortopédicas. Esta herramienta es especialmente útil en adolescentes en el umbral del pico de crecimiento, donde una expansión no quirúrgica puede ser viable si la SPM no está completamente fusionada (Lione et al., 2021).

La TCCB también permite analizar el volumen de la vía aérea superior, relacionado con patrones faciales y respiratorios que influyen en el desarrollo óseo (Aboudara et al., 2009). Esta capacidad de evaluación integral hace que la TCCB sea valiosa no solo para la ortodoncia correctiva, sino también para intervenciones ortopédicas funcionales que aprovechan el crecimiento.

Sin embargo, su uso debe estar debidamente justificado, especialmente en niños y adolescentes, siguiendo los principios de radioprotección. (European Commission, 2012).

**2.1.4.2. Consideraciones éticas y radiológicas en el uso de TCCB.** La TCCB ha transformado la ortodoncia al permitir imágenes tridimensionales precisas que optimizan tanto el diagnóstico como la planificación terapéutica. No obstante, su aplicación requiere una evaluación cuidadosa, ya que implica una mayor exposición a radiación ionizante en comparación con técnicas convencionales como la panorámica o la cefalométrica lateral (European Commission, 2012).

Desde una perspectiva ética, su uso debe fundamentarse en el equilibrio entre el beneficio clínico y el posible riesgo, respetando los principios de no maleficencia y justicia. Evitar daños innecesarios y asegurar un uso equitativo de los recursos diagnósticos es parte del compromiso ético del profesional (White & Pharoah, 2014).

El principio ALARA (“Tan bajo como sea razonablemente posible”) es clave en la radiología odontológica, y se ha complementado con el concepto ALADAIP, que exige una justificación clara y adaptada al caso, considerando aspectos como la edad o características biológicas del paciente (Jaju & Jaju, 2015).

En ortodoncia, la indicación de TCCB debe restringirse a casos donde el valor diagnóstico tridimensional sea indispensable, como en el análisis de caninos retenidos, terceros molares ectópicos, evaluación de la vía aérea en apnea del sueño, o planificación quirúrgica y con anclajes óseos (Bornstein et al., 2014).

La edad es un factor determinante: niños y adolescentes, por su mayor sensibilidad a la radiación, requieren un control más estricto en la justificación clínica, así como una reducción del campo de exploración y de los parámetros técnicos utilizados (Pauwels et al., 2015).

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo de investigación

El presente trabajo se enmarca dentro de un diseño de investigación **no experimental**, ya que se desarrolló sin manipular intencionalmente las variables, limitándose a la observación de los fenómenos en su contexto natural con el propósito de analizarlos (Hernández, 2014).

El tipo de estudio es:

- Descriptivo, orientado a detallar las características de un problema, su origen y evolución, sin establecer relaciones de causalidad.
- Transversal, dado que la información de la variable fue recopilada en un único momento temporal.
- Retrospectivo, al basarse en datos y exámenes obtenidos con anterioridad (Talavera et al., 2019).
- Correlacional, pues busca identificar el vínculo o grado de asociación existente entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto específicos (Hernández, 2014).

#### 3.2. Población y muestra

- **Población**

Tomografías Computarizadas *Cone Beam* de los pacientes que acudieron al Centro de Imágenes Life 3D entre enero de 2023 a diciembre 2024

- **Muestra**

Se revisaron un total de 456 Tomografías computarizadas cone beam realizadas entre los años 2023 y 2024. Luego se aplicaron los criterios de exclusión e inclusión previamente establecidos y se seleccionaron 121 tomografías en total, las cuales cumplieron con dichos requisitos para ser elegibles para el análisis.

Para determinar el tamaño de muestra adecuado para el análisis estadístico, se utilizó la fórmula correspondiente al cálculo del tamaño de muestral en estudios correlacionales con población finita, basada en el coeficiente de correlación de Spearman. El valor esperado de la correlación se fijó en  $r = 0.30$ , que corresponde a una asociación de magnitud moderada. El margen de error aceptable se estableció en 5% y el nivel de confianza se fijó en 95%.

La fórmula utilizada para el cálculo fue la siguiente:

$$n_0 = [Z^2_{(\alpha/2)} \cdot (1 - r^2)] / E^2$$

**Donde:**

- $n_0$  = tamaño de muestra inicial para una población infinita.
- $Z_{\alpha/2} = 1.96$  valor crítico de Z para un intervalo de confianza del 95% (significancia de  $\alpha = 0.05$ ).
- $r = 0.30$  valor del coeficiente de correlación estimado.
- $E = 0.05$  margen de error aceptable (5%).

**Paso 1.** Se calculo el tamaño de muestra inicial, utilizando los parámetros establecidos:

$$n_0 = \frac{(1.96)^2 \cdot (1-0.30^2)}{(0.05)^2} = \frac{3.8416 \cdot 0.91}{0.0025} = \frac{3.4942}{0.0025} = 1397.68$$

El tamaño de muestra inicial para una población infinita fue 1398 tomografías.

**Paso 2:** Se realizo el ajuste para una población finita

La población finita fue de 121 tomografías que cumplieron con los criterios de exclusión e inclusión, el tamaño de muestra se ajustó utilizando la siguiente fórmula:

$$n_f = n_0 / [1 + (n_0 - 1) / N]$$

**Donde:**

- $n_f$  = tamaño de muestra ajustado para una población finita.
- $n_0 = 1398$  es el tamaño de muestra inicial calculado para una población finita.
- $N = 121$  es la población total de tomografías disponibles.

Sustituyendo valores:

$$n_f = \frac{1398}{1 + (1398-1) / 121} = \frac{1398}{1 + 11.54} = \frac{1398}{12.54} \approx 111.38$$

El tamaño de muestra ajustado para la población finita es aproximadamente 111 tomografías. Sin embargo, dado que la población de tomografías que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión es de 121 tomografías, y el cálculo sugiere que el tamaño de muestra requerido es 111, se decidió utilizar todas las 121 tomografías que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. Esto asegura una representación adecuada de la población y facilita el análisis de correlación de Spearman con una mayor precisión y fiabilidad de los resultados.

La distribución de las 121 tomografías se organizó en cinco grupos de edad previamente definidos (5 a 10 años, 11 a 15 años, 16 a 20 años, 21 a 25 años y 26 a 30 años), con base en antecedentes revisados. Los casos se asignaron a cada grupo según la frecuencia observada en la muestra. No se realizó un muestreo estratificado ni se equipararon los tamaños de los grupos, ya que se decidió conservar todos los casos disponibles en cada grupo etario para no perder información y preservar la integridad de la muestra final.

**Criterios Inclusión:**

- Tomografías Computarizadas Cone Beam que fueron realizadas con fines de diagnóstico previo al tratamiento ortodóntico.
- Tomografías Computarizadas Cone Beam de campo medio con visualización completa de la sutura palatina media en maxilar superior y de buena calidad.
- Tomografías Computarizadas Cone Beam de campo medio con visualización completa de la segunda y tercer molar mandibular.
- Tomografías Computarizadas Cone Beam correspondientes a pacientes con edades comprendidas entre 5 y 30 años de edad.
- Tomografías Computarizadas Cone Beam de pacientes no presentaban antecedentes de tratamientos ortopédicos u ortodónticos previos.

**Criterios Exclusión:**

- Tomografías Computarizadas Cone Beam de pacientes con patología cercana a las estructuras anatómicas a evaluar.
- Tomografías Computarizadas Cone Beam de Pacientes con antecedentes de labio y/o paladar hendido.

- Tomografías Computarizadas Cone Beam de pacientes que presenten aparatología ortodóntica u ortopédica.
- Tomografías Computarizadas Cone Beam de pacientes con antecedente de traumatismo facial severo o tratamiento quirúrgico ortognático previo.
- Tomografías Computarizadas Cone Beam de pacientes que no cumplen con el parámetro de la edad
- Tomografías que presenten defectos, como imágenes borrosas, artefactos o errores en la adquisición de las imágenes que puedan comprometer la interpretación correcta de los resultados.

### **3.3.Operacionalización de variables**

Las variables de investigación serán: 1. Osificación de la sutura palatina media, 2. Mineralización del Segundo Molar Mandibular, 3. Mineralización del Tercer Molar Mandibular.

Las variables intervinientes serán: 1. Edad, 2. Sexo.

• **Definición Operacional**

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>TIPO</b>	<b>ESCALA</b>	<b>CATEGORIA/ VALORES</b>
Osificación de la sutura palatina media	Formación de espículas óseas que se forman en diferentes lugares de la sutura palatina media	Apariencia tomográfica de la sutura palatina media según Angelieri y colb.	Cualitativa	Ordinal	Estadio A Estadio B Estadio C Estadio D Estadio E
Mineralización del Segundo Molar Mandibular	Desarrollo del Segundo Molar Mandibular desde su estadio Inicial de cripta ósea hasta la formación completa de radicular	Apariencia del Segundo Molar Mandibular Izquierdo según Djemirjan y colb. de la imagen obtenida en la reformación panorámica a partir de la tomografía de haz cónico	Cualitativa	Ordinal	Estadio A Estadio B Estadio C Estadio D Estadio E Estadio F Estadio G Estadio H
Mineralización del Tercer Molar Mandibular	Desarrollo del Tercer Molar Mandibular desde su estadio Inicial de cripta ósea hasta la formación completa de radicular	Apariencia del Tercer Molar Mandibular Izquierdo según Djemirjan y colb. de la imagen obtenida en la reformación panorámica a partir de la tomografía de haz cónico	Cualitativa	Ordinal	Estadio A Estadio B Estadio C Estadio D Estadio E Estadio F Estadio G Estadio H
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la toma de la tomografía	Dato registrado en la TCHC	Cualitativa	Ordinal	1= 5-10 años 2= 11-13 años 3= 14-18 años 4= 19-24 años 5= 25-30 años
Sexo	Características Biológicas externas e internas de cada individuo	Dato registrado en la TCHC	Cualitativa	Nominal	Femenino Masculino

### 3.4. Instrumentos

Las tomografías computarizadas cone beam fueron obtenidas mediante el equipo PaX-i3D SMART de VATECH Corporation (Hwaseong, Corea del Sur) que presenta un campo de visión anatómico de  $12 \times 9$  cm en forma de arco (arch-shaped FOV).

La evaluación de los volúmenes tomográficos se realizó con el programa Ez3D Advanced 3D-Imaging Software en una computadora de escritorio equipada con un procesador AMD Ryzen 5 5600X, 16 GB de memoria DDR4, sistema operativo Windows 11 y un monitor IPS de 27 pulgadas con resolución  $2560 \times 1440$  a 75 Hz. La tarjeta gráfica utilizada fue una NVIDIA GeForce RTX 3060 de 12 GB, suficiente para procesar y visualizar reconstrucciones +3D con fluidez y precisión.

Se elaboró una ficha de recolección de datos (Anexo A) como instrumento de observación documental en donde se registró la edad, el sexo, estadio de maduración de la sutura palatina media y grado de mineralización del segundo y tercer molar mandibular izquierdo.

#### Figura 5

*Tomógrafo cone beam*



### 3.5. Procedimientos

- Se realizó la capacitación del investigador del estudio con un especialista en Radiología Bucal y Maxilofacial (RBMF) con cinco años de experiencia en el análisis de imágenes obtenidas a partir de TCCB y en el uso de softwares tomográficos para su interpretación.
- Se elaboró una base de datos con las tomografías que cumplían con los criterios de selección. Estas fueron codificadas de forma anónima con el objetivo de evitar sesgos durante la evaluación.
- Se realizó una calibración interobservador con un Especialista en RBMF y una calibración intraobservador llevada a cabo en dos momentos distintos con un intervalo de siete días de diferencia. Para ambas calibraciones se utilizaron 12 tomografías de la base de datos escogidas de manera aleatoria simple. Los valores de concordancia obtenidos mediante el índice de Kappa en la calibración interobservador fueron de 0.745 para la sutura palatina media y de 0.733 para la evaluación conjunta del segundo y tercer molar mandibular. En la calibración intraobservador los valores fueron de 0.625 para la sutura palatina media y de 0.729 para las molares. Estos valores obtenidos corresponden a un **nivel de concordancia** sustancial o buena según Landis y Koch (1977).
- Las etapas de capacitación y calibración fueron llevadas con el objetivo de desarrollar un método eficiente que asegure que los resultados de este estudio sean válidos, consistentes y replicables.
- La evaluación de las tomografías se realizó en orden aleatorio simple, analizando las variables en dos momentos distintos. Primero se evaluó la sutura palatina media y posteriormente el segundo y el tercer molar mandibular permanente izquierdo.
- Finalmente, una vez concluido el proceso de evaluación, las tomografías fueron organizadas según los rangos etarios previamente establecidos con fines analíticos, manteniendo en todo momento la confidencialidad de los datos codificados.

### **Visualización de la sutura palatina media**

Se modifico la primera parte del protocolo descrito por Angelieri et al. (2013) con la finalidad de obtener la visualización de secciones axiales de la sutura palatina media debido a que el presente estudio se realizó en tomografías de volumen de campo medio lo que no permitía observar la totalidad de la cabeza del paciente. Se realizaron los siguientes pasos descritos a continuación:

- Orientación del volumen tomográfico. Se verificó o se corrigió en los tres planos del espacio tomando como referencia una adecuada posición e inclinación del paladar. Luego el cursor del software de análisis de imagen fue colocado en el plano medio sagital del paciente, tanto en la vista coronal como en la axial. En la vista sagital, el volumen tomográfico se ajustó de modo que el eje anteroposterior del paladar sea horizontal.
- Estandarización del Corte Axial. En el plano sagital, se utilizó el corte transversal sagital medio para posicionar el paladar horizontalmente.
- Después de colocar la línea horizontal a lo largo del paladar se utilizó el corte transversal central en la dimensión superoinferior, es decir, desde la superficie nasal a la superficie oral para determinar la clasificación de la etapa de maduración de la sutura según los criterios establecidos en la clasificación de Angelieri et al. (2013), los cuales han sido descritos previamente en la sección de marco teórico.
- Para los sujetos con un paladar curvo, el paladar se evaluó tomando dos cortes axiales transversales centrales, identificando las regiones posterior y anterior de la sutura media palatina por separado. Un paladar curvo fue definido como aquel paladar donde la porción anterior y posterior no pueden ser visualizadas en el mismo corte axial.
- Para sujetos con un paladar más grueso, el paladar se evaluó en su mayoría a nivel de los cortes axiales centrales. Un paladar fue considerado grueso cuando la sutura palatina podía ser evaluada en más de 2 cortes (1 oral, 1 central, 1 nasal).

- Todas las imágenes fueron evaluadas con un grosor de corte de 0 mm y en modo Multiplanar Oblicuo Tridimensional Reformateo (MPR).

### Figura 6

*Orientación del volumen tomográfico para evaluación de la sutura palatina media*



*Nota.* Imagen de estandarización de la orientación del volumen tomográfico para obtener el corte axial a evaluar. Se observa la posición del cursor en el plano coronal, sagital y axial. Tomada de la base de datos de TCCB del presente estudio.

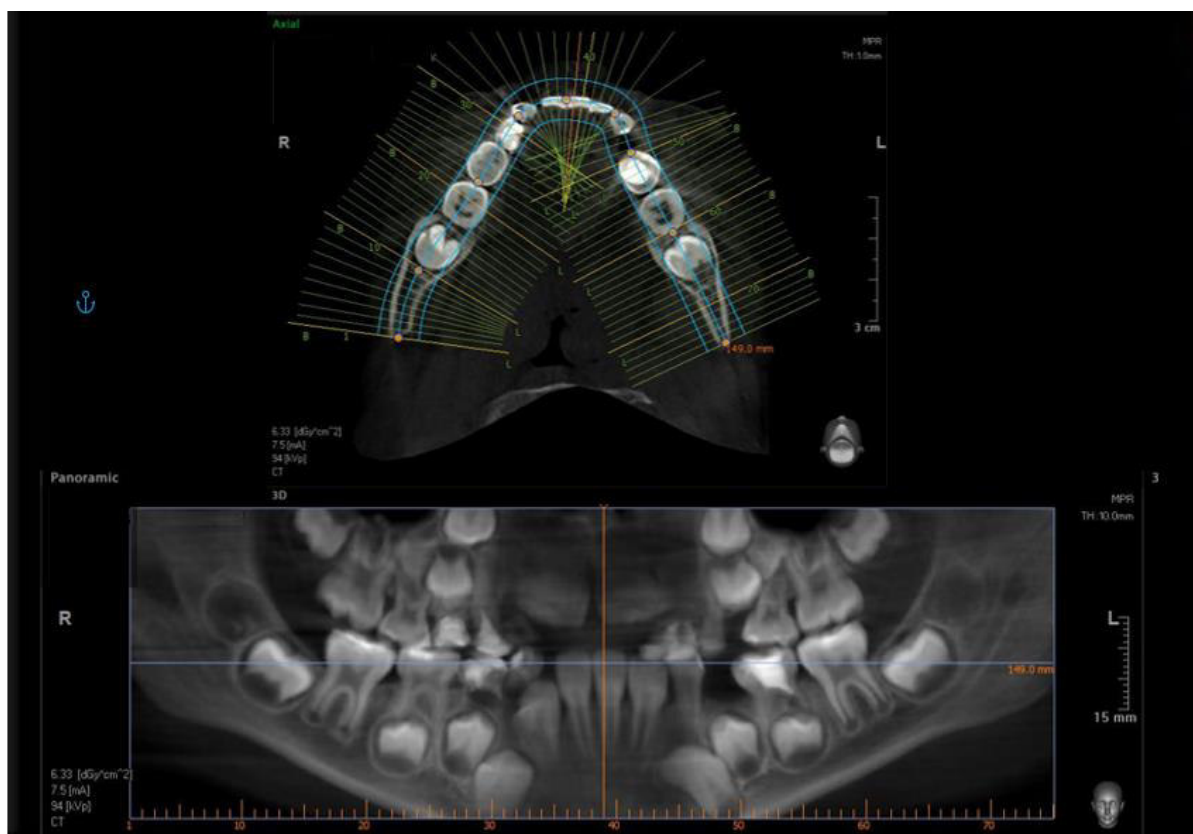
### Visualización del segundo y tercer molar mandibular izquierdo

- Se obtuvo una vista de reformación panorámica, para lo cual se utilizó la herramienta denominada curva panorámica en modo manual teniendo como referencia pasar por el centro de las coronas de todas las piezas dentarias mandibulares.

- Las exploraciones fueron visualizadas con el modo MPR y en un grosor de corte de 10 mm suficiente para incluir el ancho vestíbulo lingual del segundo y tercer molar izquierdo.
- Para determinar los estadios de mineralización se aplicó los parámetros mencionados en la clasificación de Demirjan et al. (1973) descritos previamente en el marco teórico. En los casos de agenesia de tercer molar mandibular izquierdo se evaluó el lado contralateral derecho.

### Figura 7

*Reformación panorámica para evaluación de estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular*



*Nota.* Imagen de reformación panorámica obtenida a partir del volumen tomográfico. Tomada de la base de datos de TCCB del presente estudio.

Las jornadas de visualización en el ordenador computarizado se realizaron durante la mañana, incorporando un descanso visual de 15 minutos por cada dos horas de trabajo. La duración máxima de cada análisis fue de 10 minutos, intercalando entre ellos breves pausas de unos segundos en las que se dirigía la vista hacia un punto distante, con el fin de favorecer la recuperación y relajación del sistema de acomodación, evitando así la aparición de estrabismo y reduciendo la fatiga ocular (Echeverri et al., 2012).

### **3.6. Análisis de datos**

Se realizó utilizando el software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versión 27. Se aplicó estadística descriptiva para el análisis univariado, registrando medidas como la media, desviación estándar, frecuencias absolutas y porcentajes.

La distribución de normalidad de las variables fue evaluada mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, la cual indicó que los datos no seguían una distribución normal. En consecuencia, para el análisis inferencial se empleó el coeficiente de correlación de Spearman, una prueba no paramétrica que permite evaluar la relación entre variables ordinales o no normalmente distribuidas.

Se consideró un nivel de significancia del 5% ( $p < 0.05$ ) para determinar la existencia de correlaciones estadísticamente significativas.

### **3.7. Consideraciones éticas**

- Se siguieron los lineamientos del reglamento de la oficina de investigación y ética del postgrado de la UNFV.
- Mediante una codificación de las tomografías de tipo número aleatorio consecutivo se mantuvo confidencialidad de los datos obtenidos de los pacientes.
- Se realizó las citaciones respectivas de la información obtenida en los artículos de investigaciones y se colocarán en referencias bibliográficas.

- El presente es un estudio retrospectivo y las Tomografías computarizadas cone beam que fueron obtenidas de un banco de datos de un Centro Imagenológico Dental particular, las cuales fueron tomadas con fines de diagnóstico estomatológico y no exclusivamente para una investigación por lo cual no se emitió alguna radiación adicional para la presente investigación.
- El Centro de Imágenes Life 3D es un centro de referencia en la ciudad de Lima el cual cuenta con licencias y permisos que implica respetar reglamentos y consideraciones de bioseguridad en cuanto a radiación al momento de la toma.
- Se respeto las normas, cuidados y sostenibilidad del medio ambiente.

#### IV. RESULTADOS

**Tabla 1**

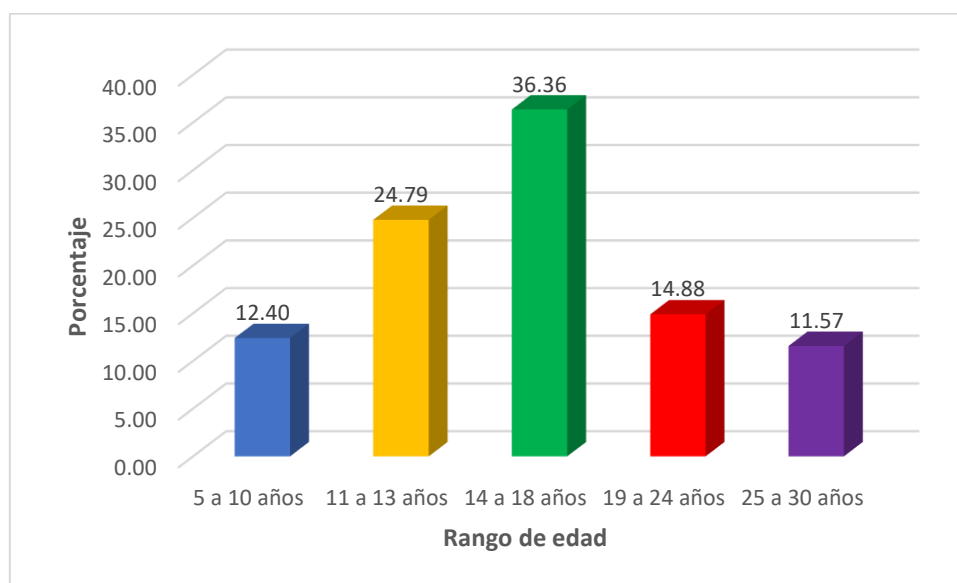
*Distribución de pacientes seleccionados según características*

Características	N	%
<b>Sexo</b>		
Femenino	64	52.89
Masculino	57	47.11
<b>Rango de Edad</b>		
5 a 10 años	15	12.40
11 a 13 años	30	24.79
14 a 18 años	44	36.36
19 a 24 años	18	14.88
25 a 30 años	14	11.57
<b>Total</b>	<b>121</b>	<b>100.00</b>

Nota: Se evidenció una leve mayor proporción de pacientes del sexo femenino (52.89%) y para el rango de edad de 14 a 18 años (36.6%).

**Figura 8**

*Distribución de pacientes seleccionados según rango de edad*



Nota: Se evidenció la mayor proporción de pacientes en el rango de edad de 14 a 18 años (36.6%) y la menor en el rango de 25 a 30 años (11.57%).

**Tabla 2**

*Relación de maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular*

Estadios de maduración de sutura palatina media	$\bar{x} \pm DE$	Estadios de mineralización del segundo molar mandibular							Estadios de mineralización del tercer molar mandibular								
		C	D	E	F	G	H	Total	A	B	C	D	E	F	G	H	Total
A	7.63 ± 1.60	1 (0.8%)	2 (1.7%)		1 (0.8%)	4 (3.3%)		8	4 (3.3%)		1 (0.8%)	2 (1.7%)	1 (0.8%)				8
B	12.51 ± 4.38			6 (5%)	7 (5.8%)	13 (10.7%)	11 (9.1%)	37	3 (2.5%)	3 (2.5%)	5 (4.1%)	15 (12.4%)	2 (1.7%)	2 (1.7%)	2 (1.7%)	5 (4.1%)	37
C	16.46 ± 5.21			1 (0.8%)	1 (0.8%)	12 (9.9%)	34 (28.1%)	48			4 (3.3%)	16 (13.2%)	3 (2.5%)	8 (6.6%)	6 (5%)	11 (9.1%)	48
D	20.05 ± 4.68				1 (0.8%)	2 (1.7%)	16 (13.2%)	19				3 (2.5%)		3 (2.5%)	4 (3.3%)	9 (7.4%)	19
E	24.11 ± 5.01						9 (7.4%)	9				1 (0.8%)	1 (0.8%)			7 (5.8%)	9

$\bar{x}$ : Promedio. **DE**: Desviación estándar. Coeficiente de correlación de Spearman maduración de la sutura palatina media y estadios de mineralización del segundo molar mandibular con r valor = 0.574; p-valor <0.001, y maduración de la sutura palatina media y estadios de mineralización del tercer molar mandibular con r valor = 0.548; p-valor <0.001.

Nota: Se aprecia respecto a la relación de maduración de la sutura palatina media y estadios de mineralización del segundo molar mandibular presentó un coeficiente r valor = 0.574 (Correlación positiva moderada) y con un nivel de significancia de p-valor = 0.000 (p<0.001), en cuanto a relación de maduración de la sutura palatina media y estadios de mineralización del tercer molar mandibular presentó un coeficiente r valor = 0.548 (Correlación positiva moderada) y con un nivel de significancia de p-valor = 0.000 (p<0.001)

**Tabla 3**

*Relación entre maduración de la sutura palatina media y la mineralización del segundo molar mandibular*

Estadios de maduración de sutura palatina media	Estadios de mineralización del segundo molar mandibular						Total
	C	D	E	F	G	H	
A	1 (0.8%)	2 (1.7%)		1 (0.8%)	4 (3.3%)		8
B			6 (5%)	7 (5.8%)	13 (10.7%)	11 (9.1%)	37
C			1 (0.8%)	1 (0.8%)	12 (9.9%)	34 (28.1%)	48
D				1 (0.8%)	2 (1.7%)	16 (13.2%)	19
E						9 (7.4%)	9

Coefficiente de correlación de Spearman maduración de la sutura palatina media y estadios de mineralización del segundo molar mandibular con r valor = 0.574; p-valor <0.001

Nota: Se aprecia la relación entre maduración de la sutura palatina media y la mineralización del segundo molar mandibular, el coeficiente de correlación presenta un valor igual a 0.574 (Correlación positiva moderada) y un p-valor = 0.000 ( $p < 0.001$ ), en mayoría se aprecia que el estadio de maduración se la sutura palatina media es C y el estadio de mineralización del segundo molar mandibular es H en un 28.1%.

**Tabla 4**

*Relación entre maduración de la sutura palatina media y la mineralización del tercer molar mandibular*

Estadios de maduración de sutura palatina media	Estadios de mineralización del tercer molar mandibular								Total	
	A	B	C	D	E	F	G	H		
A	4 (3.3%)		1 (0.8%)	2 (1.7%)	1 (0.8%)					8
B	3 (2.5%)	3 (2.5%)	5 (4.1%)	15 (12.4%)	2 (1.7%)	2 (1.7%)	2 (1.7%)	5 (4.1%)		37
C			4 (3.3%)	16 (13.2%)	3 (2.5%)	8 (6.6%)	6 (5%)	11 (9.1%)		48
D				3 (2.5%)		3 (2.5%)	4 (3.3%)	9 (7.4%)		19
E				1 (0.8%)	1 (0.8%)			7 (5.8%)		9

Coefficiente de correlación de Spearman maduración de la sutura palatina media y estadios de mineralización del tercer molar mandibular con r valor = 0.548; p-valor <0.001

Nota: Se aprecia la relación entre maduración de la sutura palatina media y la mineralización del tercer molar mandibular, el coeficiente de correlación presenta un valor igual a 0.548 (Correlación positiva moderada) y un p-valor = 0.000 ( $p < 0.001$ ), en mayoría se aprecia que el estadio de maduración se la sutura palatina media es C y el estadio de mineralización del tercer molar mandibular es D en un 13.2%.

**Tabla 5***Relación entre mineralización del segundo y tercer molar mandibular*

Estadios de mineralización del tercer molar mandibular	Estadios de mineralización del segundo molar mandibular								Total
	A	B	C	D	E	F	G	H	
<b>A</b>			1 (0.8%)	2 (1.7%)	2 (1.7%)	1 (0.8%)	1 (0.8%)		7
<b>B</b>					1 (0.8%)	2 (1.7%)			3
<b>C</b>					4 (3.3%)	3 (2.5%)	3 (2.5%)		10
<b>D</b>						3 (2.5%)	25 (20.7%)	9 (7.4%)	37
<b>E</b>							1 (0.8%)	6 (5%)	7
<b>F</b>						1 (0.8%)		12 (9.9%)	13
<b>G</b>								12 (9.9%)	12
<b>H</b>							1 (0.8%)	31 (25.6%)	32

Coefficiente de correlación de Spearman estadios de mineralización del segundo molar mandibular y estadios de mineralización del tercer molar mandibular con r valor = 0.802; p-valor <0.001

Nota: Se aprecia la relación entre los estadios de mineralización del segundo molar mandibular y estadios de mineralización del tercer molar mandibular, el coeficiente de correlación presenta un valor igual a 0.802 (Correlación positiva alta) y un p-valor = 0.000 ( $p < 0.001$ ), en mayoría se aprecia que el estadio de mineralización del segundo molar mandibular es H y el estadio de mineralización del tercer molar mandibular es H en un 25.6%.

**Tabla 6**

*Estadio de maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular según edad*

		Edad						Total
		Promedio ± DE	5 a <10 años	10 a <14 años	14 a 18 años	>18 a 24 años	>24 a 30 años	
Estadios de maduración de la sutura palatina media	A	7.63 ± 1.598	6(40%)	2(6.7%)				8
	B	12.51 ± 4.382	7(46.7%)	18(60%)	9(20.5%)	2(11.1%)	1(7.1%)	37
	C	16.46 ± 5.21	2(13.3%)	10(33.3%)	24(54.5%)	7(38.9%)	5(35.7%)	48
	D	20.05 ± 4.684			10(22.7%)	5(27.8%)	4(28.6%)	19
	E	24.11 ± 5.011			1(2.3%)	4(22.2%)	4(28.6%)	9
Estadios de mineralización del segundo molar mandibular	A							0
	B							0
	C		6 1(6.7%)					1
	D		7 2(13.3%)					2
	E	8.43 ± 1.618	6(40%)	1(3.3%)				7
	F	11.30 ± 2.751		9(30%)		1(5.6%)		10
	G	12.06 ± 3.043	5(33.3%)	15(50%)	11(25%)			31
	H	19.23 ± 5.451	1(6.7%)	5(16.7%)	33(75%)	17(94.4%)	14(100%)	70
Estadios de mineralización del tercer molar mandibular	A	8.14 ± 1.574	5(33.3%)	2(6.7%)				7
	B	10 ± 1	1(6.7%)	2(6.7%)				3
	C	9.7 ± 1.889	3(20%)	7(23.3%)				10
	D	12.89 ± 3.098	4(26.7%)	15(50%)	17(38.6%)	1(5.6%)		37
	E	14.86 ± 4.451	1(6.7%)	1(3.3%)	4(9.1%)	1(5.6%)		7
	F	15.92 ± 2.431		1(3.3%)	9(20.5%)	3(16.7%)		13
	G	16.33 ± 2.57		1(3.3%)	10(22.7%)	1(5.6%)		12
	H	23.25 ± 5.273	1(6.7%)	1(3.3%)	4(9.1%)	12(66.7%)	14(100%)	32

Nota: En cuanto a la maduración de la sutura palatina media y la edad en mayor porcentaje se aprecia el estadio C y el grupo etario de 14 a 18 años en un 54.5%, estadios de mineralización del segundo molar mandibular y edad en mayor porcentaje el estadio H en el grupo etario de 14 a 18 años en un 75%, y estadios de mineralización del tercer molar mandibular y edad en mayor porcentaje el estadio D en el grupo etario de 14 a 18 años en un 38.6%.

**Tabla 7**

*Estadio de maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular según sexo*

		Edad					Total	
		5 a <10 años	10 a <14 años	14 a 18 años	>18 a 24 años	>24 a 30 años		
Estadios de maduración de la sutura palatina media	A <b>Femenino</b>	6.67 ± 0.577	3(4.7%)					3
	Masculino	8.207 ± 1.789	3(5.3%)	2(3.5%)				5
	B <b>Femenino</b>	12 ± 5.547	5(7.8%)	5(7.8%)	3(4.7%)		1(1.6%)	14
	Masculino	12.83 ± 3.601	2(3.5%)	13(22.8%)	6(10.5%)	2(3.5%)		23
	C <b>Femenino</b>	15.96 ± 5.14	1(1.6%)	7(10.9%)	12(18.8%)	5(7.8%)	2(3.1%)	27
	Masculino	17.10 ± 5.356	1(1.8%)	3(5.3%)	12(21.1%)	2(3.5%)	3(5.3%)	21
	D <b>Femenino</b>	21.67 ± 5.176			4(6.3%)	4(6.3%)	4(6.3%)	12
	Masculino	17.29 ± 1.604			6(10.5%)	1(1.8%)		7
	E <b>Femenino</b>	24 ± 5.345			1(1.6%)	4(6.3%)	3(4.7%)	8
	Masculino	25					1(1.8%)	1
	A <b>Femenino</b>							
	Masculino							
Estadios de mineralización del segundo molar mandibular	B <b>Femenino</b>							
	Masculino							
	C <b>Femenino</b>	6	1(1.6%)					1
	Masculino							
	D <b>Femenino</b>	7	2(3.1%)					2
	Masculino							
	E <b>Femenino</b>	7.75 ± 1.893	4(6.3%)					4
	Masculino	9.33 ± 0.577	2(3.5%)	1(1.8%)				3
	F <b>Femenino</b>	12.4 ± 3.715		4(6.3%)		1(1.6%)		5
	Masculino	10.20 ± 0.447		5(8.8%)				5
	G <b>Femenino</b>	12.58 ± 2.875	1(1.6%)	6(9.4%)	5(7.8%)			12
	Masculino	11.74 ± 3.177	4(7%)	9(15.8%)	6(10.5%)			19
H <b>Femenino</b>	20.18 ± 5.931	1(1.6%)	2(3.1%)	15(23.4%)	12(18.8%)	10(15.6%)	40	
	Masculino	17.97 ± 4.529		3(5.3%)	18(31.6%)	5(8.8%)	4(7%)	30
Estadios de mineralización del tercer molar mandibular	A <b>Femenino</b>	7.4 ± 1.14	5(7.8%)					5
	Masculino	10		2(3.5%)				2
	B <b>Femenino</b>	9	1(1.6%)					1
	Masculino	10.5 ± 0.707		2(3.5%)				2
	C <b>Femenino</b>	9.5 ± 3.109	1(1.6%)	3(4.7%)				4
	Masculino	9.83 ± 0.753	2(3.5%)	4(7%)				6
	D <b>Femenino</b>	13.17 ± 3.092	1(1.6%)	7(10.9%)	9(14.1%)	1(1.6%)		18
	Masculino	12.63 ± 3.166	3(5.3%)	8(14%)	8(14%)			19
	E <b>Femenino</b>	18.33 ± 2.309			2(3.1%)	1(1.6%)		3
	Masculino	12.25 ± 3.862	1(1.8%)	1(1.8%)	2(3.5%)			4
	F <b>Femenino</b>	16.14 ± 2.116			5(7.8%)	2(3.1%)		7
	Masculino	15.67 ± 2.944		1(1.8%)	4(7%)	1(1.8%)		6
G <b>Femenino</b>	16.8 ± 3.962		1(1.6%)	3(4.7%)	1(1.6%)		5	
	Masculino	16 ± 1.155			7(12.3%)		7	
H <b>Femenino</b>	23.71 ± 5.772	1(1.6%)	1(1.6%)	1(1.6%)	8(12.5%)	10(15.6%)	21	
	Masculino	22.36 ± 4.273			3(5.3%)	4(7%)	4(7%)	11

Nota: Se aprecia los estadios de maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular según sexo, en cuanto a estadios de maduración de la sutura palatina media y sexo, respecto al femenino en mayor porcentaje se aprecia el estadio C en el grupo etario de 14 a 18 años en un 18.8%, en el masculino en mayor porcentaje se aprecia el estadio B en el grupo etario de 10 a <14 años en un 22.8%; en estadios de mineralización del segundo molar mandibular y sexo, en el femenino en mayor porcentaje se aprecia el estadio H en el grupo etario de 14 a 18 años en un 23.4%, en el masculino se aprecia el estadio H en el grupo etario de 14 a 18 años en un 31.6%, y los estadios de mineralización del tercer molar mandibular y sexo, en el femenino en mayor porcentaje se aprecia el estadio H en el grupo etario de >24 a 30 años en un 15.6%, en el masculino en mayor porcentaje se aprecia el estadio D en el grupo etario de 14 a 18 años en un 14%.

**Tabla 8**

*Relación entre la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del segundo molar mandibular en el sexo masculino*

Estadios de maduración de sutura palatina media	Estadios de mineralización del segundo molar mandibular							
	N	$\bar{x}$	DE	E	F	G	H	Total
A	5	8.2	1.789		1(1.8%)	4(7%)		5
B	23	12.83	3.601	2(3.5%)	4(7%)	9(15.8%)	8(14%)	23
C	21	17.1	5.356	1(1.8%)		5(8.8%)	15(26.3%)	21
D	7	17.29	1.604			1(1.8%)	6(10.5%)	7
E	1	25					1(1.8%)	1

$\bar{x}$ : Promedio. DE: Desviación estándar. Coeficiente de correlación de Spearman maduración de la sutura palatina media y estadios de mineralización del segundo molar mandibular en el sexo masculino con r valor = 0.508; p-valor <0.001.

Nota: Se aprecia la relación de maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo molar mandibular en el sexo masculino, respecto a la relación de maduración de la sutura palatina media y estadios de mineralización del segundo molar mandibular presentó un coeficiente r valor = 0.508 (Correlación positiva moderada) y con un nivel de significancia de p-valor = 0.000 (p<0.001).

**Tabla 9**

*Relación entre la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del tercer molar mandibular en el sexo masculino*

Estadios de maduración de sutura palatina media	Estadios de mineralización del tercer molar mandibular											
	N	$\bar{x}$	DE	A	B	C	D	E	F	G	H	Total
A	5	8.2	1.789	1 (1.8%)		1 (1.8%)	2 (3.5%)	1 (1.8%)				5
B	23	12.83	3.601	1 (1.8%)	2 (3.5%)	3 (5.3%)	10 (17.5%)	2 (3.5%)	1 (1.8%)	2 (3.5%)	2 (3.5%)	23
C	21	17.1	5.356			2 (3.5%)	5 (8.8%)	1 (1.8%)	4 (7%)	3 (5.3%)	6 (10.5%)	21
D	7	17.29	1.604				2 (3.5%)		1 (1.8%)	2 (3.5%)	2 (3.5%)	7
E	1	25									1 (1.8%)	1

$\bar{x}$ : Promedio. DE: Desviación estándar. Coeficiente de correlación de Spearman maduración de la sutura palatina media y estadios de mineralización del tercer molar mandibular en el sexo masculino con r valor = 0.485; p-valor <0.001.

Nota: Se aprecia la relación de maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del tercer molar mandibular en el sexo masculino, respecto a la relación de maduración de la sutura palatina media y estadios de mineralización del tercer molar mandibular presentó un coeficiente r valor = 0.485 (Correlación positiva moderada) y con un nivel de significancia de p-valor = 0.000 (p<0.001).

**Tabla 10**

*Relación entre la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del segundo molar mandibular en el sexo femenino*

Estadios de maduración de sutura palatina media	Estadios de mineralización del segundo molar mandibular									
	N	$\bar{x}$	DE	C	D	E	F	G	H	Total
A	3	6.67	0.577	1(1.6%)	2(3.1%)					3
B	14	12	5.547			4(6.3%)	3(4.7%)	4(6.3%)	3(4.7%)	14
C	27	15.96	5.140				1(1.6%)	7(10.9%)	19(29.7%)	27
D	12	21.67	5.176				1(1.6%)	1(1.6%)	10(15.6%)	12
E	8	24	5.345						8(12.5%)	8

$\bar{x}$ : Promedio. DE: Desviación estándar. Coeficiente de correlación de Spearman maduración de la sutura palatina media y estadios de mineralización del segundo molar mandibular en el sexo femenino con r valor = 0.618; p-valor <0.001.

Nota: Se aprecia la relación de maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo molar mandibular en el sexo femenino, respecto a la relación de maduración de la sutura palatina media y estadios de mineralización del segundo molar mandibular presentó un coeficiente r valor = 0.618 (Correlación positiva moderada) y con un nivel de significancia de p-valor = 0.000 (p<0.001).

**Tabla 11**

*Relación entre la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del tercer molar mandibular en el sexo femenino*

Estadios de maduración de sutura palatina media	Estadios de mineralización del tercer molar mandibular											
	N	$\bar{x}$	DE	A	B	C	D	E	F	G	H	Total
A	3	6.67	0.577	3 (4.7%)								3
B	14	12	5.547	2 (3.1%)	1 (1.6%)	2 (3.1%)	5 (7.8%)		1 (1.6%)		3 (4.7%)	14
C	27	15.96	5.14			2 (3.1%)	11 (17.2%)	2 (3.1%)	4 (6.3%)	3 (4.7%)	5 (7.8%)	27
D	12	21.67	5.176				1 (1.6%)		2 (3.1%)	2 (3.1%)	7 (10.9%)	12
E	8	24	5.345				1 (1.6%)	1 (1.6%)			6 (9.4%)	8

$\bar{x}$ : Promedio. DE: Desviación estándar. Coeficiente de correlación de Spearman maduración de la sutura palatina media y estadios de mineralización del tercer molar mandibular en el sexo femenino con r valor = 0.582; p-valor <0.001.

Nota: Se observa la relación de maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del tercer molar mandibular en el sexo femenino, respecto a la relación de maduración de la sutura palatina media y estadios de mineralización del tercer molar mandibular presentó un coeficiente r valor = 0.582 (Correlación positiva moderada) y con un nivel de significancia de p-valor = 0.000 (p<0.001).

**Tabla 12**

*Relación entre la mineralización del segundo y tercer molar mandibular en el sexo masculino*

Estadios de mineralización del tercer molar mandibular	Estadios de mineralización del segundo molar mandibular							
	N	$\bar{x}$	DE	E	F	G	H	Total
A	2	10			1 (1.8%)	1 (1.8%)		2
B	2	10.5	0.707		2 (3.5%)			2
C	6	9.83	0.753	3 (5.3%)	2 (3.5%)	1 (1.8%)		6
D	19	12.63	3.166			16 (28.1%)	3 (5.3%)	19
E	4	12.25	3.862			1 (1.8%)	3 (5.3%)	4
F	6	15.67	2.944				6 (10.5%)	6
G	7	16	1.155				7 (12.3%)	7
H	11	22.36	4.273				11 (19.3%)	11

$\bar{x}$ : Promedio. DE: Desviación estándar. Coeficiente de correlación de Spearman maduración de la sutura palatina media y estadios de mineralización del tercer molar mandibular en el sexo masculino con r valor = 0.861; p-valor <0.001.

Nota: Se observa la relación entre la mineralización del segundo y tercer molar mandibular en el sexo masculino, respecto a la relación entre la mineralización del segundo y tercer molar mandibular presentó un coeficiente r valor = 0.861 (Correlación positiva alta) y con un nivel de significancia de p-valor = 0.000 (p<0.001).

**Tabla 13***Relación entre la mineralización del segundo y tercer molar mandibular en el sexo femenino*

Estadios de mineralización del tercer molar mandibular	Estadios de mineralización del segundo molar mandibular									Total
	N	$\bar{x}$	DE	C	D	E	F	G	H	
A	5	7.4	1.14	1 (1.6%)	2 (3.1%)	2 (3.1%)				5
B	1	9				1 (1.6%)				1
C	4	9.5	3.109			1 (1.6%)	1 (1.6%)	2 (3.1%)		4
D	18	13.17	3.092				3 (4.7%)	9 (14.1%)	6 (9.4%)	18
E	3	18.33	2.309						3 (4.7%)	3
F	7	16.14	2.116				1 (1.6%)		6 (9.4%)	7
G	5	16.8	3.962						5 (7.8%)	5
H	21	23.71	5.772					1 (1.6%)	20 (31.1%)	21

$\bar{x}$ : Promedio. DE: Desviación estándar. Coeficiente de correlación de Spearman maduración de la sutura palatina media y estadios de mineralización del tercer molar mandibular en el sexo femenino con r valor = 0.756; p-valor <0.001.

Nota: Se aprecia la relación entre la mineralización del segundo y tercer molar mandibular en el sexo femenino, respecto a la relación entre la mineralización del segundo y tercer molar mandibular presentó un coeficiente r valor = 0.756 (Correlación positiva alta) y con un nivel de significancia de p-valor = 0.000 (p<0.001).

## V. DISCUSION DE RESULTADOS

El objetivo de la presente investigación fue relacionar la maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular mediante Tomografía Computarizada de Haz Cónico.

Los resultados de este estudio evidenciaron una correlación positiva moderada entre la maduración de la sutura palatina media (SPM) y los estadios de mineralización de los segundos y terceros molares mandibulares ( $r = 0.574$  y  $r = 0.548$ , respectivamente;  $p < 0.001$ ). Estos hallazgos confirman la existencia de un desarrollo paralelo entre el progreso de la osificación de la sutura palatina y la calcificación de la dentición posterior, especialmente de las piezas dentarias molares. En la literatura han sido reportados resultados similares: Gao et al. (2021) encontraron una asociación estadísticamente significativa entre el estadio sutural y el desarrollo dental, sugiriendo que el análisis de los terceros molares puede servir como complemento en la evaluación de la maduración maxilar en adolescentes y adultos jóvenes. Asimismo, Šefeldaitė et al. (2023), encontraron una correlación fuerte entre la madurez del tercer molar y la madurez de la SPM ( $R=0.814$ ;  $p<0.01$ ) y Munusamy et al. (2023) informaron una correlación positiva elevada ( $r = 0.75$ ) entre la maduración de la SPM y la mineralización del segundo molar en pacientes alrededor de la pubertad, respaldando la relación entre la madurez ósea maxilar y el desarrollo dental. Por lo tanto, los resultados sugieren que la evaluación simultánea de estas estructuras provee de una visión integral del estado de maduración del paciente, lo cual es valioso para guiar decisiones clínicas en ortodoncia y ortopedia maxilar.

También se identificó una relación notable entre la edad cronológica y los estadios de maduración tanto sutural como dental. En el grupo de adolescentes de 14 a 18 años, el estadio C de maduración sutural fue el más frecuente en 54.5% de los casos, mientras que en ese mismo rango etario el 75% de los segundos molares alcanzaron el estadio H de ápice radicular cerrado, y la mayoría de los terceros molares se encontraron en estadios intermedios de desarrollo,

alrededor del estadio D. Este patrón concuerda con el pico de crecimiento puberal descrito por Angelieri et al. (2013), en el cual suelen coincidir una rápida progresión de la fusión de la sutura palatina media con la aceleración de la maduración dental y esquelética. Munusamy et al. (2023) también coinciden indicando que aproximadamente entre los 13 y 16 años se produce en simultáneo una marcada consolidación de la sutura y aceleración en la calcificación dental. En síntesis, la etapa media de la segunda década de vida constituye un periodo clave en el que coinciden significativamente los procesos de maduración ósea maxilar y dental. Desde una perspectiva clínica, este hallazgo es suma relevancia ya que identifica una “ventana de oportunidad terapéutica” para intervenciones ortopédicas. Por ejemplo, los datos obtenidos en el presente estudio sugieren que muchos adolescentes en ese rango todavía presentan una sutura palatina en estadio C incompletamente fusionada, lo que indica que aún podrían responder favorablemente a fuerzas de expansión rápida del maxilar sin requerir asistencia quirúrgica. Este hecho coincide con lo reportado por Angelieri et al. (2013) y Franchi et al. (2000), quienes señalaron que durante el pico puberal la sutura palatina media suele permanecer parcialmente abierta y puede ser objeto de expansión ortopédica exitosa. Además, estudios en otras poblaciones han reportado una variabilidad individual amplia; como en el caso de Villarroel et al. (2021) quienes encontraron que, en jóvenes chilenos de 15 a 30 años, si bien la mayoría presentaba suturas en etapas avanzadas de maduración, cerca del 45% aún conservaba estadios donde una expansión rápida del maxilar, no quirúrgica sería posible. Por lo tanto, en la práctica clínica se recomienda evaluar de forma individualizada el estadio sutural, idealmente con imágenes 3D obtenidas a partir de tomografías computarizada de haz cónico en pacientes limítrofes, antes de descartar un tratamiento de expansión convencional.

En el análisis de diferencias según el sexo se observó que la relación entre la maduración sutural y la mineralización dental se mantiene en ambos géneros, aunque con algunas diferencias en el ritmo de desarrollo. En mujeres, la correlación de la SPM y el segundo

molar mandibular fue de  $r = 0.618$  y entre la SPM y el tercer molar mandibular de  $r = 0.582$ ; mientras que en hombres se encontró un  $r = 0.508$  y  $r = 0.485$ , para el segundo y tercer molar respectivamente, todos con un valor  $p < 0.001$ . Aunque estas correlaciones son moderadas en ambos casos, se observa una ligera tendencia a valores más altos en la muestra femenina. Esto sugiere que las mujeres tienden a alcanzar antes la madurez tanto de la sutura palatina como de los dientes, en concordancia con la literatura científica sobre desarrollo craneofacial en donde se indica una maduración más temprana en el sexo femenino. Demirjian et al. (1973) y Liversidge (2011) encontraron que, en promedio las mujeres presentan adelantos en la cronología de la erupción y calcificación dentaria frente a los hombres, así como un desarrollo esquelético más precoz. Los hallazgos de la presente investigación concuerdan con esa tendencia general, en la población estudiada las mujeres mostraron con mayor frecuencia estadios avanzados de mineralización a edades ligeramente más tempranas que los varones. Sin embargo, es importante mencionar que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la correlación entre la SPM y los dientes al comparar ambos sexos; es decir, la asociación entre la maduración de la sutura palatina y la de los molares se mantuvo consistente en hombres y mujeres. Esto indica que, si bien el inicio de la maduración difiere, la sincronía entre la maduración ósea y dental ocurre de forma proporcional en ambos sexos. Este hallazgo resulta clínicamente relevante porque sugiere que los indicadores de desarrollo evaluados son válidos para ambos géneros por igual, aunque al interpretar resultados se debería considerar la diferencia del inicio y del ritmo de maduración.

En cuanto a la relación entre la mineralización del segundo y tercer molar, se encontró un hallazgo destacado en el presente estudio, la fuerte correlación entre los estadios de mineralización del segundo y el tercer molar mandibular ( $r = 0.802$ ;  $p < 0.001$ ). Esta alta correlación indica que ambos molares siguen trayectorias de desarrollo muy sincronizadas en la mayoría de individuos. Incluso, al analizar por sexo, la asociación de segunda y tercera molar

mandibular se mantuvo elevada tanto en varones ( $r = 0.86$ ) como en mujeres ( $r = 0.75$ ) con una significancia alta en ambos casos. De acuerdo con la literatura científica, no es inesperado que el segundo y el tercer molar presenten un desarrollo paralelo, dado que ambos comparten un origen embriológico común y una cronología de formación semejante. No obstante, cuantificar esta relación resulta relevante debido a sus implicancias clínicas. Esta evidencia respalda la posibilidad de utilizar de manera intercambiable el segundo y el tercer molar como indicadores de maduración dental en etapas tardías. En los casos en los que los terceros molares presenten agenesia o no puedan ser evaluados mediante estudios radiográficos, el segundo molar puede representar una alternativa válida para estimar el grado de madurez dental, y viceversa.

Oh et al. (2022) destacaron que la evaluación conjunta de ambos molares incrementa la precisión en la estimación de la edad, especialmente en relación con el umbral legal de los 18 años. Esta estrategia diagnóstica contribuye a reducir el margen de error y fortalece la fiabilidad en contextos forenses y jurídicos. En esa misma línea, los resultados del presente estudio indican que existe cierto grado de redundancia informativa entre el segundo y el tercer molar. Esta correspondencia resulta particularmente relevante en situaciones donde es crucial determinar si una persona ha alcanzado la mayoría de edad. En síntesis, la fuerte correlación entre estos dos dientes refuerza su valor como marcadores combinados del estado de maduración dental tardía, consolidando su utilidad en el ámbito de la odontología forense y del desarrollo.

Los resultados obtenidos resaltan el valor de integrar la evaluación de la osificación de la sutura palatina media y mineralización dental en la toma de decisiones clínicas. Angelieri et al. (2013) y Gao et al. (2021) recomiendan aplicar Expansión rápida maxilar en estadios A–C y considerar cirugía a partir del estadio D. También se debe tomar en cuenta que la TCCB permite una valoración directa de la SPM, pero que la evaluación de terceros molares a través

de radiografías panorámicas puede ofrecer información indirecta sobre su estado de dicha sutura.

En resumen, la correlación entre el estado de la SPM y la mineralización de los molares proporciona una herramienta útil para evaluar la madurez ósea y dental. Esto resulta útil tanto para tratamientos ortodóncicos como para estimaciones de edad en contextos forenses. La integración de imágenes 3D con estudios dentales puede aumentar la precisión diagnóstica y la eficacia terapéutica en pacientes que se encuentran en desarrollo.

## VI. CONCLUSIONES

- Se estableció una relación significativa entre la maduración de la sutura palatina media y la mineralización del segundo y tercer molar mandibular mediante tomografía computarizada Cone Beam, lo que permite una evaluación clínica integral más precisa del desarrollo cráneo-facial.
- El segundo molar mandibular mostró una moderada correlación con el estado de maduración de la sutura palatina, siendo útil para estimar el momento biológico de intervención ortodóncica.
- El tercer molar mandibular también presentó una correlación moderada con el estado de la sutura palatina, siendo especialmente útil en edades más avanzadas del desarrollo, cuando otros dientes ya han alcanzado su madurez.
- Se identificó una estrecha relación entre la mineralización del segundo y tercer molar mandibular, lo que sugiere que su análisis conjunto mejora la precisión en la estimación del estadio de maduración dentaria.
- Ambos procesos, la maduración sutural palatina y la mineralización de los molares, mostraron un avance progresivo en función de la edad cronológica, lo que confirma su utilidad como marcadores del crecimiento biológico.
- Se evidenciaron diferencias entre sexos, siendo las mujeres quienes alcanzan estadios de maduración más avanzados a edades más tempranas, aunque la asociación entre los indicadores óseos y dentales se mantuvo consistente en ambos grupos.
- En el sexo masculino, la mineralización del segundo molar mostró una fuerte asociación con la maduración de la sutura palatina, consolidándose como un marcador fiable para estimar el estado del crecimiento, mientras que el tercer molar presentó una correlación positiva de forma menos pronunciada consolidándose como un indicador complementario clínicamente relevante.

- En el sexo femenino, el segundo molar mostró una asociación significativa con la maduración de la sutura palatina media, especialmente en etapas tempranas, confirmando su utilidad diagnóstica en ese grupo. Además, el tercer molar también presentó una correlación con la sutura palatina, destacando su valor como apoyo diagnóstico en situaciones en que el segundo molar ha alcanzado su desarrollo final.
- Finalmente, la evaluación conjunta del segundo y tercer molar mostró un desarrollo coordinado tanto en varones como en mujeres, validando su uso combinado como estrategia eficaz para estimar el grado de maduración dentaria y la edad biológica con mayor precisión.

## VII. RECOMENDACIONES

- Realizar una evaluación individualizada utilizando TCCB para una planificación ortodóncica más precisa debido a la variabilidad en la maduración de la SPM y la mineralización dental de las molares mandibulares.
- Considerar las diferencias observadas en la maduración según el sexo y la edad para adaptar las estrategias de tratamiento ortodóncico.
- Aplicar la TCCB de forma justificada en casos de maloclusiones severas en donde la evaluación tridimensional de la SPM y la mineralización dentaria sea necesaria para el diagnóstico preciso, garantizando su uso ético conforme al principio ALARA y capacitando al personal clínico en su correcta interpretación.
- Realizar estudios longitudinales en población peruana con una muestra más amplia para establecer estándares de maduración específicos según características biológicas, genéticas y contextuales propias de esta población.
- Realizar estudios longitudinales en una población peruana con una muestra más amplia para ampliar la comprensión de cómo se relacionan la maduración de la SPM y la mineralización dental, y su aplicación clínica según las características propias de esta población.

## VIII. REFERENCIAS

- Abdelkarim, A., Jerrold, L., & Baker, C. (2019). Cone beam CT and the orthodontist: Progress and concerns. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 156(6), 836–843. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.08.009>
- Aboudara, C., Nielsen, I. L., Huang, J. C., Maki, K., Miller, A. J., & Hatcher, D. (2009). Evaluation of airway volume using CBCT. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 135(4), 468–479. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.09.016>
- Angelieri, F., Cevidanes, L. H., Franchi, L., Gonçalves, J. R., Benavides, E., & McNamara, J. A., Jr (2013). Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 144(5), 759–769. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.04.022>
- Al-Balbeesi, H. O., Al-Nahas, N. W., Baidas, L. F., Bin Huraib, S. M., Alhaidari, R., & Alwadai, G. (2018). Correlation between skeletal maturation and developmental stages of canines and third molars among Saudi subjects. *The Saudi dental journal*, 30(1), 74–84. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2017.11.003>
- AlQahtani, S. J., Hector, M. P., & Liversidge, H. M. (2010). *Brief communication: the London Atlas of human tooth development and eruption*. *American Journal of Physical Anthropology*, 142(3), 481–490.
- Alves Jr., M., Ruellas, A. C., Yatabe, M. S., et al. (2020). Assessment of midpalatal suture maturation using cone-beam computed tomography. *Progress in Orthodontics*, 21, 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40510-020-00318-5>

- Baccetti, T., Franchi, L., & McNamara, J. A. (2000). Treatment and posttreatment craniofacial changes after rapid maxillary expansion and facemask therapy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 118(4), 404–413. <https://doi.org/10.1067/mod.2000.110899>
- Baccetti, T., Franchi, L., & McNamara, J. A. (2001). Growth in the untreated Class III subject. *Seminars in Orthodontics*, 7(3), 134–142. <https://doi.org/10.1053/sodo.2001.25468>
- Baccetti, T., Franchi, L., & McNamara, J. A. (2005). The cervical vertebral maturation method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Seminars in Orthodontics*, 11(3), 119–129. <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2005.04.005>
- Booth E, Viana G, Shirazi S, Miller S, Sellke T, Elnagar M, Viana M, & Atsawasuan P. (2024). Correlations of spheno-occipital synchondrosis, cervical vertebrae, midpalatal suture, and third molar maturation stages. *Angle Orthod.*, 94(6), 641-647. <https://doi.org/10.2319/041224-295.1>.
- Bornstein, M. M., Scarfe, W. C., Vaughn, V. M., & Jacobs, R. (2014). Cone beam computed tomography in implant dentistry: A systematic review focusing on guidelines, indications, and radiation dose risks. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 29, 55–77.
- Buschang, P. H., & Demirjian, A. (1994). Adaptive growth of the mandible. *Seminars in Orthodontics*, 5(4), 281–291.
- Buschang, P. H., & Demirjian, A. (1999). Clinical applications of growth studies. In T. M. Graber, R. L. Vanarsdall Jr., & K. W. L. Vig (Eds.), *Orthodontics: Current principles and techniques* (3rd ed., pp. 73–98). Mosby.
- Cameriere, R., Ferrante, L., Liversidge, H. M., Prieto, J. L., & Ottolenghi, L. (2006). *Accuracy of age estimation in children using radiograph of developing teeth*. *Forensic Science International*, 158(2-3), 68–73.

- Cameriere, R., De Luca, S., Biagi, R., Cingolani, M., & Ferrante, L. (2007). Reliability of third molar maturity index (I3M) in age estimation. *Forensic Science International*, 168(2–3), 231–236. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.07.013>
- Chávez-Sevillano, M. G., Tenorio Estrada, J., Blanco-Victorio, D. J., Lagravère Vich, M. O., Abdo Quintão, C. C., & Palomino-Gómez, S. P. (2021). Evaluation of the suture ossification level according to age and sex in children, adolescents, and adults. A cross-sectional and observational 3D study. *International orthodontics*, 19(1), 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2020.12.002>
- Chutasripanich, N., Mahatumarat, K., & Panmekiate, S. (2022). Relationship between the midpalatal suture maturation, cervical vertebral maturation, and dental age in 8–18 years old patients. *Imaging Science in Dentistry*, 52(3), 217–225. <https://doi.org/10.5624/isd.20210499>
- Coutinho, S., Buschang, P. H., & Miranda, F. (1993). Relationships between mandibular canine calcification stages and skeletal maturity. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 104(3), 262–268. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(93\)70009-Z](https://doi.org/10.1016/0889-5406(93)70009-Z)
- Dempsey, P. J., & Townsend, G. C. (2001). *Genetic and environmental contributions to variation in human tooth size*. *Heredity*, 86(6), 685–693.
- Demirjian, A., Goldstein, H., & Tanner, J. M. (1973). A new system of dental age assessment. *Human Biology*, 45(2), 211–227.
- Demirjian, A., & Goldstein, H. (1976). New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Annals of Human Biology*, 3(5), 411–421. <https://doi.org/10.1080/03014467600002651>

- Demirturk, K., Yavuz, I., Dikicier, S., & Yavuz, Y. (2017). Assessment of the relationship between dental age and skeletal maturity using cephalometric radiographs. *The Journal of International Dental and Medical Research*, 10(2), 321–326.
- Echeverri, S., Giraldo, D., Lozano, L., Mejía, P.A., Montoya, L., Vásquez, E. M. (2012). Síndrome de visión por computador: una revisión de sus causas y del potencial de prevención. *Rev CES Salud Pública.*, 3(2), 193-201
- Enlow, D. H., & Hans, M. G. (1996). *Essentials of facial growth*. W. B. Saunders.
- Enlow, D. H., & Hans, M. G. (2008). *Essentials of facial growth* (2nd ed.). W. B. Saunders.
- European Commission. (2012). *Radiation Protection No. 172: Cone Beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology*. Directorate-General for Energy.
- Ferrillo, M., Daly, K., Pandis, N., & Fleming, P. S. (2024). The effect of vertical skeletal proportions, skeletal maturation, and age on midpalatal suture maturation: a CBCT-based study. *Progress in orthodontics*, 25(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s40510-023-00504-0>
- Fishman L. S. (1979). Chronological versus skeletal age, an evaluation of craniofacial growth. *The Angle orthodontist*, 49(3), 181–189. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1979\)049<0181:CVSAAE>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1979)049<0181:CVSAAE>2.0.CO;2)
- Franchi, L., Baccetti, T., & McNamara, J. A., Jr (2000). Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 118(3), 335–340. <https://doi.org/10.1067/mod.2000.107009>

- Franchi, L., Baccetti, T., & McNamara, J. A. (2006). Postpubertal assessment of treatment timing for maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129(5), 577–579.
- Frucht, S., Schnegelsberg, C., Schulte-Mönting, J., Rose, E., & Jonas, I. (2000). Dental age in southwest Germany: a radiographic study. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 61(5), 318–329.
- Gao, L., & Gu, Y. (2020). Beijing da xue xue bao. *Yi xue ban = Journal of Peking University. Health sciences*, 53(1), 133–138. <https://doi.org/10.19723/j.issn.1671-167X.2021.01.020>
- Garn, S. M., Lewis, A. B., & Polacheck, D. L. (1973). Variability of tooth formation. *Journal of Dental Research*, 52(5), 1354–1363.
- Gomes, S. C., et al. (2010). Correlation between third molar development and chronological age in a Brazilian population. *Forensic Science International*, 200(1–3), 130.e1–130.e6.
- Gribel, B. F., Gribel, M. N., Frazao, D. C., McNamara, J. A., & Manzi, F. R. (2017). Accuracy and reliability of craniometric measurements on digital panoramic radiographs and lateral cephalograms. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 22(4), 51–58.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6a. ed.). McGraw-Hill.
- Jaju, P. P., & Jaju, S. P. (2015). Cone-beam computed tomography: Time to move from ALARA to ALADA. *Imaging Science in Dentistry*, 45(4), 263–265.
- Jimenez-Valdivia, L. M., Malpartida-Carrillo, V., Rodríguez-Cárdenas, Y. A., Dias-Da Silveira, H. L., & Arriola-Guillén, L. E. (2019). Midpalatal suture maturation stage

- assessment in adolescents and young adults using cone-beam computed tomography. *Progress in orthodontics*, 20(1), 38. <https://doi.org/10.1186/s40510-019-0291-z>
- Lagravère, M. O., Major, P. W., Flores-Mir, C., & Carey, J. (2005). *Orthodontic treatment: Rapid maxillary expansion. Evidence-Based Dentistry*, 6(4), 112–113. <https://doi.org/10.1038/sj.ebd.6400370>
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159–174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Lecca-Morales, R. M., & Carruitero, M. J. (2017). Relationship between dental calcification and skeletal maturation in a Peruvian sample. *Dental press journal of orthodontics*, 22(3), 89–96. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.22.3.089-096.oar>
- Lione, R., Franchi, L., & Cozza, P. (2015). Does rapid maxillary expansion induce changes in midpalatal suture morphology? A CBCT study. *Progress in Orthodontics*, 16(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s40510-015-0086-6>.
- Lione, R., Buongiorno, M., Franchi, L., Cozza, P., & Pavoni, C. (2017). Midpalatal suture maturation in adults: A cone-beam computed tomographic study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 151(4), 659–666. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.08.023>
- Lione, R., Pavoni, C., Cozza, P., & Franchi, L. (2018). Evaluation of midpalatal suture maturation using CBCT in adolescents. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 21(3), 150–155.

- Lione, R., Franchi, L., Huanca Ghislanzoni, L. T., Fanucci, E., & Cozza, P. (2021). Midpalatal suture maturation in adolescents assessed with CBCT: A diagnostic reliability study. *The Angle Orthodontist*, *91*(2), 180–186.
- Liversidge, H. M. (2011). Sex differences in the timing of human tooth formation. *Archives of Oral Biology*, *56*(5), 469–475.
- Marshall, W. A., & Tanner, J. M. (1986). Puberty. In: Falkner, F. & Tanner, J. M. (Eds.), *Human Growth: A Comprehensive Treatise*, Vol. 2. Plenum Press.
- Massler, M., Schour, I., & Poncher, H. G. (1941). Developmental pattern of the child as reflected in the calcification pattern of the teeth. *American Journal of Diseases of Children*, *62*(1), 33–67.
- McNamara, J. A. (2000). Maxillary transverse deficiency. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *117*(5), 567–570.  
<https://doi.org/10.1067/mod.2000.103894>
- McNamara, J. A. (2002). Early intervention in the transverse dimension: Is it worth the effort? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *121*(6), 572–574.  
<https://doi.org/10.1067/mod.2002.123379>
- Mehta, N., Patel, D., Mehta, F., Gupta, B., Zaveri, G., & Shah, U. (2016). Evaluation of skeletal maturation using mandibular third molar development in Indian adolescents. *Journal of forensic dental sciences*, *8*(2), 112. <https://doi.org/10.4103/0975-1475.186372>
- Melsen, B. (1975). Palatal growth studied on human autopsy material: A histologic microradiographic study. *American Journal of Orthodontics*, *68*(1), 42–54.
- Munusamy, V., Ariffin, Z., Alrahaimi, M., & Ab Ghani, N. R. (2023). Evaluation of the midpalatal suture and its correlation with the cervical vertebral maturation stages and

- second molar mineralization stages: A CBCT study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5), 4342. <https://doi.org/10.3390/ijerph20054342>
- Oh, H., Park, J., Kim, S. J., & Yu, H. S. (2019). Three-dimensional analysis of sutural changes after rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. *Korean Journal of Orthodontics*, 49(5), 278–288. <https://doi.org/10.4041/kjod.2019.49.5.278>
- Oh, S., Kumagai, A., Kim, S. Y., & Lee, S. S. (2022). Accuracy of age estimation and assessment of the 18-year threshold based on second and third molar maturity in Koreans and Japanese. *PloS one*, 17(7), e0271247. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0271247>
- Opperman, L. A. (2000). Cranial sutures as intramembranous bone growth sites. *Developmental Dynamics*, 219(4), 472–485.
- Papageorgiou, S. N., Papadopoulos, M. A., & Athanasiou, A. E. (2016). Effect of nutrition on craniofacial growth: A systematic review. *European Journal of Orthodontics*, 38(6), 588–599. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjw039>
- Pauwels, R., Beinsberger, J., Collaert, B., Theodorakou, C., Rogers, J., Walker, A., & Jacobs, R. (2015). Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *European Journal of Radiology*, 81(2), 267–271.
- Persson, M., & Thilander, B. (1977). Sutural closure in rabbit and man: A morphological and histochemical study. *American Journal of Orthodontics*, 72(1), 42–51.
- Pico, A., Martín, C., & Quesada, M. (2017). Airway changes in skeletal class II patients after functional treatment. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 20(1), 32–38.
- Proffit, W. R., Fields, H. W., & Larson, B. E. (2013). *Contemporary orthodontics* (5th ed.). Elsevier.

- Proffit, W. R., Fields, H. W., Larson, B., & Sarver, D. M. (2019). *Contemporary orthodontics* (6th ed.). Elsevier.
- Rai, B., Kaur, J., Anand, S. C., & Jain, R. K. (2010). Accuracy of the Demirjian method for age estimation in Indian children. *Forensic Science International*, *197*(1–3), 137.e1–137.e4.
- Rebouças, P. R. M., Alencar, C. R. B., Arruda, M. J. A. L. L. A., Lacerda, R. H. W., Melo, D. P., Bernardino, Í. M., & Bento, P. M. (2021). Identification of dental calcification stages as a predictor of skeletal development phase. *Dental press journal of orthodontics*, *26*(4), e2119292. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.26.4.e2119292.oar>
- Šefeldaitė, S., Mitalauskienė, A., Trakinienė, G., Vasiliauskas, A., Lopatienė, K., & Venskutonis, T. (2023). Correlation Between Third Molar Mineralization and Midpalatal Suture Maturity: A Cone Beam Computed Tomography Study. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, *29*, e940539. <https://doi.org/10.12659/MSM.940539>
- Ten Cate, A. R. (2013). *Oral histology: Development, structure, and function* (8th ed.). Elsevier.
- Trakinienė, G., Smailienė, D., & Lopatienė, K. (2016). Relationship between dental age and skeletal maturity in 7–17-year-old children. *Stomatologija, Baltic Dental and Maxillofacial Journal*, *18*(1), 10–14.
- Toodehzaeim, M. H., Rafiei, E., Hosseini, S. H., Haerian, A., & Hazeri-Baqdad-Abad, M. (2020). Association between mandibular second molars calcification stages in the panoramic images and cervical vertebral maturity in the lateral cephalometric images. *Journal of clinical and experimental dentistry*, *12*(2), e148–e153. <https://doi.org/10.4317/jced.56402>

- Villarroel, T., Alvarado, M. J., Concha, G., Vicuña, D., & Oyonarte, R. (2021). Midpalatal sutural maturation in Chilean adolescents and young adults: Cross-sectional study. *International Journal of Interdisciplinary Dentistry*, 14(2), 140–143. <https://doi.org/10.4067/S2452-55882021000200140>
- White, S. C., & Pharoah, M. J. (2014). *Oral Radiology: Principles and Interpretation* (7th ed.). Mosby.

## IX. ANEXOS

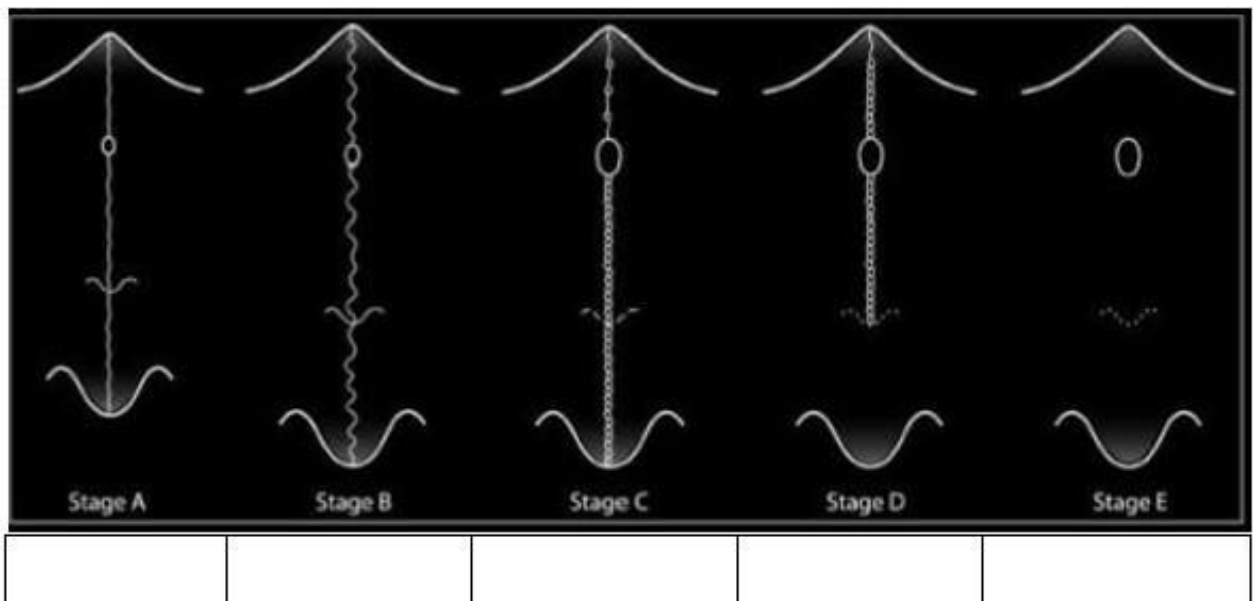
### ANEXO A. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Nº de Ficha: \_\_\_\_\_

Código de Paciente: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Indicación: Se marcará con un aspa la categoría observada según el análisis propuesto en el estudio

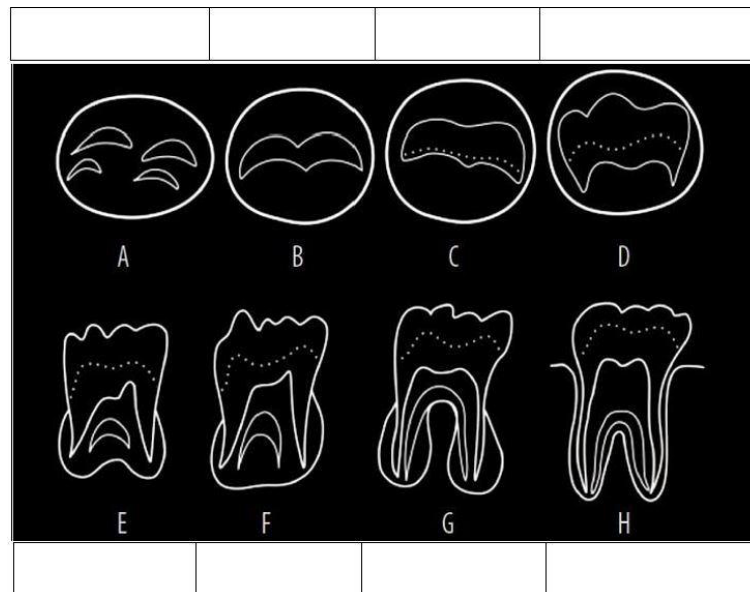
#### Grado de osificación de la sutura palatina media



*Nota.* Dibujo esquemático de las etapas de maduración observadas en la sutura palatina media.

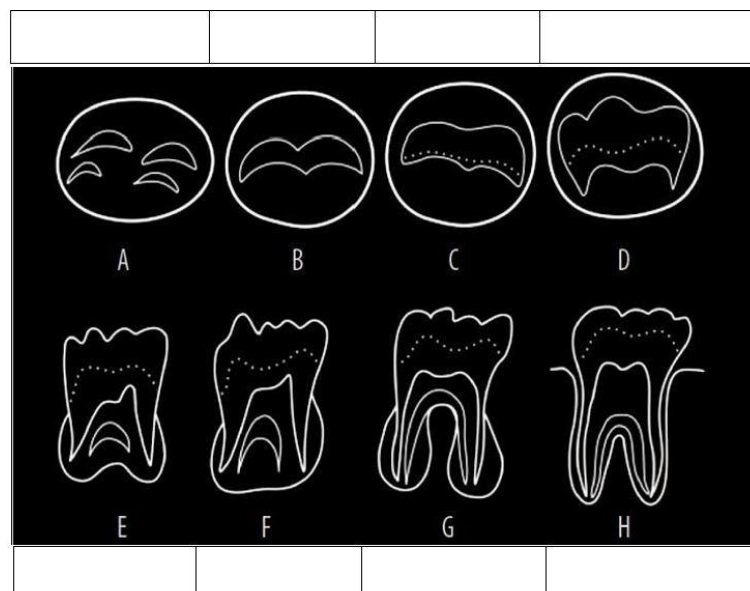
Adaptado de “Classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion” por Angeleri et al., 2013, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 144(5).

### Etapas de mineralización de piezas dentarias 2DA molar izquierda



*Nota.* Dibujo esquemático. Adaptado de “Correlation Between Third Molar Mineralization and Midpalatal Suture Maturity: A Cone Beam Computed Tomography Study” por Šefeldaitė et al., 2023, *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 29 (e940539). Basado en Demirjian et al., 1973.

### Etapas de mineralización de piezas dentarias 3RA molar izquierda

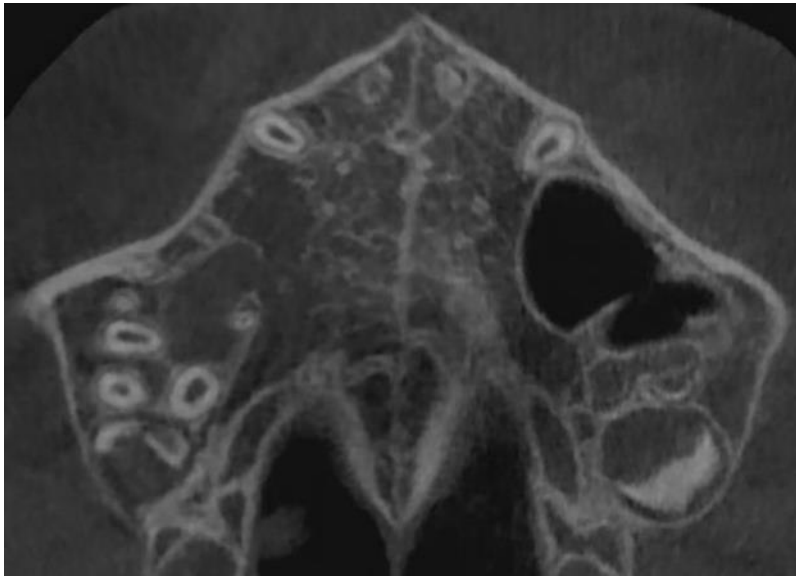


*Nota.* Dibujo esquemático. Adaptado de “Correlation Between Third Molar Mineralization and Midpalatal Suture Maturity: A Cone Beam Computed Tomography Study” por Šefeldaitė et al., 2023, *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 29 (e940539). Basado en Demirjian et al., 1973.

**ANEXO B.** CORTES TOMOGRÁFICOS REPRESENTATIVOS DE LOS ESTADIOS DE LA CLASIFICACIÓN DE ANGELIERI Y COLB. (2013)

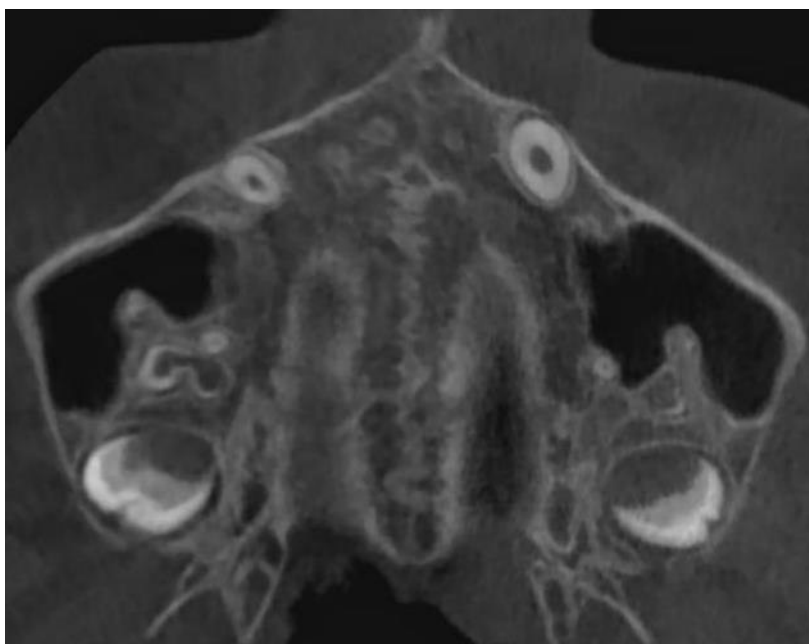
**Figura 9**

*Corte Axial de Tomografía Cone Beam de sutura palatina en estadio A*



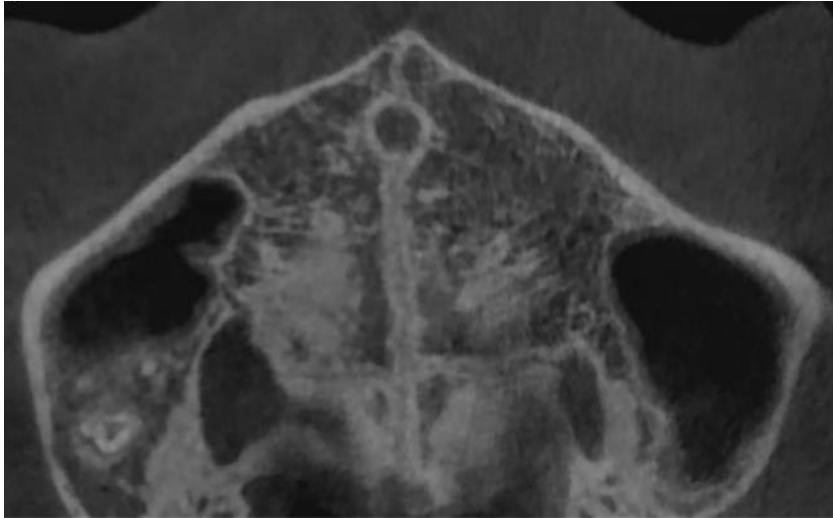
**Figura 10**

*Corte Axial de Tomografía Cone Beam de sutura palatina en estadio B*

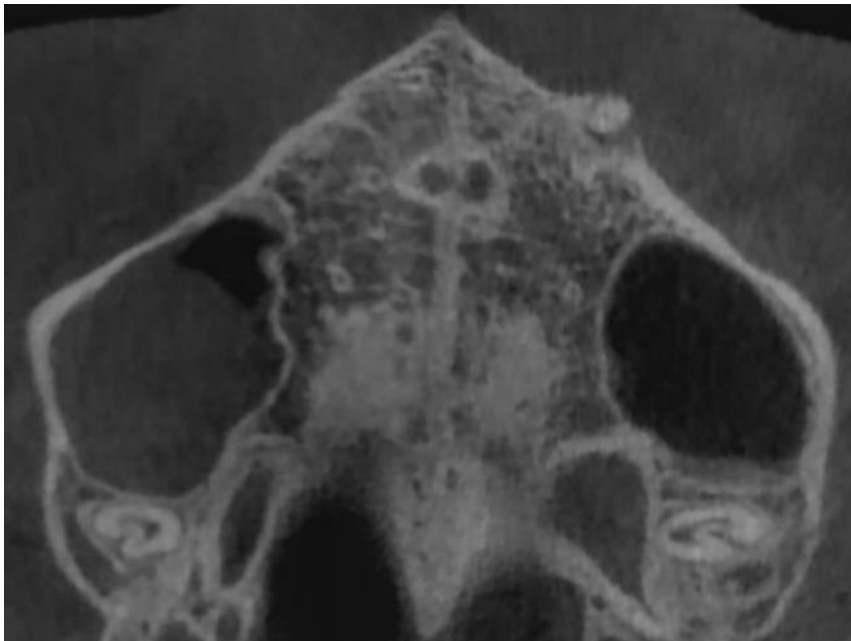


**Figura 11**

*Corte Axial de Tomografía Cone Beam de sutura palatina en estadio C*

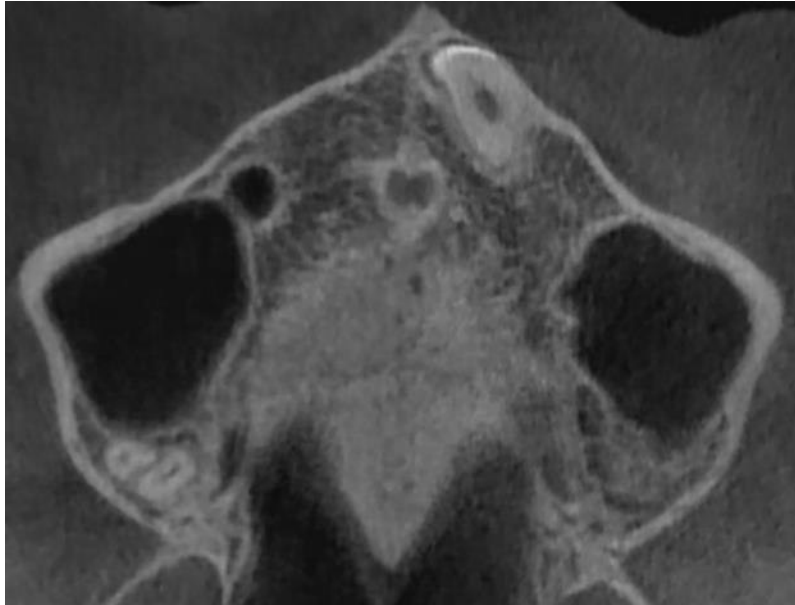
**Figura 12**

*Corte Axial de Tomografía Cone Beam de sutura palatina en estadio D*



**Figura 13**

*Corte Axial de Tomografía Cone Beam de sutura palatina en estadio E*



**ANEXO C. CORTES TOMOGRÁFICOS REPRESENTATIVOS DE LOS ESTADIOS DE LA CLASIFICACIÓN DE DEMIRJIAN Y COLB. (1973)**

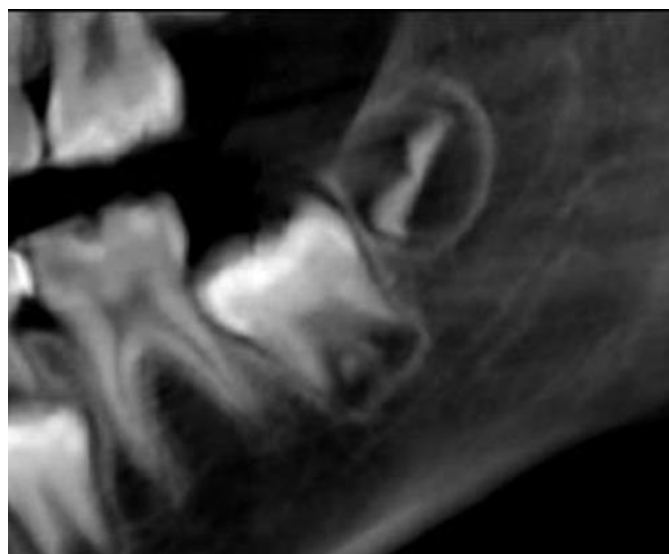
**Figura 14**

*Corte Sagital de Tomografía Cone Beam en zona de tercer molar en estadio A de mineralización dentaria*



**Figura 15**

*Corte Sagital de Tomografía Cone Beam en zona de tercer molar en estadio B de mineralización dentaria*



**Figura 16**

*Corte Sagital de Tomografía Cone Beam en zona de tercer molar en estadio C de mineralización dentaria*

**Figura 17**

*Corte Sagital de Tomografía Cone Beam en zona de tercer molar en estadio D de mineralización dentaria*

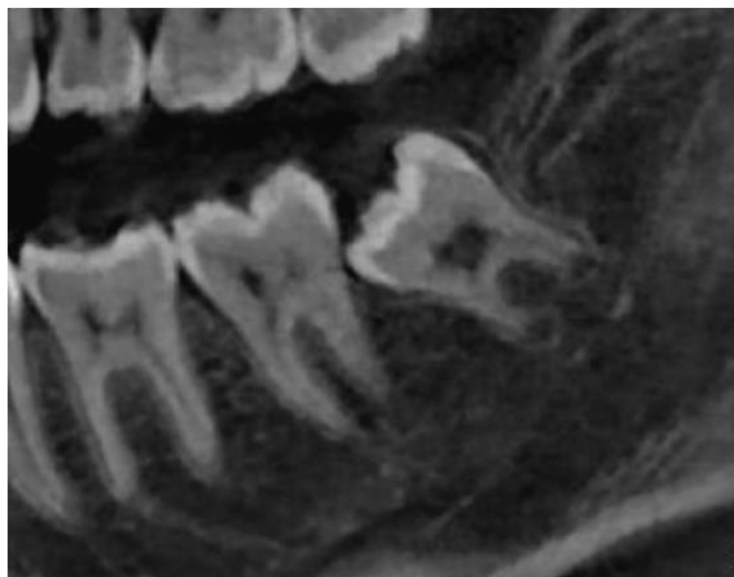


**Figura 18**

*Corte Sagital de Tomografía Cone Beam en zona de tercer molar en estadio E de mineralización dentaria*

**Figura 19**

*Corte Sagital de Tomografía Cone Beam en zona de tercer molar en estadio F de mineralización dentaria*

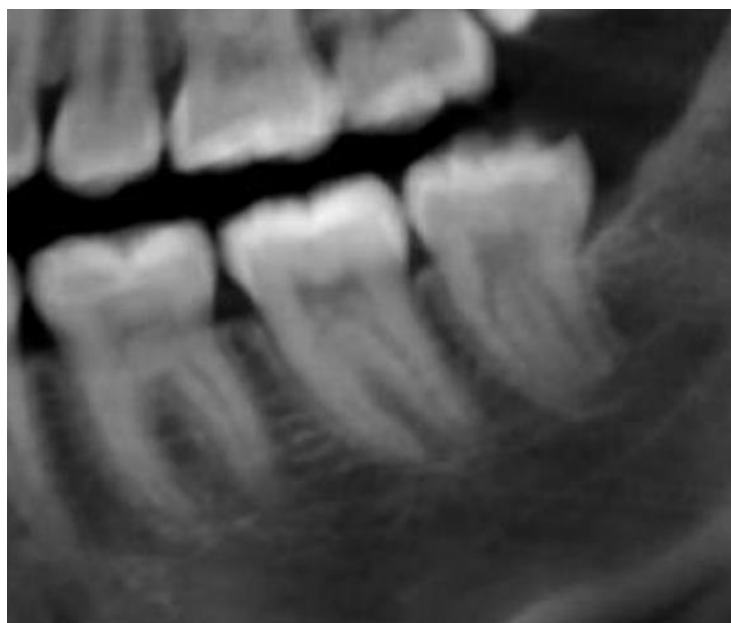


**Figura 20**

*Corte Sagital de Tomografía Cone Beam en zona de tercer molar en estadio G de mineralización dentaria*

**Figura 21**

*Corte Sagital de Tomografía Cone Beam en zona de tercer molar en estadio H de mineralización dentaria*



**ANEXO D. MATRIZ DE CONSISTENCIA. RELACIÓN ENTRE LA MADURACIÓN DE LA SUTURA PALATINA MEDIA Y LOS ESTADIOS DE MINERALIZACIÓN DEL SEGUNDO Y TERCER MOLAR MANDIBULAR MEDIANTE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CONE BEAM**

PROBLEMA	OBJETIVO	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	INDICADOR	ESCALA	VALOR	METODO
¿Existe relación entre la maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular mediante Tomografías Computarizadas de Haz Cónico en pacientes que acudieron a un Centro de Diagnóstico por Imágenes particular?	Relacionar la maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular mediante Tomografía Computarizada de Haz Cónico	Osificación de la sutura palatina media	Formación de espículas óseas que se forman en diferentes lugares de la sutura palatina media	Apariencia tomográfica de la sutura palatina media según Angelieri y colb.	Cualitativa/Ordinal	Estadio A Estadio B Estadio C Estadio D Estadio E	<b>Tipo de Investigación</b> Aplicativo <b>Nivel de Investigación</b> Descriptivo <b>Método</b> Cuantitativo <b>Diseño</b> Observacional <b>Técnica</b> Correlacional Observación directa <b>Instrumento</b> Ficha de recolección de datos
		Mineralización del Segundo Molar Mandibular	Desarrollo del Segundo Molar Mandibular desde su estadio Inicial de cripta ósea hasta la formación completa de radicular	Apariencia del Segundo Molar Mandibular Izquierdo según Djemirjan y colb. de la imagen obtenida en la reformación panorámica a partir de la tomografía de haz cónico	Cualitativa/Ordinal	Estadio A Estadio B Estadio C Estadio D Estadio E Estadio F Estadio G Estadio H	
		Mineralización del Tercer Molar Mandibular	Desarrollo del Tercer Molar Mandibular desde su estadio Inicial de cripta ósea hasta la formación completa de radicular	Apariencia del Tercer Molar Mandibular Izquierdo según Djemirjan y colb. de la imagen obtenida en la reformación panorámica a partir de la tomografía de haz cónico	Cualitativa/Ordinal	Estadio A Estadio B Estadio C Estadio D Estadio E Estadio F Estadio G Estadio H	
		Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la toma de la tomografía computarizada de haz cónico	Dato registrado en la TCHC	Cualitativa/Ordinal	1= 5-10 años 2= 11-13 años 3= 14-18 años 4= 19-24 años 5= 25-30 años	
		Sexo	Características Biológicas externas e internas de cada individuo	Dato registrado en la TCHC	Cualitativa/Nominal	Femenino Masculino	

**ANEXO E. CONSTANCIA DE CAPACITACIÓN Y CALIBRACIÓN****CONSTANCIA DE CALIBRACIÓN**

Quien suscribe ESP. CARLOS MERINO BUSTAMANTE, identificado con DNI 45531715, hace constar que el Cirujano Dentista Magister LUIS ANGEL GARCIA GONZALES identificado con DNI 42136201 ha sido capacitado y calibrado en el uso y aplicaciones del programa Ez3D Advanced 3D-Imaging para efectos de la ejecución de su investigación con miras a la obtención del título de Doctor en Odontología de la Universidad Nacional Federico Villareal. La calibración se efectuó de la siguiente manera:

- Calibración inter observador: 16 de febrero 2025, obteniéndose un coeficiente de Kappa de 0.745 para evaluación de la sutura palatina media mediante la clasificación de Angeliari y de 0.733 para la evaluación del segundo y tercer molar mandibular mediante índice de Derimijian.
- Calibración intra observador: 18 y 25 de febrero 2025, obteniéndose un coeficiente de Kappa de 0.625 para evaluación de la sutura palatina media mediante la clasificación de Angeliari y de 0.729 para la evaluación del segundo y tercer molar mandibular mediante índice de Derimijian.

Sin otro particular, se expide la presente constancia para los fines que el interesado considere convenientes.

Lima, 03 de marzo del 2025



Carlos Merino BUSTAMANTE  
CIRUJANO DENTISTA  
ESP. RADIOLOGÍA BUCAL Y MAXILOFACIAL  
COP 36743 RNE 3183

## ANEXO F. CONSTANCIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN EL CENTRO DE IMÁGENES LIFE 3D



**CONSTANCIA DE RECOLECCION DE DATOS**

Se da constancia de que el Mg. Esp. Luis Angel GARCIA GONZALES, con la autorización del Dr. Manuel Esquivel Aldave realizó la aplicación de instrumentos de recolección de datos para la tesis titulada "Relación entre la maduración de la sutura palatina media y los estadios de mineralización del segundo y tercer molar mandibular mediante tomografía computarizada cone beam" en el centro de Imágenes Life 3D (L3D) durante los meses de Enero a Marzo del año 2025.

31 de Marzo del 2025

Atentamente  
  
Dr. Manuel Esquivel A.  
Cirujano Dentista  
Radiólogo Maxilofacial  
COP 4561 RNE 057

 Av. Mello Franco 282;  
Jesús María

 0212 6210212