



## **FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**EVALUACIÓN DE LA MADURACIÓN ESQUELÉTICA SEGÚN LOS ESTADIOS  
GLEISER Y HUNT EN PACIENTES ADOLESCENTES DE LA CLÍNICA DE  
ORTODONCIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL 2025**

**Línea de investigación:  
Salud pública**

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

### **Autora**

Pajuelo Abanto, Johan Mirella

### **Asesor**

Mauricio Valentin, Franco Raúl

ORCID: 0000-0003-3658-0302

### **Jurado**

Perez Avarado, Otto Alex

Alvarez Huari, Erika Verónica

Canassa Torres, Manuel

**Lima - Perú**

**2026**



# EVALUACIÓN DE LA MADURACIÓN ESQUELÉTICA SEGÚN LOS ESTADIOS GLEISER Y HUNT EN PACIENTES ADOLESCENTES DE LA CLÍNICA DE ORTODONCIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL 2025

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	6%
2	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	6%
3	<a href="https://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
4	<a href="https://repositorio.uwiener.edu.pe">repositorio.uwiener.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://cybertesis.unmsm.edu.pe">cybertesis.unmsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="https://idus.us.es">idus.us.es</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="https://repositorio.ucsg.edu.ec">repositorio.ucsg.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
10	<a href="https://rdu.unc.edu.ar">rdu.unc.edu.ar</a> Fuente de Internet	<1%
11	Submitted to consultoriadeserviciosformativos Trabajo del estudiante	<1%
12	<a href="https://revistas.ujat.mx">revistas.ujat.mx</a> Fuente de Internet	<1%
13	<a href="https://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	<1%



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**EVALUACIÓN DE LA MADURACIÓN ESQUELÉTICA SEGÚN LOS ESTADIOS  
GLEISER Y HUNT EN PACIENTES ADOLESCENTES DE LA CLÍNICA DE  
ORTODONCIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**

**2025**

**Línea de investigación:**

Salud Pública

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

**Autora**

Pajuelo Abanto, Johan Mirella

**Asesor**

Mauricio Valentin, Franco Raúl

ORCID: 0000-0003-3658-0302

**Jurado**

Perez Avarado, Otto Alex

Alvarez Huari, Erika Verónica

Canassa Torres, Manuel

**Lima – Perú**

**2026**

## **DEDICATORIA**

A mi madre quien ha confiado en mí y me ha impulsado a seguir esforzándome para cumplir mis objetivos.

### **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, quien me ha brindado la sabiduría y perseverancia para culminar esta tesis. A mi madre Victoria, quien ha sido mi motivación y ejemplo para continuar con mis proyectos. A mis hermanos, quienes con su paciencia me han apoyado en mi proceso universitario. Y a mi asesor, quien me ha guiado con su experiencia y sabiduría para llegar a este logro.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	1
<i>1.1.1. Problema general.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.2. Problemas específicos.....</i>	<i>3</i>
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Objetivos.....	6
<i>1.3.1. Objetivo general.....</i>	<i>6</i>
<i>1.3.2. Objetivo específico.....</i>	<i>6</i>
1.4. Justificación.....	7
<i>1.4.1. Justificación social.....</i>	<i>7</i>
<i>1.4.2. Justificación clínica.....</i>	<i>7</i>
<i>1.4.3. Justificación metodológica.....</i>	<i>8</i>
1.5. Hipótesis.....	8
II. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	9
<i>2.1.1. Crecimiento y desarrollo humano.....</i>	<i>9</i>
<i>2.1.2. Crecimiento del canino mandíbula.....</i>	<i>9</i>
<i>2.1.3. Edad de erupción de los dientes permanentes.....</i>	<i>10</i>
<i>2.1.4. Métodos para evaluar la calcificación y desarrollo de los dientes.....</i>	<i>11</i>
<i>2.1.5. Calcificación dentaria según Gleiser y Hunt modificado.....</i>	<i>13</i>
<i>2.1.6. Madurez esquelética.....</i>	<i>14</i>
<i>2.1.7. Anomía de la columna vertebral.....</i>	<i>16</i>

2.1.8. <i>Maduración esquelética de las vértebras cervicales según Baccetti</i> .....	16
III.MÉTODO.....	19
3.1. Tipos de investigación.....	19
3.2. Ámbito temporal y espacial.....	19
3.3. Variables.....	19
3.3.1. <i>Co variables</i> .....	19
3.3.2. <i>Operacionalización de variables</i> .....	20
3.4. Población y muestra.....	21
3.4.1. <i>Población</i> .....	21
3.4.2. <i>Muestra</i> .....	21
3.4.3. <i>Criterios de inclusión</i> .....	22
3.4.4. <i>Criterios de exclusión</i> .....	22
3.5. Instrumentos.....	22
3.6. Procedimientos.....	22
3.7. Análisis de datos.....	22
3.8. Consideraciones éticas.....	23
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	36
VI. CONCLUSIONES.....	39
VII. RECOMENDACIONES.....	40
VIII. REFERENCIAS.....	41
IX. ANEXOS.....	48
9.1. Anexo A.....	48
9.1.1. <i>Ficha de clasificación</i> .....	48
9.2. Anexo B.....	49

9.2.1. <i>Estadios de maduración</i> .....	49
9.3. Anexo C.....	50
9.3.1. <i>Instrumento de recolección de datos</i> .....	50
9.4. Anexo D.....	51
9.4.1. <i>Matriz de consistencia</i> .....	51

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Distribución de los estadios de calcificación del canino mandibular según edad, con el método de Gleiser y Hunt modificado.....	28
<b>Tabla 2.</b> Distribución de los estadios de calcificación del canino mandibular según sexo, con el método de Gleiser y Hunt modificado .....	29
<b>Tabla 3.</b> Distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según edad, con el método de Baccetti.....	30
<b>Tabla 4.</b> Distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según sexo, con el método de Baccetti.....	32
<b>Tabla 5.</b> Distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti según edad y sexo.....	33
<b>Tabla 6.</b> Distribución de frecuencias de los estadios de maduración en cada estadio de calcificación para el canino inferior, según sexo, con el método de Gleiser y Hunt modificado.....	34

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Distribución de los estadios de calcificación del canino mandibular según edad, con el método de Gleiser y Hunt modificado.....	29
<b>Figura 2.</b> Distribución de los estadios de calcificación del canino mandibular según sexo, con el método de Gleiser y Hunt modificado.....	30
<b>Figura 3.</b> Distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según edad, con el método de Baccetti.....	31
<b>Figura 4.</b> Distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según sexo, con el método de Baccetti.....	32
<b>Figura 5.</b> Distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti según edad y sexo.....	33
<b>Figura 6.</b> Distribución de frecuencias de los estadios de maduración en cada estadio de calcificación para el canino inferior, según sexo, con el método de Gleiser y Hunt modificado.....	34

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la relación entre la maduración esquelética según el método de Baccetti y la calcificación del canino mandibular mediante el método de Gleiser y Hunt modificado en pacientes adolescentes de la Clínica de Ortodoncia de Posgrado de la Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima 2025. **Método:** Estudio observacional, descriptivo, retrospectivo, transversal y correlacional, realizado con 133 radiografías panorámicas y cefalométricas. Se aplicó el método de Gleiser y Hunt modificado para evaluar los estadios de calcificación del canino mandibular y el método de Baccetti para determinar la maduración esquelética a partir de las vértebras cervicales. La correlación entre ambas variables se analizó mediante el coeficiente de Spearman ( $\rho$ ) y la prueba de Chi cuadrado, con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ . **Resultados:** Se encontró una correlación positiva, alta y estadísticamente significativa entre los estadios de calcificación del canino mandibular y los estadios de maduración esquelética ( $\rho = 0.7351$ ;  $p < 0.001$ ). En ambos sexos, las etapas iniciales de calcificación (estadios 3 y 4) se asociaron con los estadios iniciales de maduración (I–III), mientras que las etapas avanzadas (estadio 5) coincidieron con los estadios IV–VI. No se hallaron diferencias significativas por sexo ( $p > 0.05$ ). **Conclusiones:** La calcificación del canino mandibular constituye un indicador confiable de la maduración esquelética, por lo que el método de Gleiser y Hunt modificado se considera una herramienta diagnóstica útil, práctica y complementaria al método de Baccetti.

*Palabras clave:* maduración esquelética, método de Gleiser y Hunt, método de Baccetti, vértebras cervicales, radiografía panorámica, radiografía cefalométrica

## ABSTRACT

**Objective:** To determine the relationship between skeletal maturation according to the Baccetti method and the calcification of the mandibular canine using the modified Gleiser and Hunt method in adolescent patients from the Postgraduate Orthodontics Clinic of the National University Federico Villarreal, Lima 2025. **Method:** An observational, descriptive, retrospective, cross-sectional, and correlational study was conducted on 133 panoramic and lateral cephalometric radiographs. The modified Gleiser and Hunt method was used to assess mandibular canine calcification stages, and the Baccetti method to determine skeletal maturation through cervical vertebrae evaluation. The correlation between both variables was analyzed using Spearman's correlation coefficient ( $\rho$ ) and the Chi-square test, with a significance level of  $p < 0.05$ . **Results:** A positive, high, and statistically significant correlation was found between mandibular canine calcification stages and skeletal maturation stages ( $\rho = 0.7351$ ;  $p < 0.001$ ). In both sexes, early calcification stages (3–4) were associated with early maturation stages (I–III), while advanced calcification stages (stage 5) corresponded to late maturation stages (IV–VI). No significant differences were observed between sexes ( $p > 0.05$ ). **Conclusions:** Mandibular canine calcification is a reliable indicator of skeletal maturation. The modified Gleiser and Hunt method is a practical and complementary diagnostic tool to the Baccetti method.

*Keywords:* skeletal maturation, Gleiser and Hunt method, Baccetti method, cervical vertebrae, panoramic radiograph, cephalometric radiograph

## I. INTRODUCCIÓN

La evaluación de la madurez ósea es fundamental en el desarrollo de los pacientes cuando se requiere una terapia de ortopedia para modificar el crecimiento y corregir una alteración esquelética, ya que el éxito de este tratamiento solo puede garantizarse antes de que el paciente experimente el brote de crecimiento puberal. (Lee et al., 2019; Baccetti et al., 2002)

El tiempo es un factor determinante en los resultados del tratamiento de las desarmonías esqueléticas en pacientes en crecimiento. La modificación del crecimiento permite tratar con éxito estas alteraciones en aquellos pacientes que aún tienen un crecimiento remanente (Faltin et al., 2003; Baccetti et al., 2005). Dado que existen grandes variaciones en el momento y la velocidad del crecimiento, es esencial evaluar las etapas de desarrollo de cada paciente de manera individual. (Silventoinen et al., 2008)

La madurez esquelética puede determinarse mediante diversos parámetros con distintos niveles de fiabilidad, entre ellos: la edad cronológica, la aparición de características sexuales secundarias, la madurez dental, los estadios de maduración de la mano y la muñeca, la maduración cervical y la medición de marcadores bioquímicos. (Alkhal et al., 2008; Perinetti y Contardo, 2016; Gv y Tripathi, 2021)

Este brote de crecimiento puede identificarse a través de indicadores, como la osificación y la morfología ósea, en estructuras como las manos, las muñecas y las vértebras cervicales, así como mediante los estadios de la dentición. El propósito de la modificación del crecimiento es potenciar al máximo los cambios esqueléticos y reducir al mínimo las modificaciones dentales. (Fishman, 1982; Hassel y Farman, 1995; Demirjian et al., 1973)

### 1.1. Descripción y formación del problema

Existen diversos métodos para evaluar la madurez esquelética en pacientes en crecimiento. Una radiografía panorámica, comúnmente utilizado en exámenes ortodónticos de rutina, también puede emplearse para determinar la maduración esquelética a partir de las fases

de calcificación de distintos dientes, como premolares, molares y caninos. (Pinkowsky et al., 2017; Zhang et al., 2020; Demirjian et al., 1973; Gleiser y Hunt, 1955)

El desarrollo dental es un indicador clave de madurez, existen dos formas de evaluarlas: una de ellas es la erupción dental, aunque no se considera un parámetro fiable. Se encontraron una baja correlación entre las fases de la dentición y la madurez esquelética. (Franchi et al., 2008)

Además de la erupción, la madurez dental también puede determinarse a través de las etapas de calcificación, un método mucho más preciso para evaluar la madurez esquelética (Kamal y Shaikh, 2018; Perinetti et al., 2012)

Evaluar la madurez esquelética mediante los estadios de calcificación dental ofrece varias ventajas, ya que puede realizarse a partir de radiografías panorámicas, utilizadas habitualmente en el diagnóstico, o mediante el análisis de radiografías periapicales. Las etapas del desarrollo dental están estrechamente relacionadas con el crecimiento y desarrollo del paciente, lo que permite utilizarlas como un parámetro fiable para evaluar la madurez esquelética, como lo han demostrado múltiples estudios. (Mittal et al., 2009; Chen et al., 2010)

La innovación de nuestro estudio radica en que la mineralización dental se evaluará mediante el método de Gleiser y Hunt modificado. Este enfoque fue simplificado y adaptado para los ortodontistas. (Gleiser y Hunt, 1955; Džemidžić et al., 2016)

Algunos investigadores han identificado una alta correlación entre la madurez esquelética y el desarrollo de ciertos dientes, como los caninos (Chertkow et al., 1980; Coutinho et al., 1998) y los segundos molares (Kumar et al., 2012; Krailassiri et al., 2002)

Por tal motivo, este estudio evaluó la relación entre las etapas de calcificación de los caninos inferiores con el método de Gleiser y Hunt modificado y la madurez esquelética con el método de Baccetti. Y determinar si estas etapas pueden servir como una herramienta diagnóstica fiable para evaluar la madurez esquelética.

### ***1.1.1. Problema general***

¿Cuál es la relación entre la maduración esquelética según el método de Baccetti y los estadios de calcificación del canino mandibular según el método de Gleiser y Hunt modificado en pacientes de 9 a 15 años?

### ***1.1.2. Problemas específicos***

- ¿Cuál es la distribución de los estadios de calcificación del canino mandibular según edad, con el método de Gleiser y Hunt modificado?
- ¿Cuál es la distribución de los estadios de calcificación del canino mandibular según sexo, con el método de Gleiser y Hunt modificado?
- ¿Cuál es la distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según edad, con el método de Baccetti?
- ¿Cuál es la distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según sexo, con el método de Baccetti?
- ¿Cuál es la distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti según edad y sexo?
- ¿Cuál es la distribución de frecuencias de los estadios de maduración en cada estadio de calcificación para el canino inferior, según sexo, con el método de Gleiser y Hunt modificado?
- ¿Cuál es la correlación de los estadios de calcificación del canino mandibular con el método de Gleiser y Hunt modificado, con los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti, según sexo?

## **1.2. Antecedentes**

Nasir et al. (2023), determinaron la correlación entre los estadios de maduración vertebral cervical y los estadios de calcificación canina entre 9 a 16 años. El diseño del estudio fue un estudio transversal. El lugar y duración del estudio fue en el Departamento de

Ortodoncia, Instituto de Odontología de las Fuerzas Armadas, Rawalpindi, Pakistán, desde diciembre de 2021 hasta abril de 2022. Se tomaron dos radiografías, un cefalograma lateral y un Ortopantomograma, para cada paciente. Se utilizaron los métodos de Hassel y Farman y Demirjian para evaluar la madurez esquelética y la clasificación canina, respectivamente. Se encontró una correlación positiva ( $r = 0.785$ ,  $p = 0.000$ ). Se concluye que existe una fuerte relación con ambos métodos para determinar la madurez esquelética. Por lo tanto, cualquiera de estas radiografías puede utilizarse para este propósito sin necesidad de exponer al paciente a radiación adicional.

Forsythe et al. (2022) analizaron la relación entre los estadios de calcificación del canino inferior y los estadios de maduración cervical. Para la evaluación se emplearon el método de Baccetti y el método de Demirjian. Se incluyó 81 radiografías panorámicas y laterales entre 9 y 14 años. Los resultados señalaron una correlación entre la maduración dentaria y esquelética de 0,689 en hombres y 0,690 en mujeres ( $p < 0,001$ ). Se observó que los estadios F y G del canino inferior coincidieron con los estadios CS1 y CS3, respectivamente. En conclusión, los estadios de calcificación están asociados con las etapas de maduración cervical.

Gopalakrishnan et al. (2020) evaluaron si existe una relación entre las etapas de calcificación canina mandibular y la maduración esquelética y determinar si la misma puede usarse como una ayuda diagnóstica confiable para evaluar la madurez esquelética. La muestra fue 50 varones y 50 mujeres entre 8 y 15 años. Para este estudio se tomaron dos radiografías, a saber, la ortopantomografía y la radiografía de la muñeca. La edad del esqueleto se determinó a partir de radiografías de la muñeca según el método introducido por Fishman. Las etapas de desarrollo del canino mandibular se evaluaron de acuerdo con Demirjian. Los resultados señalaron que la relación entre la calcificación del estadio del canino y el índice de madurez

esquelética fue estadísticamente significativa en todos los estadios. Se concluye que las etapas de calcificación canina se pueden recomendar como una ayuda diagnóstica complementaria.

Singla et al. (2017) correlacionaron la fase de crecimiento de los tejidos esqueléticos con los estadios de desarrollo del canino mandibular derecho. Se recopilaron registros anónimos de ortopantomografía digital y cefalograma lateral de 300 pacientes de ortodoncia previos al tratamiento de 8 a 15 años de edad. Los estadios de calcificación del canino se calificaron de acuerdo con el método modificado de Gleiser y Hunt para evaluar la mineralización dental. La fase de crecimiento de la maduración esquelética se calificó en un cefalograma lateral de acuerdo con el método vertebral cervical (CVM) propuesto por Baccetti et al. Se obtuvo como resultados una correlación significativa positiva relacionando los estadios 1, 2 y 3 de CVM con los estadios 2, 3 y 4 de calcificación canina mandibular. En conclusión, las etapas de calcificación del canino mandibular pueden implementarse para evaluar clínicamente la madurez esquelética.

Džemidžić et al. (2016) investigaron la relación entre las etapas de calcificación del canino mandibular izquierdo y la madurez esquelética, así como la posibilidad de utilizar dichas etapas como una herramienta diagnóstica confiable para su evaluación. El estudio incluyó a 151 participantes (81 mujeres y 70 hombres) entre 9 y 16 años (edad promedio:  $12.29 \pm 1.86$  años). La evaluación de la calcificación del canino se realizó según Demirjian en radiografías panorámicas, mientras que la madurez esquelética se evaluó según Hassel-Farman, en cefalogramas laterales. La correlación entre ambas variables se analizó por separado en hombres y mujeres, obteniéndose coeficientes de correlación de 0.895 para hombres y 0.701 para mujeres. Se concluye que existe una correlación significativa, sin embargo, el uso de las etapas del canino mandibular como herramienta diagnóstica resulta fiable únicamente para evaluar la fase de crecimiento prepuberal.

Trakinienè et al. (2015) evaluaron la viabilidad de utilizar las etapas de calcificación del canino maxilar, el segundo molar mandibular y el tercer molar mandibular como indicadores de la fase de crecimiento. El estudio incluyó a 274 sujetos, cuyas edades oscilaron entre 7 y 19 años. Se analizaron radiografías cefalométricas laterales y panorámicas digitales previas al tratamiento. La mineralización dental se analizó mediante el método de Gleiser y Hunt modificado, mientras que la maduración esquelética (CVM) se determinó con el método de Baccetti. Los resultados mostraron una asociación significativa entre el estadio 2 del CVM y el estadio 4 del canino maxilar (UC), el estadio 4 del segundo molar mandibular (LM2) y el estadio 1 del tercer molar mandibular (LM3). Asimismo, el estadio 3 del CVM se correspondió con el estadio 5 del UC, el estadio 5 del LM2 y el estadio 2 del LM3, mientras que el estadio 4 del CVM se asoció con el estadio 5 del UC, el estadio 6 del LM2 y el estadio 3 del LM3. Las correlaciones más altas entre el CVM y los estadios de calcificación se observaron en el canino maxilar ( $r = 0.812$ ,  $P < 0.01$ ) y el segundo molar mandibular ( $r = 0.824$ ,  $P < 0.01$ ). En conclusión, los estadios de calcificación pueden utilizarse como indicadores de madurez esquelética en la práctica clínica, aunque con precaución, hasta que se verifique su validez en un grupo muestral más amplio.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

- Determinar la relación entre la maduración esquelética según el método de Baccetti con la calcificación del canino mandibular según el método de Gleiser y Hunt modificado en pacientes adolescentes de la clínica de Ortodoncia de Posgrado de la UNFV, Lima 2025.

#### ***1.3.1. Objetivos específicos***

- Determinar la distribución de los estadios de calcificación del canino mandibular según edad, con el método de Gleiser y Hunt modificado.

- Determinar la distribución de los estadios de calcificación del canino mandibular según sexo, con el método de Gleiser y Hunt modificado.
- Determinar la distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según edad, con el método de Baccetti.
- Determinar la distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según sexo, con el método de Baccetti.
- Determinar la distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti según edad y sexo.
- Determinar la distribución de frecuencias de los estadios de maduración en cada estadio de calcificación para el canino inferior, según sexo, con el método de Gleiser y Hunt modificado.
- Correlacionar los estadios de calcificación del canino mandibular con el método de Gleiser y Hunt modificado, con los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti, según sexo.

## **1.4. Justificación**

### ***1.4.1. Justificación social***

El impacto social de este estudio radica en la mejora del acceso a diagnósticos más precisos y oportunos para pacientes en crecimiento que requieren tratamientos ortopédicos. Al proporcionar una herramienta diagnóstica menos invasiva y de fácil acceso, se favorece la equidad en la atención médica, permitiendo que las personas puedan beneficiarse de tratamientos oportunos y efectivos, reduciendo así las posibles complicaciones asociadas a alteraciones esqueléticas no tratadas.

### ***1.4.2. Justificación clínica***

Esta investigación ofrece una alternativa diagnóstica basada en un método radiográfico de uso común, lo que facilita su implementación en la práctica ortodóncica sin generar costos

adicionales ni requerir equipamiento especializado. La correlación entre la madurez dental y esquelética permitirá a los ortodoncistas realizar un diagnóstico más preciso del estado de desarrollo de sus pacientes, optimizando así los tiempos de intervención y aumentando la eficacia de los tratamientos ortopédicos.

#### ***1.4.3. Justificación metodológica***

Metodológicamente, este estudio se sustenta en la aplicación de un método validado y modificado para su uso en ortodoncia, asegurando su fiabilidad y reproducibilidad. La utilización del método de Gleiser y Hunt modificado permitirá establecer un marco de referencia claro y preciso, facilitando su implementación en futuros estudios y en la práctica clínica cotidiana. Además, la combinación con el método de Baccetti garantiza un análisis comparativo sólido, reforzando la validez de los hallazgos obtenidos.

El rango de edad considerado de 9 a 15 años, puede limitar la posibilidad de extrapolar los hallazgos a edades más tempranas o mayores. Se sugiere que futuras investigaciones sean longitudinales, con muestras más amplias y diversidad poblacional, así se podría confirmar la validez predictiva del método en diferentes contextos clínicos.

#### **1.5. Hipótesis**

Existe una correlación positiva y estadísticamente significativa entre los estadios de calcificación del canino mandibular según el método de Gleiser y Hunt modificado, y los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según el método de Baccetti, en pacientes de 9 a 15 años.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

#### 2.1.1 *Crecimiento y desarrollo humano*

Es importante destacar que los términos "crecimiento" y "desarrollo" tienen significados distintos, aunque están estrechamente relacionados. Ambos son procesos complejos que comienzan desde la fecundación y continúan a lo largo de toda la vida, influyendo en aspectos físicos, mentales, psicológicos, sociales y morales de cada ser humano. (Camargo et al., 2017)

Hacemos referencia al crecimiento cuando hay un aumento en tamaño, forma y masa de alguna parte anatómica del cuerpo, que se llevará a cabo desde la fecundación hasta llegar al pico máximo de crecimiento. Por otro lado, cuando hablamos de desarrollo, nos referimos a todo cambio cualitativos y cuantitativos en las proporciones físicas, cognoscitivas y fisiológicas. (Camargo et al., 2017)

Tanto el crecimiento como el desarrollo se llevarán a cabo gracias a una influencia genética, cambios hormonales asociados a la edad, el estado nutricional, factores climáticos, entre otros que influirán en dichos procesos. Por ejemplo, Moyers describe algunas variables que intervienen en la velocidad y tamaño logrado de crecimiento y desarrollo, como son: herencia, nutrición, enfermedades, raza, factores socioeconómicos y tendencias seculares, esto último referido a que existe la tendencia a que el ser humano está iniciando tempranamente la adolescencia y cada vez crecen más. (Kulkarni et al., 2019)

#### 2.1.2. *Desarrollo del canino mandibular*

A la sexta semana de vida intrauterina (V.I.U) se da inicio a la odontogénesis con la formación del germen dentario. El proceso se lleva a cabo primero formando el reborde maxilar y mandibular con un buen ectomesenquima, que será el responsable de la estimulación para la formación del germen dentario, tanto en el maxilar como en la mandíbula, de no haber una

buena formación ectomesenquimal contribuirá a que no haya un buen estímulo para la formación del órgano dental, produciéndose así la anodoncia. (Gomes de Ferraris, 2009)

La formación de los dientes, entre ellos el canino mandibular, se da a través de estadios e inicia en la 8va semana de V.I.U con el estadio denominado brote o yema, donde habrá un engrosamiento del epitelio que reviste la cavidad, este es inducido por el ectomesenquima a que se invagine o introduzca para formar el brote u órgano dental, produciéndose así el fenómeno histofisiológico de “Iniciación”. Hacia la 11va semana, se presente otro fenómeno histofisiológico “proliferación”, que vendría a ser el estadio de casquete, donde se producirá la multiplicación celular y el órgano dental cambia de forma como a la de un casco. En este estadio podemos apreciar tres estructuras definidas del germen dental: Órgano dental, papila dental y saco dental; que darán lugar a las diferentes estructuras del diente ya maduro. En la semana 14 se da el estadio de campana temprana, donde tenemos el fenómeno de histodiferenciación celular y morfogénesis, las células cambian de forma y aparece unas nuevas, a este estadio le sigue inmediatamente el estadio de campana tardía. En el quinto y sexto mes de V.I.U estamos en el estadio de corona, donde se producirá la mineralización de las matrices de dentina y esmalte hasta cierto nivel, a partir de ellas se producirá la formación de raíz que estará inducida por la vaina de Hertwig. (Gomes de Ferraris, 2009)

### ***2.1.3. Edad de erupción de los dientes permanentes***

Este proceso inicia con la formación del germen dentario hasta la erupción y su respectiva oclusión. Al nacer el niño tiene sus dientes deciduos calcificados, erupcionan a los 6 meses y se mantienen hasta los 6 años aproximadamente, no existe una regla que defina con precisión la edad exacta para estos procesos, ya que en ellos intervienen diversos factores, así como evidencia de que hay retrasos o adelantos en la erupción de los dientes permanentes. (Ayala et al., 2018)

La erupción dental se lleva a cabo en dos momentos: el primero se da meses después del nacimiento del niño, que da lugar a la dentición temporal o decidua. El segundo momento, años más tarde, esta dentición decidua con la reabsorción de sus raíces dará lugar al sucesor, que es la dentición permanente. Ambas denticiones tienen una secuencia y orden de erupción, la ausencia de una puede ocasionar la mesialización de las piezas adyacentes, produciendo el cierre de espacios, alterando el orden y armonía de ubicación de los dientes permanentes. (Ayala et al., 2018)

La secuencia de erupción dental, a los 6 años las primeras piezas en erupción son los primeros molares inferiores, seguido del primero molar superior. Ya para casi concluir a los 12 años, tenemos la presencia de los segundos molares inferiores y superiores. Por último, entre los 17 a 20 años, los terceros molares hacen su aparición, en algunas ocasiones no llegan a erupcionar, sino más bien quedan retenidas o impactadas. (Mayoral et al., 1984)

#### ***2.1.4. Métodos para evaluar la calcificación y desarrollo de los dientes***

La evaluación del desarrollo dental, constituye un indicador de maduración del ser humano. Por esta razón, se han estudiado métodos para hallar la edad biológica como la erupción dental, su calcificación y desarrollo (grado de formación de la raíz), vistas radiográficamente, como métodos confiables a la hora de realizar diversos estudios o evaluaciones para complementar diagnósticos y tratamientos en ortodoncia, odontopediatría y otras áreas de la odontología. (Böker et al., 2021)

Algunos de estos métodos son:

**2.1.4.1. Método de Nolla.** Se evalúa la calcificación y maduración de los dientes permanentes en radiografías, en ella se observa la maduración cálcica de los gérmenes dentales desde la formación de la cripta hasta la formación total y completa de las raíces. El desarrollo se divide en 10 estadios, sin considerar el estadio “0” que hace referencia a la ausencia de cripta, en el estadio 1 se puede notar la presencia de la cripta hasta llegar al estadio 10 donde

se observa el cierre apical de los dientes. A cada diente evaluado se le asigna un valor, que es el estadio en el que se encuentra y este representa un puntaje, los cuales serán sumados, la totalidad se convertirá en la edad dental media de maduración según las tablas de referencia y cuadros predictivos de la edad. (Böker et al., 2021)

**2.1.4.2. Método de Gleiser y Hunt modificado.** El método original utiliza los niveles de calcificación del primer molar mandibular permanente, el cual se evalúa en radiografías panorámicas para analizar la mineralización dental, consiste en 15 etapas. (Gleiser y Hunt, 1955). El método modificado se simplifica de 10 a 5 etapas y evalúa la calcificación canina de acuerdo con el método análogo (Trakinienė et al., 2015; Singla et al., 2017)

**2.1.4.3. Método de Demirjian.** El método consiste en evaluar los dientes desde el incisivo central a la segunda molar del lado izquierdo de acuerdo a 8 estadios clasificados de la A a la H. Cada diente y cada estadio tendrán un valor, la suma total de los valores de los 7 dientes se encontrarán en una escala del 0 al 100, determinando así la edad cronológica. Cabe resaltar que este método es utilizado también para determinar la maduración ósea. (Demirjian et al., 1985; Böker et al., 2021)

**2.1.4.4. Método de Willems.** Este surge a partir del método de Demirjian, al cual Willems tuvo que realizar ciertas modificaciones ya que en una determinada población no aplicaba la correlación de edad dental con edad cronológica y más bien sobreestimaba la edad. Willems, al igual que Demirjian, evalúa los estadios en los que se encuentra los dientes desde el incisivo central a la segunda molar del lado izquierdo. Suma los valores obtenidos y los traslada a unas tablas y percentiles que él mismo junto a sus colaboradores proponen. Los resultados los convierten y obtienen los valores de maduración. (Willems et al., 2001)

**2.1.4.5. Método de Haavikko.** Método utilizado también para calcular la edad, donde se toma en cuenta la pieza 16, 11, 41, 44 y 46 para las edades de 0 a 9 años. Por otro lado, para edades después de los 10 años, se toma en cuentas las piezas 13, 43, 44, 47. (Haavikko, 1974)

**2.1.4.6. Método para el tercer molar.** La mayoría de métodos se enfocan en los estadios de maduración en los niños, pero si lo que se quiere es evaluar en jóvenes, este método es el ideal. El cual también puede ser evaluado por los métodos de Nolla y Demirjan. Este método clasifica la formación del tercer molar en 10 estadios a los cuales se les asigna una numeración del 1-10 dependiendo al estadio en el que está. Por ejemplo, en el estadio 1 la corona está a mitad de su calcificación, se le asigna la numeración 1. En el estadio 2, tres cuartos de la corona se encuentran calcificada, teniendo la numeración 2 y así sucesivamente, llegando hasta el estadio 10 donde tenemos una completa formación de la raíz y canal radicular de forma convergente, recibiendo así la numeración o valor 10. (Mesotten et al., 2002)

### **2.1.5. Calcificación dentaria según Gleiser y Hunt modificado**

Los estadios del canino mandibular derecho se evalúan en radiografías panorámicas para evaluar la mineralización dental, que se simplifica de 10 a 5 estadios. (Trakinienė et al., 2015; Singla et al., 2017)

#### **2.1.5.1. Descripción de los estadios según el método de Gleiser y Hunt modificado.**

Presenta los siguientes fundamentos. (Singla et al., 2017)

- La formación de la corona está completa hasta la unión amelocementaria.
- Las paredes de la cámara pulpar son rectas y el cuerno pulpar está más diferenciado; la longitud de la raíz es menor que la altura de la corona.
- La longitud de la raíz es igual o mayor que la altura de la corona; raíz con terminación en forma de embudo.
- Las paredes del conducto radicular son paralelas y su extremo apical aún está parcialmente abierto.
- El extremo apical del conducto radicular está completamente cerrado; la membrana periodontal tiene un ancho uniforme alrededor de la raíz y el ápice.

### **2.1.6. Maduración esquelética**

En algunas ocasiones, por motivos legales o médicos es importante determinar la edad biológica del niño o adolescente durante su crecimiento y desarrollo, gracias a los diversos métodos existentes hoy en día, nos permiten tener una mayor exactitud en cuanto a la obtención de estos datos, los cuales son comúnmente estudiados para el tratamiento en ortopedia maxilar. (Lee et al., 2019)

**2.1.6.1. Métodos para evaluar la maduración esquelética.** Presenta los siguientes fundamentos.

**A. Hägg y Taranger.** Observan la osificación del sesamoideo ulnar correspondiente a la articulación metacarpofalángica del primer dedo, así como los estadios epifisarios de la falange media y distal del tercer dedo, y la distal del radio. Con estos datos clasifican la maduración ósea en 10 estadios. (Hägg y Taranger, 1980)

**B. Fishman.** La estructura anatómica que estudia para determinar la maduración esquelética es la mano. En ellas se hallarán un sistema de indicadores de maduración, siendo este un total de 11. Se utiliza 4 estadios de maduración ósea, inician con una secuencia que va desde el ensanchamiento epifisario de las falanges, la osificación del sesamoideo aductor del pulgar, el encubrimiento de las epífisis sobre sus diáfisis y termina con la fusión de las epífisis con sus diáfisis. (Jeon et al., 2021)

**C. Lamparski.** Se estudian las vértebras cervicales. Se observan las características morfológicas que presenta en las diversas etapas de crecimiento y se clasifican según los cambios que suceden utilizando ciertos indicadores como que en el borde inferior del cuerpo vertebral se observará concavidades. Por ejemplo, a los 11 años la C2 presentará esta concavidad; a los 12 la C3, a los 13 la C4, a los 14 la C5 y a los 15 la C6. El otro indicador se trata sobre el incremento en altura del cuerpo vertebral, así como cambios morfológicos que

variaron de la forma inicial siendo primero trapezoidal, luego rectangular y finalmente cuadrada, pero será más alta que ancha. (Lamparski, 1972)

**D. Hassel y Farman.** Método basado en la evaluación de radiografías cefalométricas. El estudio se enfoca en la segunda, tercera y cuarta vértebra para evaluar la maduración esquelética. Se observa la presencia o ausencia de curvaturas en las vértebras, la forma general del cuerpo y los espacios intervertebrales. Según esto, se clasifican en 6 categorías que indican el estado de maduración esquelética. La categoría 1 es conocida como de “iniciación”, en esta etapa falta el 85 a 100% para completar el crecimiento. En la categoría 2 de “aceleración”, falta para completar el crecimiento entre el 65 a 85%. En la categoría 3 de “transición”, ya se encuentra a un 25 a 65 % para completar el crecimiento. En la categoría 4 de “desaceleración” solo falta un 10 a 25 %, en la categoría 5 de “maduración” falta el 5 a 10% y en la categoría 6 de “completación”, la fase de crecimiento está completa. (Hassel y Farman, 1995)

**E. Tanner y Whitehouse.** Consiste en evaluar 20 huesos de la mano y muñeca, esto incluye al cúbito, radio, huesos del carpo, huesos metacarpianos, falanges del primer, tercer y quinto dedo. Se mide la epífisis de estos y se le asigna una puntuación para ser evaluada en la escala de maduración ósea. (Tanner et al., 2001)

**F. Greulich y Pyle.** Este método consiste en comparar la radiografía de la mano del paciente con un patrón de radiografía estándar y así determinar el estado de maduración esquelética. (Greulich y Pyle, 1959)

**G. Bjork.** Estudio basado en la toma de radiografía carpal de la mano izquierda o una radiografía periapical del dedo pulgar, en ella se evalúa la calcificación de hueso sesamoideo, la cual dará claro indicio sobre el pico máximo de crecimiento estatural, pues este hueso se osifica un año antes que suceda este evento. (Bjork et al., 1967)

**H. Baccetti.** Método que estudia a las vértebras cervicales, en ella se analiza las vértebras C2, C3 y C4. Se observa la concavidad se sus bordes inferiores y la apariencia que está dividida en 4 formas. (Baccetti et al., 2002)

### ***2.1.7. Anatomía de la columna vertebral***

Presenta una extensión de 61 a 71 cm en promedio y está comprendida por 33 o 34 vértebras que conforman las en 4 porciones (porción cervical, dorsal, lumbar y pélvica) que divide a la columna vertebral. Las primeras vértebras se encargan de sostener el cráneo (cabeza), son libres, el resto de las vértebras sostienen la mitad del cuerpo. (Testut y Latarjet, 1983)

**2.1.7.1. Características de las vértebras cervicales.** En la porción cervical encontramos 7 vértebras. Así la primera vertebra, denominada “atlas”, presenta dos orificios por donde atraviesa el tejido neurovascular. A esta le continua la segunda vértebra llamada Axis, la cual tiene una apófisis odontoide, importante en el proceso de rotación de la columna vertebral. De esta porción, las dos primeras poseen características morfológicas peculiares, mientras que las otras cinco, al igual que el total de las vértebras que confirman la columna, poseen características similares. (Testut y Latarjet, 1983)

### ***2.1.8. Maduración esquelética de las vértebras cervicales según Baccetti***

Existen diferente indicadores o métodos que nos permiten evaluar la maduración ósea, esto con el objetivo de estimar el pico de crecimiento, importante a la hora de hacer un diagnóstico y determinar un tratamiento en pacientes con problemas relacionados de ortopedia maxilar. Lo que se evalúa es la edad biológica, ya que la edad cronológica, en muchas ocasiones, no determina si el paciente ya llevo a su completo crecimiento. Bajo este objetivo, Baccetti modifica los estadios propuestos por Hassel y Farman, quienes también consideraron como objeto de estudio a las vértebras. (Baccetti et al., 2002)

Este método tiene como objeto de estudio las vértebras C2, C3 y C4, analizadas en cefalométricas y se describen dos indicadores: la concavidad del borde inferior de la vértebra y la forma que presenta el cuerpo. (Baccetti et al., 2005)

**2.1.8.1. Características según forma de las vértebras cervicales según Baccetti.** Las vértebras cervicales tienen las siguientes formas.

**A. Trapezoidal.** El borde superior se dirige de forma descendente en sentido postero-anterior. Dando la apariencia de un trapecio. Cuya base mayor es el borde posterior y la base menor el borde anterior.

**B. Rectangular Horizontal.** El borde anterior, que antes era una base menor, ahora se encuentra a la misma altura que el borde posterior, los bordes horizontales (superior e inferior) son mayores a los verticales (anterior y posterior). Teniendo entonces la forma de un rectángulo.

**C. Cuadrada.** Los cuatro bordes presentan igual o longitud parecida.

**D. Rectangular Vertical.** Los bordes horizontales tienen igual longitud, pero son de menor longitud que los bordes verticales (anterior y posterior), dando la apariencia de un rectángulo en posición vertical, el alto será mayor que el ancho. (Baccetti et al., 2005)

**2.1.8.2. Características según los estadios de maduración de Baccetti.** Se mencionan los estadios de maduración vertebral cervical (CMVS)

**A. Estadio I.** Las vértebras C3 y C4 presentan una forma trapezoidal y sus bordes son planos. Esto no sucede con la C2, que si puede presentar una ligera concavidad en su borde inferior. El pico máximo de crecimiento se dará hasta dos años después de este estadio.

**B. Estadio II.** La C2 y C3 presenta bordes inferiores con concavidades. La C3 y C4, en esta ocasión presentaran una forma trapezoidal.

**C. Estadio III.** Las tres vértebras, C2, C3 Y C4 presentan bordes inferiores con concavidad. Ahora la C3 y C4 presentan forma rectangular horizontal definida. En este punto se está produciendo el pico máximo de crecimiento mandibular.

**D. Estadio IV.** No hay variación en los bordes inferiores, pero la forma del cuerpo vertebral de la C3 o C4 presenta una variación, una tendrá aspecto cuadrado y la otra aún tendrá forma rectangular horizontal. Entonces el crecimiento mandibular ha terminado hace menos de un año.

**E. Estadio V.** Los bordes inferiores de las tres vértebras presentan todavía la concavidad. Una de ellas tiene forma cuadrada y las otras aún presentan forma rectangular horizontal.

**F. Estadio VI.** Todas las vértebras presentan su concavidad evidente. Por lo menos una de las vértebras ya tiene forma rectangular vertical y las demás aún mantienen una forma cuadrada. Por lo tanto, el pico máximo de crecimiento se dio 2 años antes de este estadio. (Baccetti et al., 2005)

## III. MÉTODO

### 3.1. Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo descriptivo, observacional, retrospectivo, transversal y correlacional (Hernández et al., 2022)

Descriptivo, porque se analiza las características de un fenómeno o una población.

Observacional, porque se enfoca en describir un fenómeno dentro de una población y determinar su distribución.

Retrospectivo, porque se recopila datos de hechos ocurridos en el pasado.

Transversal, porque la información se recolecta en un momento o período determinado.

Correlacional, porque se mide y analiza la relación entre dos variables de estudio.

### 3.2. Ámbito temporal y espacial

Esta investigación se realizó en la Clínica de Posgrado de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal en el año 2025.

### 3.3. Variables

- Calcificación del canino mandibular
- Maduración esquelética

#### 3.3.1. *Co variables*

- Sexo
- Edad

### 3.3.2. Operacionalización de las variables

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>TIPO DE VARIABLE</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>	<b>VALOR</b>
Maduración esquelética	Proceso de desarrollo y osificación del esqueleto a lo largo del crecimiento de un individuo.	Cualitativa	Estadios de maduración de las vértebras cervicales según Baccetti (2005)	Ordinal	1=Estadio I 2=Estadio II 3=Estadio III 4=Estadio IV 5=Estadio V 6=Estadio VI
Calcificación del canino mandibular	Proceso de calcificación dentaria que abarca desde la formación de los puntos oclusales hasta el completo sellado apical.	Cualitativa	Estadios de calcificación dentaria según método de Gleiser y Hunt modificado (1955)	Ordinal	1=Estadio 1 2=Estadio 2 3=Estadio 3 4=Estadio 4 5=Estadio 5

Sexo	Clasificación biológica de los individuos basada en características genéticas, anatómicas y hormonales	Cualitativa	Historia clínica	Nominal	Masculino Femenino
Edad	Medida del tiempo transcurrido desde el nacimiento de una persona, expresada en años.	Cuantitativa	Historia clínica	Razón	9 – 15 años

### 3.4. Población y muestra

#### 3.4.1. Población

El estudio incluyó 200 radiografías cefalométricas y panorámicas almacenadas en el archivo de la Clínica de Ortodoncia de Posgrado de la UNFV, correspondientes a pacientes de entre 9 y 15 años de edad.

### 3.4.2. Muestra

El estudio estuvo compuesto por 133 radiografías panorámicas y cefalométricas. La determinación del tamaño muestral se realizó utilizando la fórmula para la estimación de una proporción en una muestra aleatoria:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

$$N = 200$$

$$Z = 1.96 \text{ (95\%)}$$

$$p = 0.05 \text{ (5\%)}$$

$$q = 0.95$$

$$d = 0.03$$

Obtenemos:  $n = 133$

### 3.4.3. Criterios de inclusión

- Radiografías cefalométricas y panorámicas almacenadas en la Clínica de Posgrado.
- Imágenes con buena calidad, contraste y nitidez.
- Pacientes con edades entre 9 y 15 años.

### 3.4.4. Criterios de exclusión

- Radiografías de pacientes nacidos en el extranjero.
- Radiografías de pacientes que hayan recibido tratamiento ortodóntico.
- Radiografías de pacientes con alteraciones craneofaciales.

### **3.5. Instrumentos**

El instrumento de medición empleado para la recolección de datos fue el método de Gleiser y Hunt modificado, utilizado para evaluar los estadios de calcificación dentaria del canino inferior derecho, y el método de Baccetti, aplicado para analizar los estadios de maduración cervical.

### **3.6. Procedimientos**

Para llevar a cabo la investigación, primero se presentó los requisitos correspondientes a la Facultad de Odontología UNFV. Posteriormente, se gestionó los permisos ante el Coordinador de la Clínica. Las radiografías necesarias fueron obtenidas de las historias clínicas almacenadas en la Clínica Especializada de Ortodoncia.

Se seleccionaron aquellos pacientes que tengan entre 9 y 15 años, verificando la calidad y nitidez de las imágenes de sus radiografías panorámicas y cefalométricas.

Para garantizar la confiabilidad en la determinación de los estadios de calcificación dentaria y de maduración esquelética, el investigador pasó por una etapa de calibración por un radiólogo maxilofacial. Para la calibración se usó 15 radiografías panorámicas y cefalométricas digitales. Esta etapa empezó con una capacitación por parte del especialista, y luego, la identificación de los estadios a cargo del investigador y el especialista en las mismas radiografías. La concordancia entre las evaluaciones del experto y del investigador se calculó mediante el coeficiente Kappa, obteniéndose un valor de 0.86 en ambos casos, lo que indica un nivel casi perfecto.

Luego de la calibración el investigador determinó los estadios de cada radiografía, y posteriormente se registró la información en una ficha de recolección.

La evaluación de la calcificación dentaria se realizó en el canino inferior derecho, clasificándola en los estadios del 1 al 5 conforme al método de Gleiser y Hunt modificado. Por

otro lado, la maduración esquelética se analizó a partir de las vértebras cervicales, siguiendo la clasificación de Baccetti en los estadios del I al VI.

### **3.7. Análisis de datos**

Los datos fueron registrados en una base de datos elaborada en Microsoft Excel 2021, a partir de las fichas de recolección correspondientes. El análisis estadístico se realizó en el software Stata 12.1. En la fase descriptiva, incluyeron frecuencias absolutas y relativas (%), medidas de tendencia central (media) y dispersión (desviación estándar). Los resultados se representaron en tablas y gráficos para facilitar su interpretación.

Para la fase inferencial, se utilizó la prueba de Chi cuadrado de Pearson con el fin de evaluar la asociación entre las variables cualitativas, considerando un nivel de significancia estadística de  $p < 0.05$ . Asimismo, la correlación entre los estadios de calcificación del canino mandibular y los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales se evaluó mediante el coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ ), dado el carácter ordinal de las variables. El valor de  $\rho$  se interpretó siguiendo los criterios convencionales: correlación baja (0,10–0,39), moderada (0,40–0,69) y alta ( $\geq 0,70$ ).

### **3.8. Consideraciones éticas**

Este estudio aseguró la confidencialidad y el anonimato de los datos de los pacientes, para ello, a cada paciente se le asignó un código. Por otro lado, como se trabajó con radiografías panorámicas y cefalométricas almacenadas en la clínica de posgrado, no se expuso a los pacientes a procedimientos adicionales ni a radiación innecesaria. Además, se solicitó la aprobación del comité de ética de la Facultad antes de ejecución.

#### **IV. RESULTADOS**

En esta sección se presentan los resultados de las 133 radiografías panorámicas y cefalométricas incluidas en el estudio, correspondientes a pacientes de 9 a 15 años. Se organizaron de acuerdo con los objetivos específicos, describiendo primero la distribución de los estadios de calcificación del canino mandibular y los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según edad y sexo. Finalmente, se presenta el análisis de correlación entre ambos métodos de evaluación, con el fin de determinar su grado de asociación y relevancia clínica.

**Tabla 1**

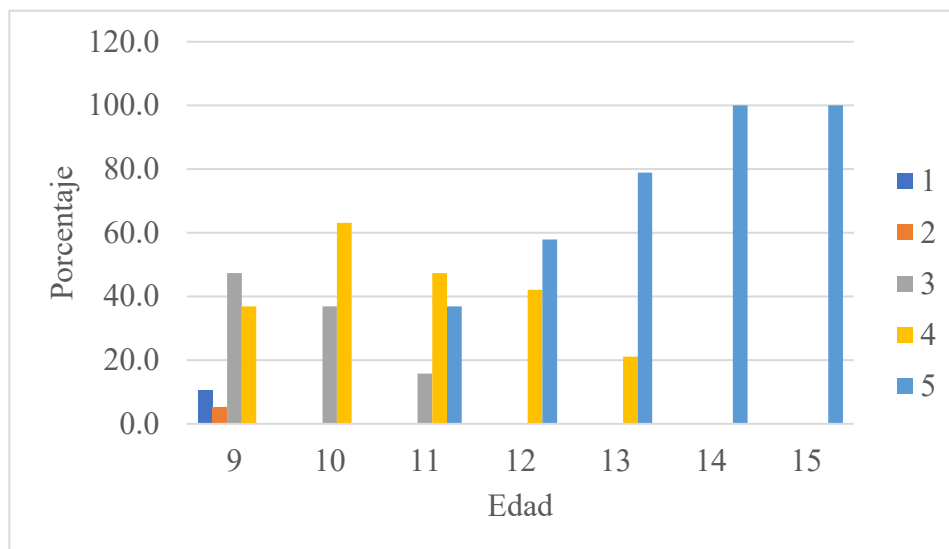
*Distribución de los estadios de calcificación del canino mandibular según edad con el método de Gleiser y Hunt modificado*

Estadios de calcificación	Edad en años																
	9		10		11		12		13		14		15		Total		p
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
<b>1</b>	2	10.5	0		0		0		0		0		0		2	1.5	0.000
<b>2</b>	1	5.3	0		0		0		0		0		0		1	0.8	
<b>3</b>	9	47.4	7	36.8	3	15.8	0		0		0		0		19	14.2	
<b>4</b>	7	36.8	12	63.2	9	47.4	8	42.1	4	21.1	0		0		40	30.1	
<b>5</b>	0		0		7	36.8	11	57.9	15	79.9	19	100.0	19	100.0	71	53.4	
<b>Total</b>	19	100.0	19	100.0	19	100.0	19	100.0	19	100.0	19	100.0	19	100.0	133	100.0	

*Nota.* Prueba chi cuadrado, P: Nivel de significancia. rho de spearman = 0.799, P< 0.001.

**Figura 1**

*Distribución de los estadios de calcificación del canino mandibular según edad con el método de Gleiser y Hunt modificado*



*Nota.* Se evaluó la distribución de los estadios de calcificación según la edad, desde los 9 hasta los 15 años, en un total de 133 pacientes. En la tabla 1 y figura 1, se observa que los estadios de calcificación aumentaban conforme aumentaba la edad; encontrando que a los 9 años la mayoría presentaba los estadios 3 (47.4%) y 4 (36.8%), y a partir de los 14 años el 100% presentaba estadio 5. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 2**

*Distribución de los estadios de calcificación del canino mandibular según sexo, con el método de Gleiser y Hunt modificado*

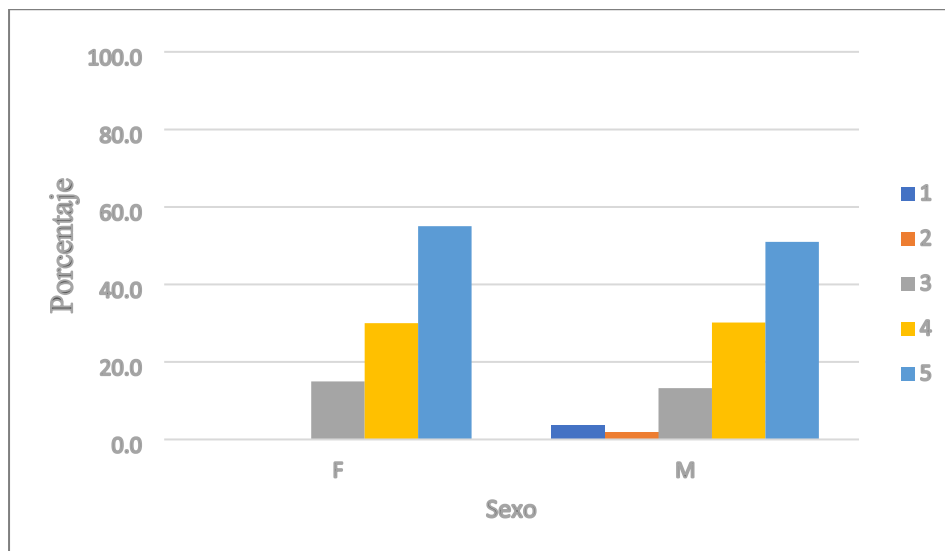
Sexo							
Estadios de calcificación	F		M		Total		P
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
1	0		2	3.8	2	1.5	0.320
2	0		1	1.9	1	0.8	

3	12	15.0	7	13.2	19	14.2
4	24	30.0	16	30.2	40	30.1
5	44	55.0	27	50.9	71	53.4
<b>Total</b>	80	100.0	53	100.0	133	100.0

*Nota.* Prueba chi cuadrado. P: nivel de significancia.

### Figura 2

*Distribución de los estadios de calcificación del canino mandibular según sexo con el método de Gleiser y Hunt modificado*



*Nota.* En la tabla 2 y figura 2, se encontró que, según sexo, el estadio de calcificación que predominó tanto en hombres, como en mujeres fue el 5; siendo el 55% y 50.9% respectivamente. La distribución de los estadios fue similar entre hombres y mujeres, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 3**

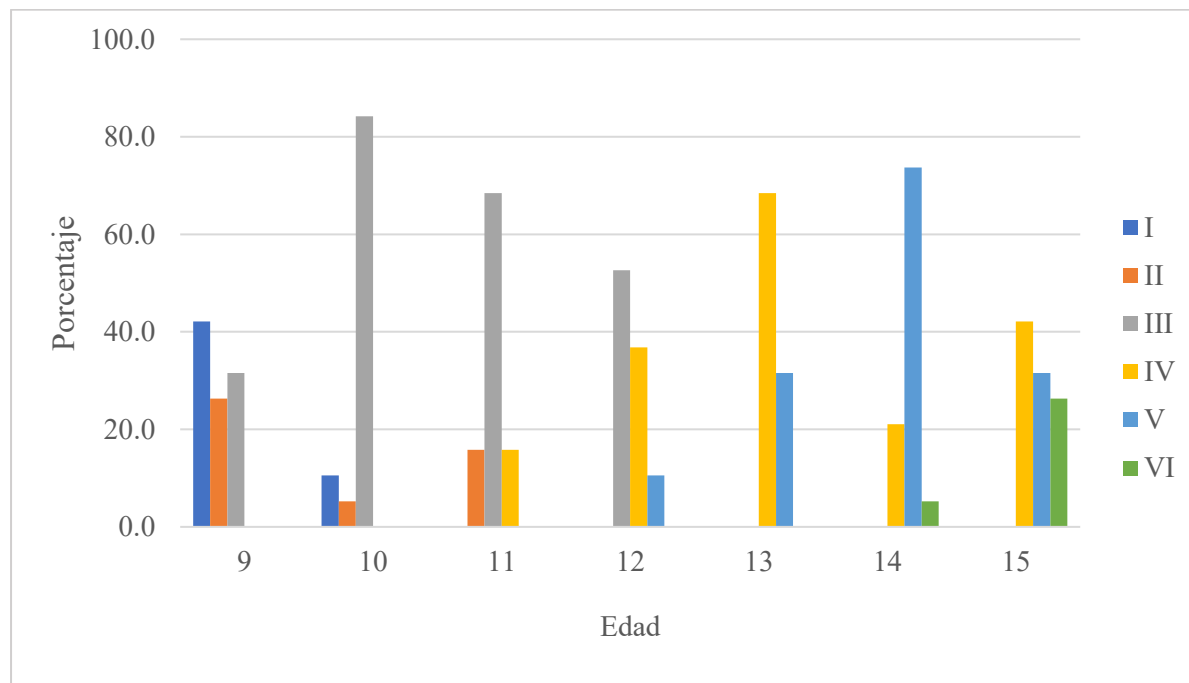
*Distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según edad con el método de Baccetti*

Estadios de maduración	Edad												P				
	9		10		11		12		13		14			15		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
<b>I</b>	8	42.1	2	10.5	0		0		0		0		0		10	7.5	0.000
<b>II</b>	5	26.3	1	5.3	3	15.8	0		0		0		0		9	6.8	
<b>III</b>	6	31.6	16	84.2	13	68.4	10	52.6	0		0		0		45	33.8	
<b>IV</b>	0		0		3	15.8	7	36.8	13	68.4	4	21.1	8	42.1	35	26.3	
<b>V</b>	0		0		0		2	10.5	6	31.6	14	73.7	6	31.6	28	21.1	
<b>VI</b>	0		0		0		0		0		1	5.3	5	26.3	6	4.5	
<b>Total</b>	19	100.0	19	100.0	19	100.0	19	100.0	19	100.0	19	100.0	19	100.0	133	100.0	

*Nota.* Prueba chi cuadrado, P: nivel de significancia; rho de Spearman = 0.858, P < 0.001

**Figura 3**

*Distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según edad con el método de Baccetti*



*Nota.* En la tabla 3 y figura 3, al evaluar la distribución de los estadios de maduración según la edad, se observó que a los 9 años presentaban la mayoría los estadios I (42.1%) y III (31.6%); mientras que a los 10, 11 y 12 años mayormente presentaban el estadio III, siendo el 84.2%, 68.4% y 52.6% respectivamente; a los 13 años el 68.4% presento el estadio IV; a los 14 años el 73.7% el estadio V; y a los 15 años el estadio IV (42.1%) y V (31.6%). Estas diferencias fueron estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 4**

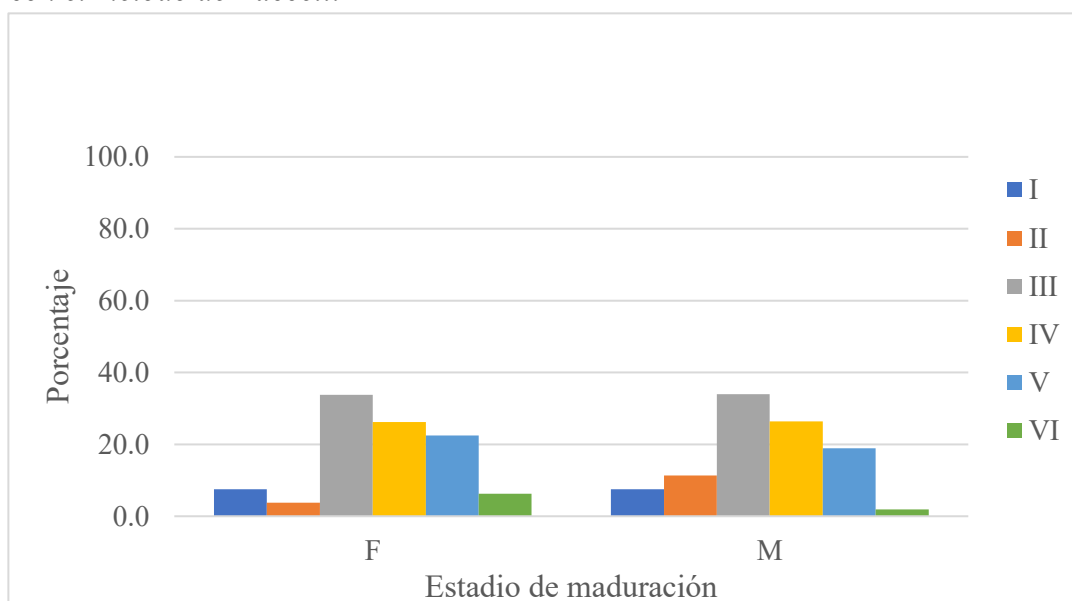
*Distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según sexo con el método de Baccetti*

Sexo							
Estadios de F maduración	F		M		Total		P
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
I	6	7.5	4	7.6	10	7.5	0.515
II	3	3.8	6	11.3	9	6.8	
III	27	33.8	18	34.0	45	33.8	
IV	21	26.3	14	26.4	35	26.3	
V	18	22.5	10	18.9	28	21.1	
VI	5	6.3	1	1.9	6	4.5	
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>100.0</b>	<b>53</b>	<b>100.0</b>	<b>133</b>	<b>100.0</b>	

*Nota.* Prueba chi cuadrado, P: nivel de significancia

#### Figura 4

*Distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según sexo con el método de Baccetti*



*Nota.*

En la tabla 4 y figura 4, se encontró que según sexo, los estadios de maduración que predominaron tanto en hombres, como en mujeres fueron el III y IV; siendo el 60.1% y 60.4% respectivamente. No se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ).

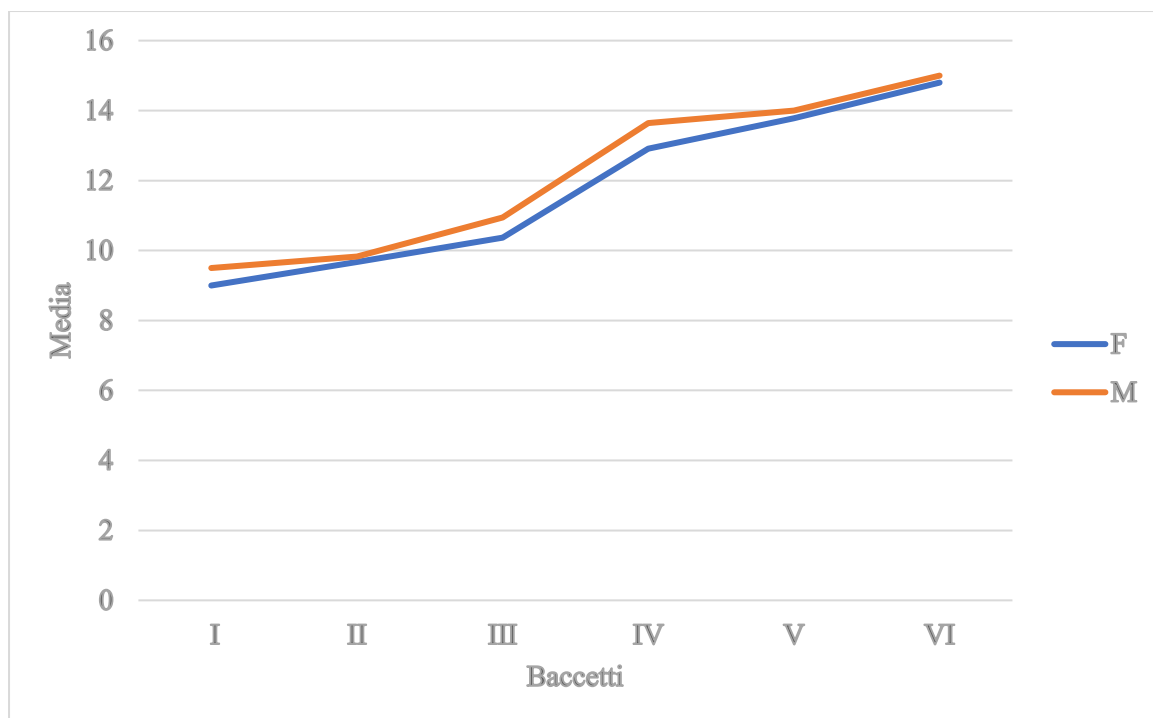
**Tabla 5**

*Distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti según edad y sexo*

<b>Baccetti</b>	<b>Sexo</b>	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>SD</b>	<b>Dif.</b>
					<b>Media</b>
<b>I</b>	F	6	9.00	0.00	0.50
	M	4	9.50	0.58	
<b>II</b>	F	3	9.67	1.16	0.16
	M	6	9.83	0.98	
<b>III</b>	F	27	10.37	0.97	0.57
	M	18	10.94	0.94	
<b>IV</b>	F	21	12.91	1.26	0.73
	M	14	13.64	1.15	
<b>V</b>	F	18	13.78	0.94	0.22
	M	10	14.00	0.67	
<b>VI</b>	F	5	14.80	0.45	0.20
	M	1	15.00	0.00	

**Figura 5**

*Distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti según edad y sexo*



*Nota.* En la tabla 5 y figura 5, se observa que la media de la edad aumenta conforme el estadio de maduración esquelética de las vértebras cervicales se incrementa para ambos sexos, siendo las mujeres menores que los hombres en cada estadio.

**Tabla 6**

*Distribución de frecuencias de los estadios de maduración en cada estadio de calcificación para el canino inferior según sexo con el método de Gleiser y Hunt modificado*

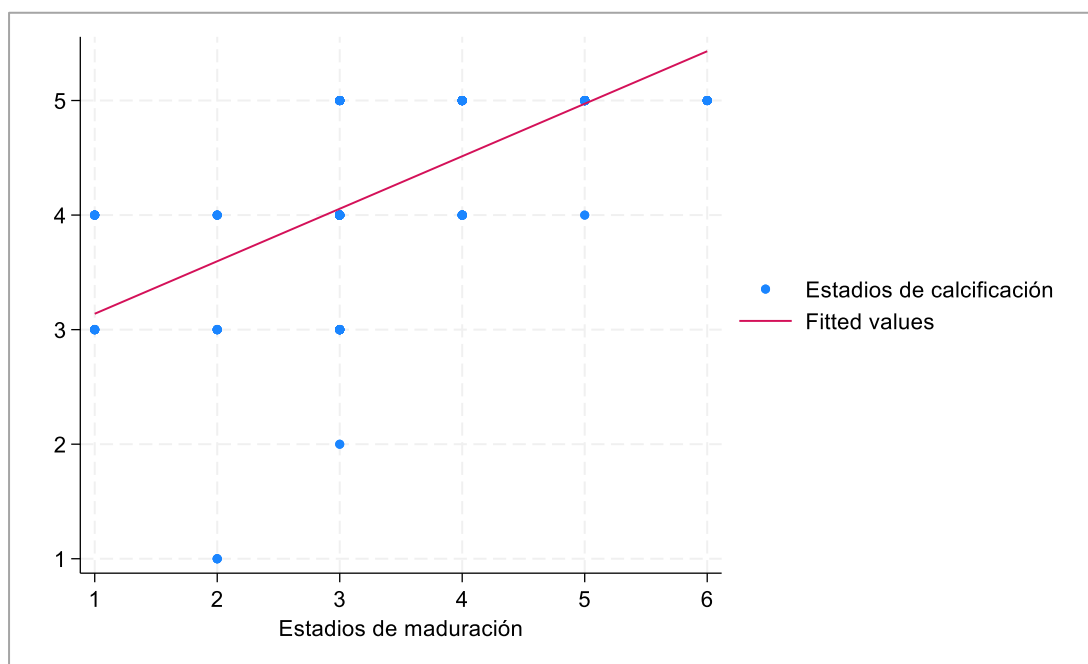
Estadios de maduración														
Estadios de I calcificació	II		III		IV		V		VI		Total			
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N°	%		
1	0		2	22.2	0		0		0		0		2	1.5
2	0		0		1	2.2	0		0		0		1	0.8
3	5	50.0	4	44.4	10	22.2	0		0		0		19	14.3

4	5	50.0	3	33.3	23	51.1	8	22.9	1	3.6	0	40	30.1	
											100.			
5	0	0	0	0	11	24.4	27	77.1	27	96.4	6	0	71	53.4
											100.	13		
<b>Total</b>	10	0	9	0	45	0	35	0	28	0	6	0	3	100.0

*Nota.* Prueba de correlación de Spearman ( $Rho=0.7351$ ;  $p=0.0000$ ).

### Figura 6

*Distribución de frecuencias de los estadios de maduración en cada estadio de calcificación para el canino inferior según sexo con el método de Gleiser y Hunt modificado*



*Nota.* En la tabla 6 y figura 6, se encontró una correlación positiva, alta y estadísticamente significativa ( $Rho=0.7351$ ;  $p<0.05$ ) entre los estadios de calcificación del canino mandibular y los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales, se observa una correlación del estadio de maduración I con el estadio de calcificación 3 y 4, el estadio de maduración II con el estadio de calcificación 3, el estadio de maduración III con el estadio de calcificación 4,

los estadios de maduración IV, V y VI con el estadio de calcificación 5, como se puede observar en la gráfica.

**Tabla 7**

*Correlación entre los estadios de calcificación del canino mandibular con el método de Gleiser y Hunt modificado con los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti, según sexo*

<b>Correlación</b>		
<b>Sexo</b>	<b>R</b>	<b>P</b>
<b>Femenino</b>	0.7574	<0.0001
<b>Masculino</b>	0.7068	<0.0001
<b>Total</b>	0.7351	<0.0001

*Nota.* En la tabla 7, se observó que existe una correlación positiva, alta y estadísticamente significativa ( $Rho=0.7351$ ;  $p<0.05$ ) entre los estadios de calcificación del canino mandibular y los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales, siendo 0.7574 para las mujeres y 0.7068 para los hombres.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados del presente estudio evidencian una correlación alta y estadísticamente significativa entre los estadios de calcificación del canino mandibular, determinados mediante el método de Gleiser y Hunt modificado, y los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales, evaluados por el método de Baccetti ( $Rho = 0.7351$ ;  $p < 0.05$ ). Este hallazgo coincide con estudios previos que han reportado una fuerte asociación, sugiriendo que el desarrollo del canino mandibular puede ser un indicador confiable del estado de crecimiento esquelético (Forsythe et al., 2022; Singla et al., 2017; Džemidžić et al., 2016)

En cuanto a la distribución de los estadios de calcificación del canino mandibular y de la maduración esquelética, según edad, se observó un patrón progresivo, a menor edad, predominan estadios de calcificación (3) y maduración (I–III) iniciales, mientras que en edades mayores se concentra la mayor parte de los casos en estadios avanzados (estadio de calcificación dentaria 5 y estadio de maduración IV–VI). Esta progresión refleja la secuencia fisiológica del crecimiento y mineralización dental, así como de los cambios morfológicos vertebrales, descritos previamente por Baccetti et al. (2005) y Gleiser y Hunt (1955), y confirmada por Singla et al. (2017), quienes reportaron que la formación radicular completa del canino mandibular coincide con estadios tardíos de maduración esquelética. Forsythe et al. (2022) también observaron una coincidencia entre el estadio G de Demirjian y los estadios IV y V de maduración cervical, lo que es coherente con nuestros resultados.

En cuanto a la distribución de los estadios de calcificación del canino mandibular por sexo, se mostraron que el estadio 5 fue el más frecuente tanto en mujeres (55%) como en hombres (50,9%), sin diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ). Este hallazgo coincide con lo reportado por Forsythe et al. (2022) y Gopalakrishnan et al. (2020), quienes tampoco encontraron diferencias marcadas entre sexos.

Por otro lado, en cuanto a la distribución de los estadios de maduración esquelética de vértebras cervicales por edad y sexo, se mostró un incremento progresivo de la edad conforme avanzaban los estadios, observándose que las mujeres alcanzan cada estadio a una edad ligeramente menor que los hombres. Este hallazgo se alinea con lo descrito por Baccetti et al. (2005), quienes identificaron diferencias sexuales en la cronología del crecimiento puberal, siendo las mujeres quienes presentan una maduración más temprana. Asimismo, estudios recientes como el de Nasir et al. (2023) confirman que el método de Baccetti detecta las diferencias individuales en la velocidad y el momento de crecimiento.

Al analizar nuestros resultados de correlación entre los estadios de calcificación del canino mandibular con los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según sexo, se observó una correlación ligeramente mayor en mujeres ( $r = 0.7574$ ) que en hombres ( $r = 0.7068$ ), contrastándolo con estudios similares, se observa una concordancia en la magnitud de la correlación encontrada. Forsythe et al. (2022) reportaron coeficientes de correlación de 0.689 en hombres y 0.690 en mujeres entre la calcificación del canino mandibular y la maduración cervical, valores similares a los obtenidos en este trabajo. De manera similar, Džemidžić et al. (2016) encontraron correlaciones de  $r = 0.895$  en varones y  $r = 0.701$  en mujeres, concluyendo que la relación entre ambas variables es clínicamente significativa. Por su parte, Singla et al. (2017), utilizando el método de Gleiser y Hunt modificado, hallaron una asociación positiva y progresiva entre los estadios iniciales y avanzados de calcificación canina y los correspondientes estadios de maduración vertebral cervical, lo cual respalda directamente los hallazgos de nuestra investigación.

En este sentido, la correlación encontrada en este estudio ( $Rho = 0.7351$ ) es comparable con los valores más altos reportados en la literatura, por ejemplo, Trakinienė et al. (2015), quienes identificaron asociaciones significativas entre la calcificación de dientes posteriores y la maduración cervical ( $r = 0.812$  para el canino maxilar y  $r = 0.824$  para el segundo molar

mandibular). Estos hallazgos afirman que la evaluación del canino mandibular constituye un método viable y aplicable en la práctica clínica para la estimación de la madurez esquelética, especialmente en pacientes en crecimiento que requieren una planificación ortodóncica.

Cabe señalar que la correlación obtenida en este estudio respalda la utilidad clínica del método de Gleiser y Hunt modificado como una alternativa práctica y complementaria para estimar la madurez esquelética. A diferencia de los métodos tradicionales como la radiografía carpal (Fishman, 1982; Hägg & Taranger, 1980), este enfoque no implica radiación adicional, ya que se basa en la radiografía panorámica utilizada de forma rutinaria en ortodoncia. Diversos autores han señalado esta ventaja diagnóstica, destacando la reducción de costos y riesgos asociados. (Alkhal et al., 2008; Perinetti et al., 2012)

Sin embargo, deben considerarse algunas limitaciones. El rango de edad considerado de 9 a 15 años, puede limitar la posibilidad de extrapolar los hallazgos a edades más tempranas o mayores. Se sugiere que futuras investigaciones sean longitudinales, con muestras más amplias y diversidad poblacional, así se podría confirmar la validez predictiva del método en diferentes contextos clínicos.

En síntesis, los hallazgos obtenidos, respaldan la hipótesis de que los estadios de calcificación del canino mandibular son un indicador útil y clínicamente aplicable de la maduración esquelética, lo cual se alinea con la evidencia científica previa (Singla et al., 2017; Forsythe et al., 2022; Džemidžić et al., 2016), y fortalece la recomendación de su uso como herramienta diagnóstica complementaria en la práctica ortodóncica.

## VI. CONCLUSIONES

6.1. La distribución de los estadios de calcificación y de la maduración esquelética de las vértebras cervicales, mostraron un avance progresivo con la edad, en edades tempranas prevalecieron los estadios iniciales (estadios 3–4 y I–III, respectivamente), mientras que en edades mayores se concentraron los estadios avanzados (estadio 5 y IV–VI), reflejando la progresión natural del desarrollo dento-esquelético.

6.2. Se evidenció que la edad promedio aumentó progresivamente a medida que avanzaban los estadios de maduración de las vértebras cervicales en ambos sexos, siendo las mujeres quienes alcanzaron cada estadio a edades ligeramente menor que los hombres.

6.3. Los resultados respaldan la utilidad clínica del método de Gleiser y Hunt modificado como una herramienta diagnóstica complementaria en la estimación de la madurez esquelética, especialmente en contextos donde se cuente con radiografías panorámicas de rutina, evitando así la necesidad de exposiciones adicionales a radiación.

6.4. Se encontró una correlación alta y estadísticamente significativa entre los estadios de calcificación del canino mandibular, evaluados con el método de Gleiser y Hunt modificado, y los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales, determinados por el método de Baccetti ( $Rho = 0.7351$ ;  $p < 0.05$ ), lo que confirma que la calcificación del canino mandibular puede ser un indicador confiable de la madurez esquelética.

6.5. Al diferenciar por sexo, la correlación entre ambos métodos se mantuvo alta y significativa, siendo ligeramente mayor en mujeres ( $r = 0.7574$ ) que en hombres ( $r = 0.7068$ ), lo que refleja una concordancia consistente en ambos grupos.

## VII. RECOMENDACIONES

7.1. Implementar el método de Gleiser y Hunt modificado en la evaluación diagnóstica inicial de pacientes en crecimiento, utilizando las radiografías panorámicas de rutina para estimar la madurez esquelética.

7.2. Complementar la evaluación de la calcificación del canino mandibular con el método de Baccetti, especialmente en casos donde se requiera una determinación más precisa del pico de crecimiento puberal para planificar tratamientos ortopédicos y ortodóncicos.

7.3. Replicar este tipo de estudios en diferentes regiones y grupos étnicos para validar la correlación entre calcificación dental y esquelética en diversas poblaciones, permitiendo así una mayor generalización de los resultados.

7.4. Desarrollar investigaciones longitudinales que permitan evaluar la evolución de la calcificación dentaria y la maduración vertebral en los mismos individuos a lo largo del tiempo, con el fin de confirmar su valor predictivo y establecer intervalos de intervención más precisos.

### VIII. REFERENCIAS

- Alkhal, H. A., Wong, R. W. K., & Rabie, A. B. M. (2008). Correlation between chronological age, cervical vertebral maturation, and Fishman's skeletal maturity indicators in Southern Chinese. *The Angle Orthodontist*, 78(4), 591–596. <https://doi.org/10.2319/072307-347.1>
- Ayala Pérez, Y., Carralero Zaldívar, L. C., & Leyva Ayala, B. R. (2018). La erupción dentaria y sus factores influyentes. *Correo Científico Médico*, 22(4), 681–694.
- Baccetti, T., Franchi, L., & McNamara, J. A. (2002). An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *The Angle orthodontist*, 72(4), 316–323. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2002\)072<0316:AIVOTC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2002)072<0316:AIVOTC>2.0.CO;2)
- Baccetti, T., Franchi, L., & McNamara, J. A. (2005). The cervical vertebral maturation (CVM) 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>
- Bjork, A., & Helm, S. (1967). Ulnar sesamoid appearance as a maturity indicator in the assessment of adolescent growth. *Australian Orthodontic Journal*, 12(1), 12–16.
- Böker, S., Hermanussen, M., & Scheffler, C. (2021). Dental age is an independent marker of biological age. *Human Biology and Public Health*, 3, 24. <https://doi.org/10.52905/hbph2021.3.24>
- Camargo, D., Olaya, E. R., & Torres, E. A. (2017). Teorías del crecimiento craneofacial: una revisión de literatura. *UstaSalud*, 16, 78-88.
- Chen, J., Hu, H., Guo, J., Liu, Z., Liu, R., Li, F., & Zou, S. (2010). Correlation between dental maturity and cervical vertebral maturity. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*,

*Oral Radiology, and Endodontology*, 110(6), 777–783. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2010.06.017>

Chertkow, S. (1980). Tooth mineralization as an indicator of the pubertal growth spurt. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 77(1), 79–91. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(80\)90041-4](https://doi.org/10.1016/0002-9416(80)90041-4)

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, 262–268. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(93\)70013-8](https://doi.org/10.1016/0889-5406(93)70013-8)

Demirjian, A., Buschang, P. H., Tanguay, R., & Patterson, D. K. (1985). Interrelationships among measures of somatic, skeletal, dental, and sexual maturity. *American Journal of Orthodontics*, 88, 433-438.

Demirjian, A., Goldstein, H., & Tanner, J. M. (1973). A new system of dental age assessment. *Human Biology*, 45(2), 211–227.

Džemidžić, V., Tiro, A., Zukanović, A., Redžić, I., & Nakaš, E. (2016). Skeletal maturity assessment using mandibular canine calcification stages. *Acta Medica Academica*, 45(2), 128–134. <http://doi.org/10.5644/ama2006-124.168>

Faltin, K., Faltin, R., Baccetti, T., Franchi, L., Ghiozzi, B., & McNamara, J. A. (2003). Long-term effectiveness and treatment timing for Bionator therapy. *The Angle Orthodontist*, 73(3)221-230. [https://doi.org/10.1043/00033219\(2003\)073<0221:LTEATT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/00033219(2003)073<0221:LTEATT>2.0.CO;2)

Fishman, L. S. (1982). Radiographic evaluation of skeletal maturation: A clinically oriented method based on hand-wrist films. *The Angle Orthodontist*, 52, 88–112. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1982\)052<0088:REOSM>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1982)052<0088:REOSM>2.0.CO;2)

- Forsythe, G. A., Medina, D. A., & Von Einem, M. B. (2022). Correlation between the skeletal maturation of the cervical vertebrae and stage of mandibular canine calcification. *Revista Odontopediatría Latinoamericana*, 12(1).
- Franchi, L., Baccetti, T., Toffol, L. D., Polimeni, A., & Cozza, P. (2008). Phases of the dentition for assessment of skeletal maturity: A diagnostic performance study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(3), 395–400. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.06.023>
- Gomes de Ferraris, E. (2009). *Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental*. Editorial Médica Panamericana.
- Gopalakrishnan, S., Jayaram, M., Chacko, T., Jacob, J., Anuradha, P., & Menon, V. V. (2020, agosto). Mandibular canine calcification stages as an indicator of skeletal maturity. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 12(Suppl 1), S6–S13. [https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS\\_78\\_20](https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS_78_20)
- Gv V., & Tripathi, T. (2021). Non-invasive methods for the assessment of biomarkers and their correlation with radiographic maturity indicators: A scoping review. *Progress in Orthodontics*, 22(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s40510-021-00372-6>
- Gleiser, I., & Hunt, E. (1955). The permanent first molar: Its calcification, eruption, and decay. *American Journal of Physical Anthropology*, 13, 253–284. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330130210>
- Greulich, W. W., & Pyle, S. I. (1959). *Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist* (2nd ed.). Stanford University Press.
- Hägg, U., & Taranger, J. (1980). Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontologica Scandinavica*, 38(3), 187–200. <https://doi.org/10.3109/00016358009004719>

- Haavikko K. (1974). Tooth formation age estimated on a few selected teeth. A simple method for clinical use. *Proceedings of the Finnish Dental Society. Suomen Hammaslaakariseuran toimituksia*, 70(1), 15–19.
- Hassel, B., & Farman, A. G. (1995). Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 107(1), 58–66. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(95\)70157-5](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(95)70157-5)
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2022). *Metodología de la investigación* (7<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
- Jeon, J. Y., Kim, C. S., Kim, J. S., & Choi, S. H. (2021). Correlation and correspondence between skeletal maturation indicators in hand-wrist and cervical vertebra analyses and skeletal maturity score in Korean adolescents. *Children*, 8(10), 910. <https://doi.org/10.3390/children8100910>
- Kamal, A. T., & Shaikh, A. (2018). Assessment of skeletal maturity using the calcification stages of permanent mandibular teeth. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 23(4), 44.e1–44.e8. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.23.4.44.e1-8.onl>
- Krailassiri, S., Anuwongnukroh, N., & Dechkunakorn, S. (2002). Relationships between dental calcification stages and skeletal maturity indicators in Thai individuals. *Angle Orthodontist*, 72(2), 155-166.
- Kulkarni, N., Patil, D., & Kulkarni, A. (2019). Correlation of cervical vertebral bone age and Demirjian's stages for mandibular canine and second molar. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 20(9), 1079–1084. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2541>
- Kumar, S., Singla, A., Sharma, R., Viridi, M. S., Anupam, A., & Mittal, B. (2012). Skeletal maturation evaluation using mandibular second molar calcification stages. *The Angle Orthodontist*, 82(3), 501–506. <https://doi.org/10.2319/070811-437.1>

- Lamparski, D. G. (1972). *Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae* (Master's thesis). University of Pittsburgh.
- Lee, Y. S., Choi, S. H., Kim, K. H., & Hwang, C. J. (2019). Evaluation of skeletal maturity in the cervical vertebrae and hand-wrist in relation to vertical facial types. *Korean Journal of Orthodontics*, 49(5), 319–325. <https://doi.org/10.4041/kjod.2019.49.5.319>
- Mayoral, J., Mayoral, G., & Mayoral, P. (1984). *Ortodoncia: Principios fundamentales y práctica* (3.<sup>a</sup> ed.). La Habana: Editorial Ciencia y Técnica.
- Mesotten, K., Gunst, K., Carbonez, A., & Willems, G. (2002). Dental age estimation and third molars: A preliminary study. *Forensic Science International*, 129(2), 110–115. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(02\)00245-1](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(02)00245-1)
- Mittal, S. K., Singla, A., Viridi, M. S., Sharma, R., & Mittal, B. (2009). Co-relation between determination of skeletal maturation using cervical vertebrae and dental calcification stages. *The Internet Journal of Forensic Science*, 4(2). Recuperado de <https://www.ispnb.com/IJFS/4/2/5855>
- Nasir, Z. B., Jan, A., Khalid, Z., Tariq, Q. U. A., Zia, R., & Arshad, N. (2023). Skeletal maturity assessment using mandibular canine calcification stages. *Pakistan Armed Forces Medical Journal*, 73(2), 464–467. <https://doi.org/10.51253/pafmj.v73i2.8868>
- Perinetti, G., & Contardo, L. (2016). Gingival crevicular fluid alkaline phosphatase activity in relation to pubertal growth spurt and dental maturation: A multiple regression study. *South European Journal of Orthodontics and Dentofacial Research*, 3(1), 6–11.
- Perinetti, G., Contardo, L., Gabrieli, P., Baccetti, T., & Di Lenarda, R. (2012). Diagnostic performance of dental maturity for identification of skeletal maturation phase. *European Journal of Orthodontics*, 34(4), 487–492. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjr053>

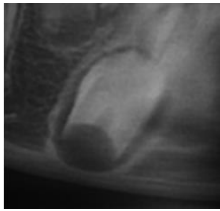
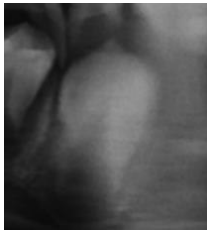
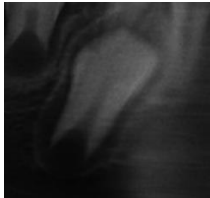


- Pinkowsky, G. J., Winthrop, Z., & Hennrikus, W. L. (2017). Assessment of skeletal maturity. In *The Pediatric Anterior Cruciate Ligament: Evaluation and Management Strategies* (pp. 33–39). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-64771-55>
- Singla, R., Urala, A. S., Vineetha, R., & Singla, N. (2017). Skeletal maturity assessment using calcification stages of mandibular canine. *Journal of International Oral Health*, 9(3), 126–129. [https://doi.org/10.4103/jioh.jioh\\_89\\_17](https://doi.org/10.4103/jioh.jioh_89_17)
- Silventoinen, K., Haukka, J., Dunkel, L., Tynelius, P., & Rasmussen, F. (2008). Genetics of pubertal timing and its associations with relative weight in childhood and adult height: The Swedish Young Male Twins Study. *Pediatrics*, 121(4), e885–e891. <https://doi.org/10.1542/peds.2007-1615>
- Tanner, J. M., Whitehouse, R. H., Healy, M. J. R., Cameron, N., & Marshall, W. A. (2001). *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 method)* (3rd ed.). W. B. Saunders.
- Testut, L., & Latarjet, A. (1983). Columna vertebral. En *Osteología. Compendio de anatomía descriptiva* (pp. 2-12). Salvat.
- Trakinienė, G., Smailienė, D., & Kučiauskienė, A. (2016). Evaluation of skeletal maturity using maxillary canine, mandibular second and third molar calcification stages. *European Journal of Orthodontics*, 38(4), 398–403. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjv051>
- Willems, G., Van Olmen, A., Spiessens, B., & Carels, C. (2001). Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited. *Journal of forensic sciences*, 46(4), 893–895.
- Zhang, Y., Shu, S., Gu, Q., Liu, Z., Zhu, Z., & Qiu, Y. (2020). Cervical vertebral maturation (CVM) stage as a supplementary indicator for the assessment of peak height velocity

(PHV) in adolescent idiopathic scoliosis (AIS). *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, 10(1), 96-105. <https://doi.org/10.21037/qims.2019.11.07>

## IX. ANEXOS

## 9.1. Anexo A

## 9.1.1. Ficha de clasificación

Estadios de calcificación del canino inferior según método de Gleiser y Hunt modificado (1955)		
Estadios		Descripción
1		La formación de la corona está completa hasta la unión ameloementaria.
2		Las paredes de la cámara pulpar son rectas y el cuerno pulpar está más diferenciado; la longitud de la raíz es menor que la altura de la corona.
3		La longitud de la raíz es igual o mayor que la altura de la corona; raíz con terminación en forma de embudo.
4		Las paredes del conducto radicular son paralelas y su extremo apical aún está parcialmente abierto.
5		El extremo apical del conducto radicular está completamente cerrado; la membrana periodontal tiene un ancho uniforme alrededor de la raíz y el ápice.



### 9.3. Anexo C

#### 9.3.1. Instrumento de recolección de datos

#### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Nº DE FICHA \_\_\_\_\_

EDAD: \_\_\_\_\_ años \_\_\_\_\_ meses

GÉNERO:

M  F

#### Calcificación Dentaria según el método de Gleiser y Hunt modificado

ESTADIOS DE CALCIFICACIÓN	PIEZA DENTARIA 43
1	
2	
3	
4	
5	

#### Maduración Esquelética según el método de Baccetti

ESTADIOS DE MADURACIÓN	
Estadio I	
Estadio II	
Estadio III	
Estadio IV	
Estadio V	
Estadio VI	



<p>estadios de calcificación del canino mandibular según edad, con el método de Gleiser y Hunt modificado?</p> <p>2. ¿Cuál es la distribución de los estadios de calcificación del canino mandibular según sexo, con el método de Gleiser y Hunt modificado?</p> <p>3. ¿Cuál es la distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según edad, con el método de Baccetti?</p> <p>4. ¿Cuál es la distribución de los</p>	<p>según edad, con el método de Gleiser y Hunt modificado.</p> <p>2. Determinar la distribución de los estadios de calcificación del canino mandibular según sexo, con el método de Gleiser y Hunt modificado.</p> <p>3. Determinar la distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según edad, con el método de Baccetti.</p> <p>4. Determinar la distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según sexo, con el método de Baccetti.</p>					<p>entre 9 y 15 años de edad.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>El estudio estuvo compuesto por 133 radiografías panorámicas y cefalométricas de pacientes de ambos sexos, con edades entre 9 y 15 años, registradas en el archivo de la Clínica de Ortodoncia de Posgrado de la UNFV.</p> <p><b>Instrumento:</b></p> <p>El instrumento de medición empleado para la recolección de datos fue el método de Gleiser y Hunt modificado, utilizado para evaluar los</p>
--	--	--	--	--	--	---

<p>estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales según sexo, con el método de Baccetti?</p> <p>5. ¿Cuál es la distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti según edad y sexo?</p> <p>6. ¿Cuál es la distribución de frecuencias de los estadios de maduración en cada estadio de calcificación para el canino inferior, según sexo, con el método de Gleiser</p>	<p>5. Determinar la distribución de los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti según edad y sexo.</p> <p>6. Determinar la distribución de frecuencias de los estadios de maduración en cada estadio de calcificación para el canino inferior, según sexo, con el método de Gleiser y Hunt modificado.</p> <p>7. Correlacionar los estadios de calcificación del canino mandibular con el método de Gleiser y Hunt modificado, con los estadios de</p>					<p>estadios de calcificación dentaria, y el método de Baccetti, aplicado para analizar los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales.</p>
---	---	--	--	--	--	--

<p>y Hunt modificado?</p> <p>7. ¿Cuál es la correlación de los estadios de calcificación del canino mandibular con el método de Gleiser y Hunt modificado, con los estadios de maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti, según sexo?</p>	<p>maduración esquelética de las vértebras cervicales con el método de Baccetti, según sexo.</p>					
--	--	--	--	--	--	--