



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Odontología**

**Escuela Académico Profesional de Odontología**

**Relación entre la calcificación del canino mandibular  
permanente y la maduración ósea de las vértebras  
cervicales**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

**AUTOR**

Giuliana Gina María POMA SALAZAR

**ASESOR**

Manuel Gustavo CHÁVEZ SEVILLANO

Lima, Perú

2016



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

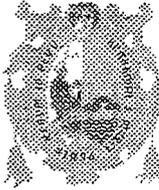
Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Poma G. Relación entre la calcificación del canino mandibular permanente y la maduración ósea de las vértebras cervicales [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Escuela Académico Profesional de Odontología; 2016.

---



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

**FACULTAD DE ODONTOLOGIA**

**VICE DECANATO ACADÉMICO**

**UNIDAD DE ASESORÍA Y ORIENTACIÓN DEL ESTUDIANTE**



**ACTA**

Los Docentes que suscriben, reunidos el catorce de diciembre del 2016, por encargo de la Sra. Decana de la Facultad, con el objeto de constituir el Jurado de Sustentación para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista del la Bachiller:

**POMA SALAZAR, Giuliana Gina María**

**CERTIFICAN :**

Que, luego de la Sustentación de la Tesis « RELACIÓN ENTRE LA CALCIFICACIÓN DEL CANINO MANDIBULAR PERMANENTE Y LA MADURACIÓN ÓSEA DE LAS VERTEBRAS CERVICALES» y habiendo absuelto las preguntas formuladas, demuestra un grado de aprovechamiento:

Bueno  
de: Diecisiete ..... 17 .....  
(en letras) (en números)

En tal virtud, firmamos en la Ciudad Universitaria, a los catorce días del mes de diciembre del dos mil dieciséis.

**PRESIDENTE DEL JURADO**

**Dr. C.D. Carlos Alberto Arroyo Pérez**

**MIEMBRO**

**C.D. Vilma Georgina Chuquihuacha Granda**

**MIEMBRO (ASESOR)**

**Mg. C.D. Manuel Gustavo Chávez Sevillano**

Escala de calificación: Grado de Aprovechamiento:  
Sobresaliente (18-20), Bueno (15-17), Regular (12-14), Desaprobado (11 ó menos)  
Criterios: Originalidad, Exposición, Dominio del Tema, Respuestas.

122

69

**Mg. C.D. CARLOS ALBERTO ARROYO PEREZ**

**PRESIDENTE**

**C.D. VILMA GEORGINA CHUQUIHUACCHA GRANDA**

**MIEMBRO**

**Mg. Esp. MANUEL GUSTAVO CHAVEZ SEVILLANO**

**MIEMBRO ASESOR**

## DEDICATORIAS

A Dios porque sin el nada hubiera sido posible,  
por acompañarme, guiarme, enviarme  
a las personas correctas  
para poder culminar este primer objetivo profesional  
y ahora poder compartirlo.

A mis padres, Teresa y Mario,  
por su amor incondicional,  
apoyo y guía, sobre todo a lo largo de este proyecto.

A mis hermanos Cecilia, Percy y Mario  
por ser mis modelos a seguir en el ámbito profesional.

A mis abuelos en el cielo,  
Pablo, Cleodomira, Zarela  
y José Luis,  
por inculcarme valores y el deseo de superación a través de mis padres.

A mi familia entera, a mis amigos y a quienes confiaron en mí.

## **RESUMEN**

El propósito del presente estudio fue comparar la maduración ósea de las vértebras cervicales y la calcificación del canino mandibular izquierdo para lo cual se evaluaron 150 radiografías panorámicas y 150 radiografías cefalométricas de pacientes entre los 6 y 19 años; 96 de sexo femenino y 54 de sexo masculino quienes fueron atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014. Se evaluó la relación existente entre la maduración ósea de las vertebras cervicales utilizando el método de Baccetti y los estadios de calcificación del canino mandibular izquierdo utilizando el método de Demirjian. Los resultados indicaron una alta correlación significativa ( $r=0.814$ ). Se encontró una ligera mayor correlación en el sexo femenino ( $r= 0.810$ ) sobre el masculino ( $r=0.802$ ).

**PALABRAS CLAVE:** radiografía cefalométrica, maduración ósea, radiografía panorámica, calcificación dentaria.

## **ABSTRACT**

The purpose of the present study was to compare the bone maturation of the cervical vertebrae and the calcification of the left mandibular canine for which 150 panoramic radiographs and 150 cephalometric radiographs of patients between the ages of 6 and 19 were evaluated; 96 females and 54 males who were attended at the Odontopediatrics and Orthodontics Service of the Faculty of Dentistry of the UNMSM from 2004 to 2014. The relationship between the bone maturation of the cervical vertebrae was evaluated using the method Of Baccetti and the stages of calcification of the left mandibular canine using the Demirjian method. The results indicated a high significant correlation ( $r = 0.814$ ). A slightly higher correlation was found in females ( $r = 0.810$ ) than males ( $r = 0.802$ ).

**KEYWORDS:** Cephalometric radiography, bone maturation, panoramic radiography, dental calcification.

## INDICE

LISTA DE CUADROS.....	7
LISTA DE GRAFICOS Y FIGURAS.....	9
1. Introducción.....	11
2. Problema de investigación	
2.1. Área problema.....	12
2.2. Delimitación.....	12
2.3. Formulación.....	13
2.4. Objetivos.....	13
2.5. Justificación.....	13
2.6. Limitación.....	14
3. Marco teórico	
3.1. Antecedentes.....	14
3.2. Bases teóricas.....	18
3.2.1. Desarrollo dentario.....	18
3.2.1.1. Odontogénesis.....	18
3.2.1.2. Calcificación dentaria.....	21
3.2.1.3. Anatomía dental.....	23
3.2.1.4. Método de Demirjian.....	25
3.2.2. Desarrollo óseo.....	29
3.2.2.1. Embriología del Sistema Óseo.....	29
3.2.2.2. Osificación.....	29

3.2.2.2.1.	Osificación intramembranosa.....	31
3.2.2.2.2.	Osificación endocondral.....	31
3.2.2.3.	Osificación de la columna vertebral.....	32
3.2.2.4.	Anatomía de las vértebras cervicales.....	34
3.2.2.5.	Método de Baccetti.....	36
3.3.	Definición de términos.....	41
3.4.	Hipótesis.....	42
3.5.	Variables.....	43
4.	Metodología	
4.1.	Tipo de investigación.....	45
4.2.	Población y muestra.....	45
4.3.	Procedimientos y técnica.....	45
4.4.	Procesamiento de datos.....	49
4.5.	Análisis de resultados.....	54
5.	Resultados.....	54
6.	Discusión.....	63
7.	Conclusiones.....	66
8.	Recomendaciones.....	66
9.	Bibliografía.....	67
10.	Anexos.....	69

## LISTA DE CUADROS

CUADRO 01. Operacionalización de variables

CUADRO 02. Covariables empleadas en la investigación

CUADRO 03. Interpretación del Índice de Kappa

CUADRO 04. Concordancia de valores obtenidos entre el Especialista y el Investigador para el método de Demirjian en 45 pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatria y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014

CUADRO 05. Valor de Kappa obtenido en la comparación entre las medidas del Investigador y el Especialista para el método Demirjian en 45 pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatria y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

Cuadro 06. Concordancia de valores obtenidos entre el Especialista y el Investigador para el método de Baccetti en 45 pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatria y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

Cuadro 07. Valor de Kappa obtenido en la comparación entre las medidas del Investigador y el Especialista para el método Baccetti en 45 pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatria y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

Cuadro 08. Concordancia de valores obtenidos por el Investigador para el método de Demirjian en 45 pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatria y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

Cuadro 09. Valor de Kappa obtenido en la comparación entre las medidas del Investigador para el método de Demirjian en 45 pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatria y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

Cuadro 10. Concordancia de valores obtenidos por el Investigador para el método de Baccetti en 45 pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatria y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

Cuadro 11. Valor de Kappa obtenido en la comparación entre las medidas del Investigador para el método Baccetti en 45 pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatria y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

CUADRO 12. Sexo de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatria y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

CUADRO 13. Distribución de las edades de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatria y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

CUADRO 14. Promedio de edad de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatria y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014, según sexo.

CUADRO 15. Distribución de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatria y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014 según periodos de maduración ósea (Baccetti) y estadios de calcificación del canino mandibular izquierdo (Demirjian).

CUADRO 16. Test Chi-Cuadrado

CUADRO 17. Distribución de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014 según periodos de maduración ósea (Baccetti), por sexo.

CUADRO 18. Distribución de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014 según periodos de calcificación dentaria (Demirjian), por sexo.

CUADRO 19. Distribución de los estadios de maduración dental para el canino inferior izquierdo (Demirjian) según los estadios de maduración ósea (Baccetti), en los pacientes de sexo femenino.

CUADRO 20. Distribución de los estadios de maduración dental para el canino inferior izquierdo (Demirjian) según los estadios de maduración ósea (Baccetti), en los pacientes de sexo masculino.

CUADRO 21. Correlación entre la maduración ósea y la calcificación del canino mandibular izquierdo de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

CUADRO 22. Correlación entre la maduración ósea y la calcificación del canino mandibular izquierdo de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014, según el sexo femenino.

CUADRO 23. Correlación entre la maduración ósea y la calcificación del canino mandibular izquierdo de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014, según el sexo masculino.

## LISTA DE GRAFICOS Y FIGURAS

GRÁFICO 1. Sexo de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

GRÁFICO 2. Distribución de las edades de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

GRÁFICO 3. Distribución de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014 según periodos de maduración ósea (Baccetti), por sexo.

GRÁFICO 4. Distribución de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014 según periodos de calcificación dentaria (Demirjian), por sexo.

GRÁFICO 5. Distribución de los estadios de maduración dental para el canino inferior izquierdo (Demirjian) según los estadios de maduración ósea (Baccetti), en los pacientes de sexo femenino.

GRÁFICO 6. Distribución de los estadios de maduración dental para el canino inferior izquierdo (Demirjian) según los estadios de maduración ósea (Baccetti), en los pacientes de sexo masculino.

FIGURA 01. Etapa de brote o yema

FIGURA 02. Etapa de casquete

FIGURA 03. Etapa de campana

FIGURA 04. Producción de la primera capa de la dentina

FIGURA 05. Órgano del esmalte y sus componentes

FIGURA 06. Partes internas y externas del diente

FIGURA 07. Estadio de desarrollo A según Demirjian

FIGURA 08. Estadio de desarrollo B según Demirjian

FIGURA 09. Estadio de desarrollo C según Demirjian

FIGURA 10. Estadio de desarrollo D según Demirjian

FIGURA 11. Estadio de desarrollo E según Demirjian

FIGURA 12. Estadio de desarrollo F según Demirjian

FIGURA 13. Estadio de desarrollo G según Demirjian

FIGURA 14. Estadio de desarrollo C según Demirjian

FIGURA 15. Moléculas que se relacionan con las fases de condrogenia del esqueleto craneofacial.

FIGURA 16. Rutas moleculares para la condensación y diferenciación de células mesenquimales

FIGURA 17. Desarrollo de un centro de osificación

FIGURA 18. Desarrollo del modelo / molde cartilaginoso

FIGURA 19. Osificación endocondral

FIGURA 20. Estadios en el desarrollo de una vértebra

FIGURA 21. Anatomía de las vértebras cervicales

FIGURA 22. Anatomía de la vertebra

FIGURA 23. Vértebra cervical de forma trapezoidal.

FIGURA 24. Vértebra cervical de forma rectangular horizontal.

FIGURA 25. Vértebra cervical de forma cuadrada

FIGURA 26. Vértebra cervical de forma rectangular vertical.

FIGURA 27. Imagen del Estadio I, aspecto radiográfico y esquema

FIGURA 28. Imagen del Estadio II, aspecto radiográfico y esquema

FIGURA 29. Imagen del Estadio III, aspecto radiográfico y esquema

FIGURA 30. Imagen del Estadio IV, aspecto radiográfico y esquema

FIGURA 31. Imagen del Estadio V, aspecto radiográfico y esquema

## 1. INTRODUCCION

El crecimiento y la maduración en el ser humano, es el resultado de la interrelación genético-ambiental, el cual determina que en la población peruana existan niños con diferentes ritmos de esta característica: tardíos, promedios y tempranos. En el campo de la ortodoncia los tratamientos se ven favorecidos si se realizan cuando el individuo se encuentra cerca del pico de crecimiento y en una etapa de desarrollo determinado; por lo tanto, es muy importante poder determinar de la manera más exacta la edad ósea, la cual proporcionara datos para poder actuar de manera adecuada, asegurando así el éxito del tratamiento.

Determinar y comprender los eventos relacionados con el crecimiento y desarrollo es de singular importancia en ortodoncia, esto debido a que los especialistas en el área, actualmente se inclinan a la armonización de las relaciones intermaxilares, mediante la redirección del crecimiento del complejo craneofacial, a través de aparatos de Ortopedia funcional. Para aprovechar al máximo este tipo de tratamiento conocido como Ortodoncia Interceptiva, es necesario reconocer los periodos de aceleración y crecimiento óseo, para corregir desbalances esqueléticos; si bien es cierto, no podemos estimular o inhibir el crecimiento craneofacial, pero si detectamos la época donde ocurre el pico de crecimiento puberal se puede utilizar la aparatología adecuada, direccionar o eliminar trabamientos que estén impidiendo que eso ocurra.

Las medidas del desarrollo humano pueden ser expresadas por la edad cronológica, mental, de estatura, ósea, dentaria, etc. Sin embargo, el único indicador de desarrollo que está disponible desde el nacimiento a la madurez es la edad ósea. La maduración ósea es los parámetros más confiables para evaluar el crecimiento y desarrollo de un individuo. Diversos investigadores desarrollaron métodos y técnicas para evaluar o valorar la madurez ósea amparándose en el uso de radiografías tomadas en diversas partes del cuerpo (rodilla, pie, mano y muñeca, cadera, vértebras); Sin embargo, la radiografía de las vertebrales cervicales se prefiere porque muestra una mayor cantidad de huesos en desarrollo, además, no requiere exposición radiológica ni gasto adicionales al momento de tener un diagnóstico.

Por tal motivo, el propósito de esta investigación es establecer la relación entre los estadios de maduración ósea cervical y calcificación dentaria, para contar con un método confiable y sencillo, como lo es la radiografía panorámica, al momento de realizar el estudio para el diagnóstico y planificación de tratamiento en la historia clínica ortodóntica, y de esta manera evitar realizar otro tipo de exámenes complementarios que generen gastos o exposición innecesaria del paciente a los rayos x, para determinar de manera exacta el grado de madurez.

## **2. PROBLEMA DE INVESTIGACION**

### **2.1. Área problema**

Un frecuente problema para el odontólogo es el de evaluar a través de un método práctico, sencillo y confiable el grado de maduración ósea de los pacientes en crecimiento, ya que es un indicador biológico que nos sirve como ayuda para el diagnóstico y establecer un buen plan de tratamiento en pacientes con alteraciones esqueléticas en crecimiento.

Desde el punto de vista clínico, durante la adolescencia el registro de la aparición del crecimiento puberal es importante para el odontólogo, ya que este momento es aprovechado para reducir el tiempo de tratamiento activo y obtener respuestas más favorables ante un recurso ortopédico aplicado.

Muchos de los eventos físicos del crecimiento cráneo facial ocurren en una secuencia determinada y esto se manifiesta de manera variable en cada niño; por lo tanto la edad cronológica no es un patrón de confianza para determinar el potencial de crecimiento facial, siendo la maduración ósea un indicador de mayor confianza a la hora de predecir eventos de crecimiento de este tipo.

### **2.2. Delimitación**

El crecimiento humano es caracterizado por variaciones considerables a razón de su desarrollo en las diferentes personas. La edad cronológica puede tener un pequeño lugar o no, en la valoración de la etapa de maduración de un niño y no es un factor crítico en la valoración de la etapa de maduración ósea.

Al valorar la significación del potencial de crecimiento, es esencial establecer que el pico de crecimiento puberal del paciente haya sido completado. El comienzo del pico de crecimiento del adolescente puede ser reconocido por la determinación de los incrementos óseos anuales sobre un largo periodo de tiempo. Desafortunadamente, repetidas observaciones son requeridas para registrar el incremento en la velocidad de crecimiento; de este modo limitado es el valor de las mediciones directas en el reconocimiento del comienzo de la pubertad.

En la práctica ortodóntica, es importante evaluar el desarrollo del paciente, con relación a su propio potencial de crecimiento. Las relaciones entre el comienzo de la pubertad y la maduración dental han sido pequeñas; sin embargo, algunos investigadores han encontrado cercanas relaciones entre la calcificación de algunas piezas dentarias y algunos indicadores de la maduración ósea del pico de crecimiento puberal en la osificación de todo el cuerpo vertebral.

Es aquí donde nace el interés de vincular las etapas de calcificación del canino mandibular con ciertos indicadores de maduración ósea que se encuentran muy cercanos al pico de crecimiento puberal y proponer al canino mandibular como instrumento de primera elección al momento de realizar un diagnóstico y plan de tratamiento ortodóntico.

El propósito de este estudio es encontrar las relaciones entre las etapas de calcificación del canino mandibular permanente izquierdo y los estadios de maduración ósea de las vértebras cervicales en una población peruana y proponer al canino mandibular como un indicador más accesible de la maduración ósea.

### **2.3. Formulación del problema**

¿Cuál es la relación entre la calcificación del canino mandibular permanente izquierdo y la maduración ósea de las vértebras cervicales en pacientes de 6 a 17 años de edad que acudieron a la Clínica Integral del Niño y del Adolescente de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014?

### **2.4. Objetivos**

#### **General:**

Establecer la relación entre la calcificación del canino mandibular permanente izquierdo y la maduración ósea de las vértebras cervicales en pacientes de 6 a 17 años que acudieron a la Clínica Integral del Niño y del Adolescente de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014

#### **Específicos:**

- Determinar las etapas de calcificación del canino mandibular permanente izquierdo de pacientes de 6 a 17 años que acudieron a la Clínica Integral del Niño y del Adolescente de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.
- Determinar los estadios de maduración ósea en las vértebras cervicales de pacientes entre 6 y 17 años que acudieron a la Clínica Integral del Niño y del Adolescente de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.
- Establecer la relación entre las etapas de calcificación del canino mandibular permanente izquierdo y los estadios de maduración ósea de las vértebras cervicales en pacientes entre 6 y 17 años que acudieron a la Clínica Integral del Niño y del Adolescente de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

### **2.5. Justificación**

El éxito en el diagnóstico, plan de tratamiento y los procedimientos clínicos en ortodoncia exige un conocimiento a fondo del crecimiento y desarrollo óseo cráneo facial.

Las decisiones clínicas en cuanto al uso de fuerzas ortopédicas como la de tracción extraoral, aparatos funcionales, tratamientos con extracciones o sin ellas, o cirugía ortognática están al menos parcialmente basadas en consideraciones sobre el crecimiento facial.

Uno de los principales problemas para el odontólogo es determinar de una manera sencilla y rápida la edad ósea o maduración esquelética de los pacientes; por lo cual nos lleva a evaluar ciertos patrones de crecimiento y desarrollo del individuo.

El pico de crecimiento puberal es un evento que ocurre en todos los individuos pero con una gran variación individual, en cuanto al inicio, la duración y la cantidad de crecimiento durante este periodo; por lo tanto, es esencial para efectos de plan de tratamiento determinar el grado de maduración ósea individual.

De otro modo para las evaluaciones de la maduración ósea se han utilizado radiografías adicionales a las requeridas para el tratamiento ortodóntico que no son de fácil acceso en un consultorio odontológico; mediante los resultados este estudio se conseguiría de forma sencilla,

económica y certera a la vez, relacionar los estadios de maduración ósea con las etapas de calcificación del canino mandibular.

## 2.6. Limitaciones:

- Disponibilidad de las radiografías panorámicas y cefalométricas que se encuentran en el archivo de la Clínica Integral del Niño y el Adolescente de la Facultad de Odontología de La UNMSM.
- El costo de los implementos y material a utilizar en esta investigación.

## 3. MARCO TEORICO

### 3.1. Antecedentes:

**Jaime Plazas et al (2015)<sup>1</sup>**, se realizó un estudio para identificar el estadio de maduración esquelética ósea según la edad cronológica. Se evaluaron 100 pacientes pediátricos que asistieron al Programa de Odontología de la Corporación Universitaria Rafael Núñez en el periodo 2012 – 2013, entre las edades de 8 a 12 años; de los cuales fueron: 49 niños y 51 niñas. El estudio fue descriptivo transversal realizado con radiografías digitales cefálicas laterales, en las cuales se realizaron los trazos de las vértebras con lápiz de grafito en papel de calco para identificar las vértebras C2, C3 y C4 y someterlos a análisis según el método de Baccetti. El análisis univariado de tipo descriptivo de las variables cualitativas se expresó en frecuencias y proporciones, posteriormente se realizó el análisis bivariado, representado en tablas de contingencia, usando pruebas de  $X^2$  de Pearson siempre, corrección de Yates y test exacto de Fisher bajo una significancia de 0.05. **Resultados:** De un total de 100 pacientes pediátricos estudiados, el 48% se encontraba en estadio 1 (CMV1), el 38% en estadio 2 (CMV2) y el 14% en estadio 3 (CMV3).

**Ghulam Rasool et al (2014)<sup>2</sup>**, Investigó la relación entre la edad dental basado en las etapas de calcificación del canino inferior y estadios de madurez esquelética utilizando maduración vertebral cervical. Se utilizaron radiografías panorámicas y laterales de 100 pacientes en el rango de 8 a 14 años, que asistieron al departamento de ortodoncia de la Facultad de Odontología de Khyber. Se realizó un estudio retrospectivo y transversal. Para determinar la calcificación dental del canino inferior se utilizó el método de Demirjian y para definir la maduración vertebral cervical (CVM) se hizo de acuerdo al método de Baccetti; se determinó el rango de correlación de Spearman entre la CVM y las etapas de calcificación dental. **Resultados:** La correlación más alta se encontraban entre los CS1 y la etapa E (100%), CS2 y la etapa F (75%), CS3 y la etapa G (36%), y CS4 y la etapa H (51%). La correlación entre la CVM y la calcificación dental eran altamente significativa ( $r = 0,871$   $p = 0,000$ ).

**Shereen Awuapara et al (2014)<sup>3</sup>**, Evaluaron la asociación entre la maduración esquelética cervical y el desarrollo dentario. Se examinó las radiografías digitales panorámicas y cefalométricas de 264 pacientes (109 niños y 155 niñas), en un rango de 9 a 16 años de edad. El desarrollo fue evaluado por los estadios de Nolla de las segundas molares mandibulares, mientras que la maduración esquelética fue estimada por los estadios de maduración esquelética vertebral (CVM). Cada estadio CVM se presentó más temprano en las mujeres que los hombres; sin embargo, el desarrollo dental fue más avanzado en los sujetos hombres al compararlos con las mujeres en relación al mismo estadio CVM. Además, el pico de crecimiento, producido cuando el

paciente se encuentra entre CVM 3 y 4, inicia cuando el segundo molar mandibular se encuentra en Nolla 8, con una correlación de  $\rho=0.88$  para la segunda molar.

**Gabriela Fernández et al (2014)**<sup>4</sup>, Determinaron la relación entre las etapas de calcificación del segundo molar inferior y la madurez esquelética con la edad cronológica en sujetos que asistieron al Postgrado de Ortodoncia de la Universidad Central de Venezuela. La muestra se obtuvo a partir de las radiografías panorámicas y cefálicas laterales de 190 sujetos (72 niños y 118 niñas) con edades comprendidas entre los 9 a 18 años. Se realizaron las estimaciones de madurez dental (Índice Demirjian ID) y la madurez esquelética (Indicadores de maduración de las vértebras cervicales según Baccetti CVMS). Para medir el grado de relación entre las variables se utilizó la correlación de Pearson. Se encontró una asociación altamente significativa (0.865 para los sujetos masculinos y 0.893 para los sujetos femeninos) entre el ID y CVMS. La etapa E del ID corresponde a la fase CVMS 2 (pre-pico del brote de crecimiento puberal) y las etapas F y G del ID corresponden a las CVMS 3 y 4 (pico del brote de crecimiento puberal). La etapa H del ID está asociada con los estadios CVMS 5 y 6 (fin del brote de crecimiento puberal).

**Solmaz Valizadeh et al (2013)**<sup>5</sup>, el objetivo de este estudio fue investigar la correlación entre las etapas de la calcificación de los dientes mandibulares y la maduración vértebras cervicales en las mujeres iraníes. La muestra estuvo constituida por 400 mujeres (rango de edad, 8 a 14 años); para esto se recabó las radiografías panorámicas y cefálicas laterales de estas 400 mujeres que acudieron al departamento de Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Shahid Beheshti. Se utilizaron todos los dientes mandibulares (excepto los terceros molares); para determinar la etapa de maduración dental usaron el método sugerido por Demirjian y para la maduración cervical, el método explicado por Baccetti; y las asociaciones entre las variables fueron evaluados por Wilcoxon. Todas las correlaciones fueron significativas. La asociación entre la maduración vertebral cervical y la calcificación de los dientes fue mayor en el incisivo lateral (odds ratio (OR) = 11, 95% intervalo de confianza (IC): 6,6-18,3); en cuanto al canino, se observó la mayor correlación entre la etapa H y la CMVS IV con un 93.8%.

**Isabel Tarjuelo et al (2011)**<sup>6</sup>, El objetivo principal de este estudio es analizar si existe relación entre el grado de maduración vertebral y la edad dental en una muestra de pacientes ortodónticos de raza caucásica en crecimiento. Se revisaron 464 historias clínicas de la Unidad de Ortodoncia de la Fundación Jiménez Díaz, seleccionándose para el estudio 182 pacientes que cumplieran los criterios de inclusión. Una vez recogidos los datos de los estadios de desarrollo dentario, se emplearon las tablas de Demirjian para determinar la edad dental de cada paciente y para los estadios de maduración de las vértebras cervicales se utilizó el método de Baccetti comparándola así con la edad cronológica y para relacionar las variables se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. Se encontró una correlación estadísticamente significativa entre la edad dental y la maduración vertebral en ambos sexos, siendo el coeficiente de correlación mayor en las niñas. Esta correlación varía en función de cada diente, siendo mayor en el caso del segundo premolar inferior en las niñas y el primer premolar inferior en los niños. La más baja se da en incisivos para ambos sexos. En todos los dientes la correlación entre la maduración vertebral y el desarrollo dentario fue mayor en las niñas.

**Ingrid Różyło-Kalinowska, et al (2011)**<sup>7</sup>, El propósito del estudio fue investigar la relación entre el método de Demirjian y el método mejorado de maduración de vértebras cervicales (CVM). Se utilizó radiografías panorámicas y cefalométricas laterales de 718 niños (431 niñas y 287 varones) de edades comprendidas entre 6 y 17 años, habitantes de la región de Mazovia (Polonia)

Central). Se analizó la edad dental según Demirjian el cual se estimó mediante radiografías panorámicas y se evaluaron las etapas cervicales (CS) de la CVM en las radiografías cefalométricas. El análisis de regresión lineal y correlación (coeficiente  $r$  de Pearson), así como el coeficiente de correlación de Spearman ( $R$ ) se aplicaron para medir la asociación entre el CS y etapas de calcificación dental de todos los dientes analizados. Se determinó una moderada, pero estadísticamente significativa, la correlación entre las etapas de desarrollo dental de Demirjian y CS. El nivel de la correlación fue diferente para los dientes individuales: los dientes que muestran la relación más alta en la CVM fueron los segundos premolares y caninos (en sujetos masculinos y femeninos, respectivamente). El incisivo central demostró la correlación más débil en ambos sexos.

**Tripti Tikku et al (2011)<sup>8</sup>**, La finalidad de este estudio fue para encontrar la correlación del indicador de la versión mejorada (CVMS) con respecto a la versión anterior (CVMI) del indicador de la maduración vértebras cervicales y correlacionar estos dos métodos con las etapas de osificación de la falange media del tercer dedo (MP3) y las etapas de calcificación del canino mandibular. Se utilizaron 80 radiografías cefalométricas de niños sanos (40 niños y 40 niñas) entre las edades de 10 y 15 años. La maduración esquelética se evaluó a partir de MP3, CVMS, CVMI y la maduración dental se determinó por el método Demirjian y relacionadas utilizando la correlación de Spearman. En general, la correlación significativa más alta se encontró entre CVMI y CVMS ( $r = 0,0994$ ) y la correlación significativa más baja fue encontrada entre CVMS y Demirjian, representado por el canino mandibular derecho ( $r = 0,0653$ ). La asociación entre CVMS y CVMI indicó que las etapas 1, 2, 3 de CVMI se correlacionó directamente con CVMS 1, 2, 3; las etapas 4/5 de CVMI correlacionada con la etapa 4 del CVMS, y la etapa 6 del CVMI con la etapa 5 del CVMS.

**Jianwei Chen et al (2010)<sup>9</sup>**, El objetivo de este estudio fue investigar la asociación entre la madurez ósea y dental. Se utilizaron radiografías panorámicas digitales y cefalogramas laterales del cráneo de 302 pacientes (134 varones y 168 niñas, entre 8 y 16 años de edad). La maduración dental fue evaluada por etapas de calcificación de los caninos inferiores, primeros y segundos premolares, y los segundos molares; con el método de Demirjian en tanto que la madurez del esqueleto se estimó mediante las etapas de maduración cervical vertebral (CVM) y el coeficiente de correlación de orden de rango de Spearman se utilizó para medir la asociación entre la etapa CVM y la calcificación dental de los dientes de forma individual. La media de la edad cronológica de las niñas fue significativamente menor que la de los niños en cada etapa de CVM. Los coeficientes de correlación de rangos de Spearman entre la madurez dental y la madurez de las vértebras cervicales osciló entre 0,391 a la 0,582 para las niñas y 0,464 a 0,496 para los varones ( $p < 0,05$ ). En las niñas, el segundo molar tuvo la más alta y el canino tuvo la más baja correlación. En los niños; el canino obtuvo la más alta y el primer premolar la más baja correlación.

**Ahmad Salim Nassar (2008)<sup>10</sup>**, realizó un estudio cuyo objetivo fue investigar la relación entre las etapas de la maduración de las vértebras cervicales y las etapas de calcificación dentaria en hombres y mujeres malayos. Se estudió a 92 varones entre los 10 y 17 años y 123 mujeres entre los 8 y 15 años de Malasia. Se estudió la maduración de las vértebras cervicales (según Baccetti) y la calcificación dental del canino, ambos premolares y segundo molar inferior izquierdo (según Demirjian); luego se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para evaluar la relación entre las variables descritas. Se encontraron valores significativos ( $\alpha < 0,01$ ) de correlación entre 0,682 y 0,772 en varones y 0,543 y 0,727 en mujeres, encontrando de menor a mayor correlación al canino, primer premolar, segundo premolar y el más alto del segundo molar.

**Toledo Mayarí Gladia (2008)<sup>11</sup>**, Seleccionó los métodos más idóneos para determinar el potencial de crecimiento en pacientes de Ortodoncia. La muestra estuvo constituida por 150 pacientes entre 8 y 16 años, que ingresaron en la Clínica de Ortodoncia de la Facultad de Estomatología de la Habana, entre los años 2004 y 2006. A cada paciente se le realizó una radiografía de la mano izquierda, una telerradiografía lateral de cráneo y una radiografía Panorámica o periapicales de la hemiarcada mandibular izquierda; y por primera vez en Cuba se estudiaron en la misma muestra, cinco métodos de evaluación del potencial de crecimiento (Método TW2, Demirjian y colaboradores, Grave y Brown, Hassel y Farman y determinación de los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo). Una vez determinados éstos, se calcularon la correlación y la concordancia entre los mismos, encontrándose altos coeficientes de correlación y de concordancia. Con relación al canino inferior tenemos al coeficiente de correlación lineal de Pearson entre la edad ósea calculada por el método de Demirjian y la edad cronológica sus valores mostraron una correlación positiva muy fuerte (0,969 en las hembras y 0,968 en los varones), siendo altamente significativos ( $p < 0,010$ );

**Tiziano Baccetti et al (2002)<sup>12</sup>**, Realizó un trabajo cuyo objetivo era proveer un nuevo método de maduración de las vértebras cervicales (CVM) para la detección del pico en el crecimiento mandibular analizando solo desde la segunda a cuarta vértebra en la radiografía cefalométrica lateral. Se analizaron en 6 radiografías cefalométricas consecutivas de 30 pacientes la morfología de la segunda vértebra cervical (proceso odontoide, C2), la tercera vértebra cervical (C3), y la cuarta vértebra (C4). Y analizando los resultados mediante el programa ANOVA, presentó 5 estadios de maduración (Cervical Vertebral Maturation Stage [CVMS]). El pico de crecimiento mandibular se ocurrió entre el CVMS II y el CVMS III. Resaltó que las ventajas de esta nueva versión del método de CVM es que estas vértebras cervicales pueden ser analizadas en una simple radiografía cefalométrica lateral puesto que son siempre visibles aun con el collar de protección de radiación.

**Demirjian A. et al (1973)<sup>13</sup>**, Un nuevo método se da para la determinación de la maduración dental, por referencia a las apariciones radiológicas de los 7 dientes en el lado izquierdo de la mandíbula. Radiografías panorámicas correspondientes a 1446 niños y 1486 niñas de origen franco-canadiense que no presentaban desórdenes que afecten al crecimiento, con dentición mandibular completa (erupcionada o no), en un rango de edad de los 2 a 20 años. Aplicaron una escala de maduración basada en el método de Tanner, Whitehouse y Healy para estimar edad cronológica, obteniéndose un valor para cada estadio por diente, separadamente para niños y niñas. Se evalúan todos los dientes permanentes mandibulares izquierdos (excluyendo el tercer molar). La suma de los puntajes de los 7 dientes entrega una puntuación de madurez dentaria en escala de 0 a 100, la cual puede ser convertida directamente en edad dentaria utilizando las tablas y curvas de percentiles que los autores entregan. Para determinar la edad dentaria se utilizan los 7 dientes mandibulares izquierdos sin considerar el tercer molar inferior. Cada diente se categoriza de A - H dependiendo su estadio, para posteriormente asignársele el puntaje de la maduración correspondiente. Aunque el sistema de puntuación de la madurez es probablemente de aplicación universal, la conversión a la edad dental, depende de la población considerada. El presente sistema es aplicable a partir de la edad de 3 a 17 años; esperamos ampliarlo a edades más tempranas como material se acumula.

## **3.2. Bases Teóricas:**

### **3.2.1. Desarrollo dentario**

Durante la cuarta semana de vida intrauterina, se distinguen claramente los procesos primitivos que están a cargo del desarrollo de la cara. En sentido cefálico, respecto a la cavidad bucal primitiva o estomodeo, se halla el proceso frontal, masa del ectodermo (epitelio embrionario) y mesénquima (tejido conectivo embrionario). En sentido caudal y lateralmente del proceso frontal, están los procesos nasal medio y lateral respectivamente. El estomodeo o boca primitiva está flanqueado por los procesos maxilares que, al comienzo de la quinta semana intrauterina crecen en dirección central, mientras que los procesos mandibulares que se situaban inmediatamente debajo de la cavidad bucal primaria comienzan a fusionarse en una estructura única a consecuencia del crecimiento mesenquimatoso. Entre la sexta y séptima semanas los procesos maxilares y mandibulares se fusionan lateralmente al estomodeo, reduciendo así el tamaño de apertura bucal.<sup>14</sup>

El paladar primitivo deriva de la unión y fusión de los procesos nasales medios y maxilares. Durante la sexta semana de gestación queda completado el triángulo palatino que incluye la porción mediana del labio superior y la zona premaxilar que finalmente dará origen al hueso alveolar que alojará a los cuatro incisivos superiores. En esta etapa del desarrollo, el paladar primario es una banda firme de tejido con cubierta ectodérmica e interior mesenquimatoso. La separación entre el labio y la futura zona alveolar, se efectúa más tarde gracias al desarrollo de la lámina labiovestibular (proliferación ectodérmica que migra desde las células superficiales que cubren al paladar primario hacia el tejido conectivo indiferenciado subyacente o mesénquima). Simultáneamente, aparece en este momento una extensión media de la lámina ectodérmica llamada lámina dentaria y que dará lugar al germen dentario. La dentición primaria se inicia alrededor de la sexta semana del desarrollo embrionario, a partir de una invaginación en forma de herradura del epitelio bucal hacia el mesénquima subyacente de cada maxilar, recibiendo el nombre de lámina dentaria. Las extensiones distales de la misma formarán los molares permanentes<sup>14</sup>

#### **3.2.1.1. Odontogénesis**

Es un proceso de desarrollo dental que conduce a la formación de los órganos dentarios en el seno de los huesos maxilares. Se dice que es un proceso embrionario mediante el cual células ectodérmicas del estomodeo o boca primitiva, se invaginan para formar estructuras que junto con el ectomesénquima formarán los dientes. Este proceso empieza en la sexta semana en el embrión humano. A la octava semana de vida intrauterina se forman los gérmenes dentarios de los dientes deciduos. Los gérmenes dentarios siguen su evolución en una serie de etapas como son<sup>15</sup>.

#### **A. Estadío de yema o botón dentario**

Se caracteriza por la aparición de una notable actividad mitótica de la lámina dentaria que permite la formación de 20 botones o yemas de los dientes temporales (10 en cada maxilar), en el seno del mesénquima subyacente. Este también muestra una celularidad aumentada vecina a la formación de cada botón. (Fig. 1)

Histoquímicamente en esta etapa, se detecta un aumento en las cantidades de ácido ribonucleico en el tejido epitelial y un incremento de los glicosaminoglicanos en el tejido mesenquimático.<sup>15</sup>

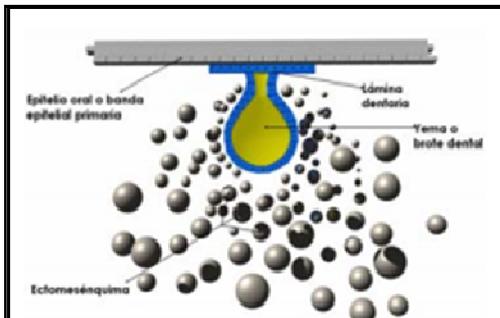


Fig. 1 Etapa de brote o yema.  
Fuente: Meikle, 2002.

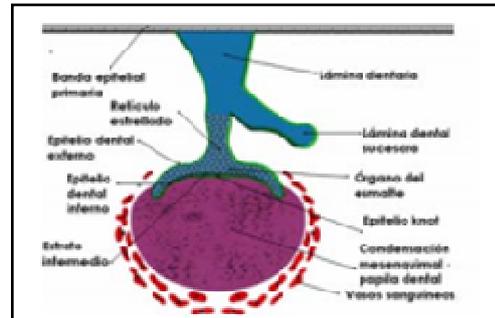


Fig. 2 Etapa de Casquete.  
Fuente: Meikle, 2002.

### **B. Estadío de copa o casquete**

Se caracteriza por una marcada proliferación e invaginación del epitelio del órgano del esmalte, el cual presenta una depresión en su parte profunda donde se aloja tejido mesenquimático condensado para formar la papila dental. (Fig. 2)

El tejido mesenquimático que queda rodeando externamente el órgano del esmalte y la papila, también sufre una condensación gradual para constituir el saco dentario. El órgano del esmalte, la papila dental y el saco dental constituyen el folículo o germen dentario. En el órgano del esmalte en esta etapa, es posible distinguir: un epitelio interno, un epitelio externo y un retículo estrellado. El epitelio interno y externo, no son más que la continuación de las células basales del epitelio oral que se ha invaginado, mientras que el retículo estrellado que queda ubicado entre ambos, corresponde a las células de los estratos más superficiales del mismo epitelio. Estas células comienzan a separarse por la presencia de abundante sustancia intercelular y adquieren una forma estrellada con largas prolongaciones que recuerda la disposición en retículo de las células del tejido mesenquimático. Las células se encuentran unidas entre sí por uniones desmosómicas. La sustancia intercelular es rica en albúmina lo cual proporciona al retículo estrellado una consistencia gelatinosa que protege a las células del epitelio interno.<sup>15,16</sup>

### **C. Estadío de campana:**

A medida que el germen dentario continúa creciendo va modelando paulatinamente la forma de la futura corona dentaria (morfodiferenciación). (Fig. 3). Mientras tanto dos hechos fundamentales caracterizan esta etapa y permiten dividirla a su vez en dos fases. Una fase de campana temprana, donde se diferencia las células formadoras de esmalte y dentina (histodiferenciación) (Fig. 4) y una fase de campana avanzada, donde se secreta la matriz de estos tejidos (aposisión).<sup>17, 18</sup>

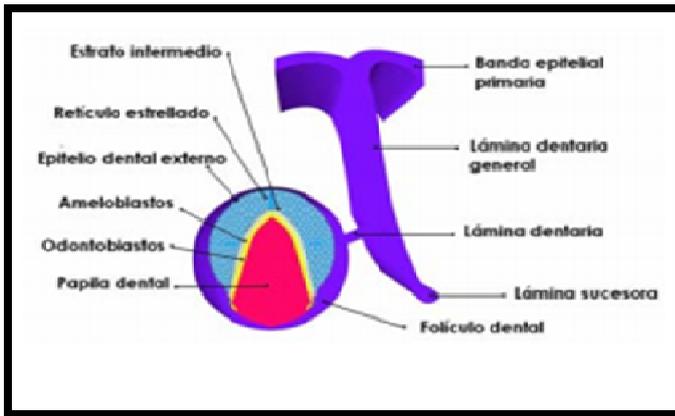
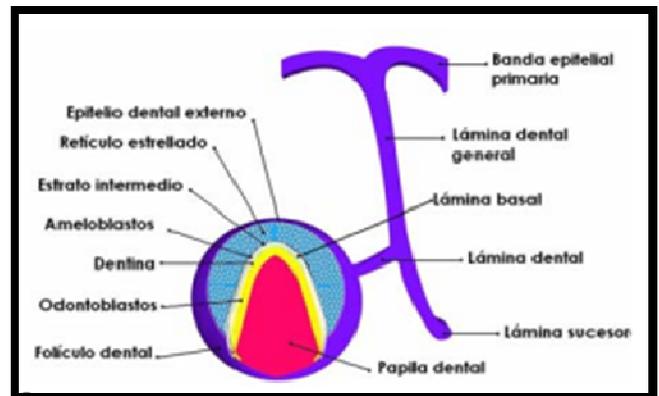


Fig. 3 Etapa de campana.  
Fuente: Meikle, 2002.

Fig. 4 Producción de la primera capa de predentina.  
Fuente: Meikle, 2002.



### a) Fase de campana temprana

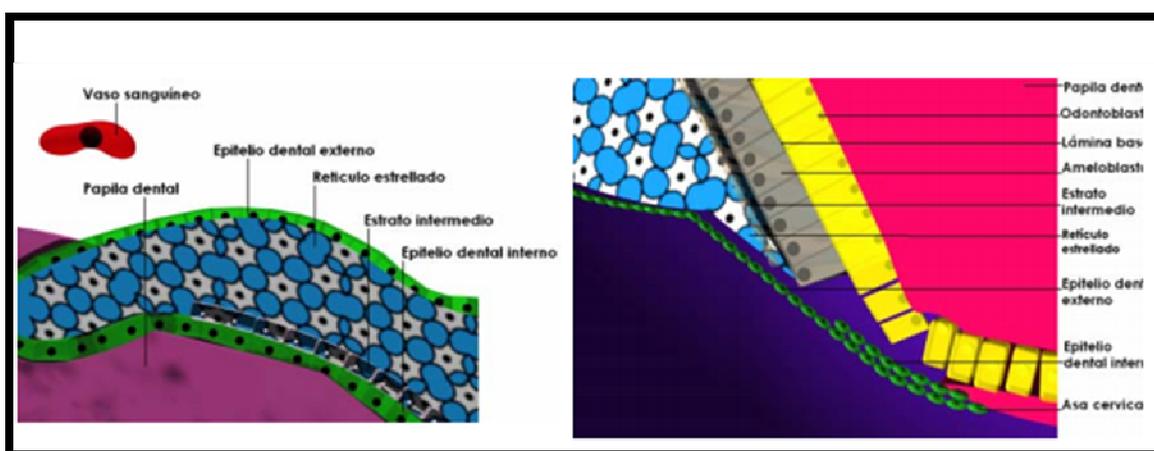
Del epitelio interno del órgano del esmalte, formado por un solo estrato de células, se diferencian los ameloblastos: células altas de forma cilíndrica con 40  $\mu\text{m}$  de longitud y 4 a 5  $\mu\text{m}$  de diámetro. Al corte transversal tienen forma hexagonal. Entre el epitelio interno del órgano del esmalte y el retículo estrellado, aparecen algunas capas de células planas con escasa sustancia intercelular entre ellas, que recibe el nombre de estrato intermedio. Las células de este estrato se encuentran unidas entre ellas y con las células del retículo estrellado y del epitelio interno del órgano del esmalte, a través de uniones desmosómicas. Se cree que este estrato juega un rol importante en la formación del esmalte, por su contenido enzimático (fosfatasa alcalina), sin embargo, su participación no está aclarada.<sup>17, 18</sup>

El epitelio externo del órgano del esmalte, está formado por una capa de células cúbicas y su superficie lisa en un comienzo, va sufriendo poco a poco irregularidades. Estas irregularidades se deben a la aparición de mamelones conjuntivos provenientes del saco dentario, que se introducen a modo de papilas en el retículo estrellado.

Las asas capilares contenidas en su interior, proveen el material nutricional para la intensa actividad metabólica del órgano del esmalte avascular. Histoquímicamente, se han detectado en casi todos sus niveles (epitelio interno, epitelio externo y estrato intermedio), abundantes cantidades de glucógeno.<sup>17, 18</sup>

### **b) Fase de Campana Avanzada**

En esta fase comienza la formación de dentina y de esmalte: tejidos mineralizados, cuya génesis, al igual que la del tejido óseo involucra dos procesos. Uno inicial, en que se secreta aposicionalmente la matriz (predentina, preesmalte), y otro secundario en que se calcifica la matriz recién formada. Histoquímicamente se observa desde los comienzos de esta fase, un aumento paulatino de los glicosaminoglicanos en todos los niveles del órgano del esmalte y en la papila dental, los que alcanzan su máxima expresión durante el proceso de mineralización. (Fig. N°5).<sup>15</sup>



**Fig. N°5 Órgano del esmalte y sus componentes**  
Fuente: Meikle, 2002.

#### **3.2.1.2. Calcificación dentaria**

Durante las dos primeras décadas de la vida, la dentición de los individuos se encuentra sujeta a un periodo de formación, desarrollo y erupción. Esta característica posibilita, por tanto, conocer la edad cronológica de estos sujetos al estudiar el estadio de erupción dentaria y el grado de mineralización dentaria.

La calcificación o mineralización dentaria comprende la precipitación de sales minerales, principalmente calcio y fósforo, sobre la matriz tisular previamente desarrollada. El proceso comienza con dicha precipitación de esmalte en las puntas de las cúspides y los bordes incisales de los dientes, continuando con la precipitación de capas sucesivas y concéntricas sobre estos pequeños puntos de origen.<sup>16</sup>

Cada diente temporal o permanente comienza su calcificación en un momento determinado. Los dientes temporales comienzan su calcificación entre las catorce y las dieciocho semanas de vida intrauterina, iniciándose en los incisivos centrales y terminando por los segundos molares. Los ápices se cierran entre el año y medio y los tres años, aproximadamente un año después de su aparición en boca. Los dientes permanentes inician su calcificación varios meses después del nacimiento, a excepción de los primeros molares permanentes que ya han iniciado su calcificación en el momento del nacimiento. Le siguen los incisivos centrales superiores e inferiores, laterales mandibulares y caninos.<sup>17</sup>

Hacia el final del primer año se inicia la calcificación de los incisivos laterales superiores, siendo necesario remarcar el retraso de los mismos que, ya en el periodo proliferativo, muestran un desarrollo más tardío que el resto de los incisivos permanentes. Posteriormente le suceden los

primeros y segundos premolares, produciéndose la calcificación a los dos años y a los dos años y medio respectivamente.<sup>16, 17,18</sup>

Hacia los tres años de vida se inicia la calcificación de los segundos molares permanentes una vez que se ha completado la calcificación total de la corona de los primeros molares permanentes. Tanto los segundos bicúspides como los segundos y los terceros molares sufren gran margen de variabilidad pudiendo iniciar la calcificación algo más tarde, por lo que, desde el punto de vista diagnóstico es oportuno esperar sobre todo con los segundos premolares por lo menos hasta los cinco años para poder explorarlos radiográficamente.<sup>16,18</sup>

Cuando se ha producido la erupción de los primeros dientes permanentes, entre los cinco y los siete años, la calcificación de todas las coronas permanentes ha sidocompletada teniendo una duración, por tanto, de unos cinco años; por otro lado, la formación de las raíces y el cierre apical de las mismas, no se produce, por lo menos, hasta cinco años después de la calcificación de la corona o hasta los tres años y medio de su erupción. Para establecer la edad dental de una manera fiable, se debe evaluar los estadios de mineralización y no solo observar el momento de la emergencia por los problemas que plantea la identificación de la edad dental exclusivamente por este método.<sup>16, 17,18</sup>

### **Mecanismo de acción del calcio (Ca) en la calcificación dentaria:**

- Los componentes orgánicos son de origen celular: matriz proteica junto a la sustancia fundamental de polisacáridos y lípidos.
- Los componentes inorgánicos: Llegan de fuentes externas (sangre), los componentes mayores son los iones de Ca y fosfato inorgánico que van a tener relación con los líquidos del cuerpo, está en estado de sobre saturación y solo catalizadores biológicos de hidroxiapatita inducen a la formación y crecimiento de cristales. Otros iones inorgánicos presentes en los tejidos calcificados son sodio, potasio, magnesio, cloruro, carbonato y fluoruro, manganeso y zinc. El ion fluoruro aumenta la formación de apatita (cristales más grandes y perfectos).

El proceso de calcificación es un mecanismo de 3 pasos:

- a. Calcio enlazado a la proteína.
- b. Asociación con el ion fosfato para formar un complejo proteína- calcio- fosfato.
- c. Formación de una configuración geométrica de iones que servirá como centro de nucleación.

Luego de la nucleación se forman y crecen los cristales de hidroxiapatita dentro de la armazón definida por la matriz orgánica del tejido. Durante la maduración de los tejidos calcificados hay una pérdida inicial de alguna materia orgánica (proteínas), pero ocurre un mayor cambio con pérdida de agua y la acumulación de mineral. El proceso de calcificación varía con cada tipo de tejido.

Los depósitos de  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , contienen iones de Calcio  $\text{Ca}^{2+}$  junto a fosfatos y van a ser las moléculas iniciadoras de la calcificación ya que en un lugar determinado, cuando el pH local y las concentraciones de calcio y fósforo sean lo bastante elevadas permiten la precipitación de una sal de calcio fosfatada, los factores tales como el  $\text{CO}_2$  y producción de

amonio explican un aumento del pH; una mayor concentración de fosfato da como resultado una actividad de la fosfatasa acida o alcalina; la liberación del calcio limitado o complejo de las proteínas salivales produce aumentos en las concentraciones de calcio.

### Calcificación dentaria:

- Mineralización del cemento: Es similar a la del hueso. las células causantes de este proceso se llaman cementoblastos y se encuentran entre el borde de la membrana periodontal y una fina capa de precemento no calcificado.

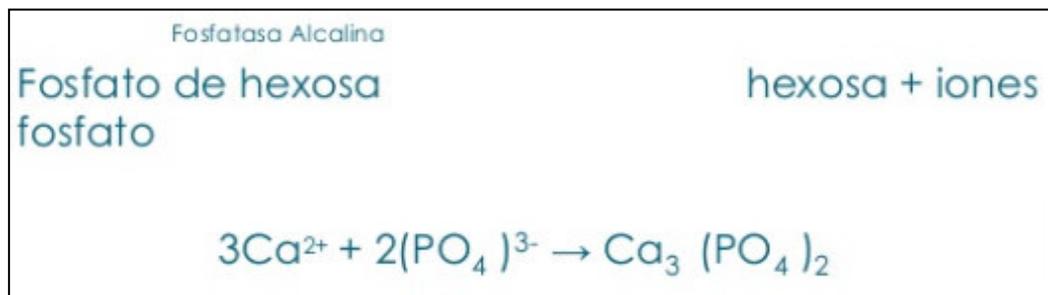
- Mineralización de la dentina: Ocurre en 2 etapas:

-Se deposita desde la pulpa, una matriz colagenosa de predentina, esto está siendo estimulado por los odontoblastos. El fosfato de calcio es amorfo y comienza en la matriz, la cual está en la punta de la cúspide, los cristales están orientados y después crecen y se funden mutuamente hasta que se calcifica toda la matriz.

-Calcificación en una zona definida entre predentina y dentina.

- Calcificación del esmalte:

La enzima fosfatasa alcalina en tejidos de mineralización libera fosfato inorgánico a partir de fosfatos orgánicos, elevando así la concentración local de iones fosfato, los cuales reaccionan con iones de calcio en los fluidos tisulares, produciendo la precipitación de fosfato de calcio insoluble:



### 3.2.1.3. Anatomía dental:

Una buena higiene dental es esencial para mantener la integridad de los dientes, preservando el estado de sus diferentes partes. Conocerlas y cuidarlas es un buen modo de prevenir los problemas dentales. A continuación os enumeramos las diferentes partes de los dientes: <sup>19</sup>

- **Corona:** Es la parte superior del diente; la única visible en una dentadura sana. Su forma determina la función de cada una de las piezas dentales. Así, los incisivos y los caninos, de forma más afilada, se utilizan para cortar los alimentos, mientras que los premolares y molares se ocupan de triturarlos.
- **Borde de la encía:** Es la unión entre los dientes y las encías y una de las partes más importantes para preservar la salud dental, pues es donde se acumulan el sarro y la placa

bacteriana cuando la higiene dental no es la adecuada, ocasionando las llamadas enfermedades periodontales (gingivitis y periodontitis).

- **Raíz:** Es la parte de los dientes que se inserta en el hueso de la mandíbula. Constituye las dos terceras partes del diente.
- **Esmalte:** Es la capa externa de los dientes, la más dura y también la más expuesta a las consecuencias de una higiene deficiente. Si se deteriora abre la puerta a todo tipo de problemas que afectarán a la totalidad del diente.
- **Dentina:** Es la capa que se encuentra inmediatamente debajo del esmalte y está constituida por muchísimos conductos que conducen directamente a la pulpa. El deterioro del esmalte hace que las infecciones puedan alcanzar a esta última, además de ocasionar problemas de sensibilidad (dolor) al frío y el calor.
- **Pulpa:** Es el tejido blando del diente y en él se insertan los nervios y los vasos sanguíneos. De hecho el dolor dental proviene directamente de ella, generalmente como consecuencia de una infección.<sup>19</sup>

## Tipos de dientes

Pero como decíamos anteriormente también hay distintos tipos de dientes, definiremos cada uno de los términos para que queden más claro.

-Incisivos: los dientes frontales afilados, con forma de cincel (cuatro arriba y cuatro abajo) que se usan para cortar la comida.

-Caninos: llamados también colmillos, estos dientes tienen forma de punta (cúspide) y se usan para desgarrar y agarrar el alimento.

-Premolares: estos dientes tienen dos cúspides puntiagudas en su superficie masticadora y a veces se llaman bicúspides. Los premolares se usan para triturar y moler la comida.

-Molares: se usan para moler y masticar la comida, estos dientes tienen varias cúspides en la superficie masticatoria para ayudarlo en el proceso de masticado.<sup>19</sup>

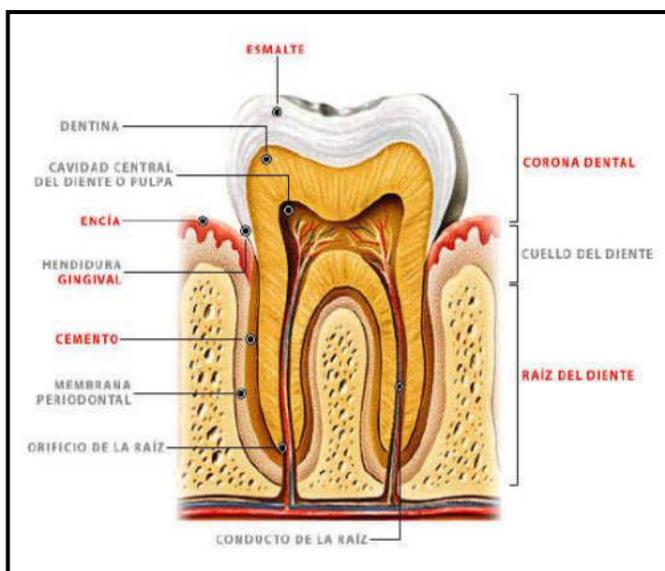


Fig. N°6 Partes internas y externas del diente  
Fuente: Rafael Esponda, 2009.

### 3.2.1.4. Método de Demirjian:

En 1973 Demirjian y colaboradores presentaron un trabajo donde describieron 8 estadios distintivos, denominados estadios A–H, definidos por cambios en la forma que no dependen de estimaciones especulativas de longitud. Su muestra estuvo compuesta por 2928 radiografías panorámicas correspondientes a 1446 niños y 1486 niñas de origen franco-canadiense que no presentaban desórdenes que afecten al crecimiento, con dentición mandibular completa (erupcionada o no), en un rango de edad de los 2 a 20 años.<sup>13, 20</sup>

Aplicaron una escala de maduración basada en el método de Tanner, Whitehouse y Healy para estimar edad cronológica, obteniéndose un valor para cada estadio por diente, separadamente para niños y niñas. Se evalúan todos los dientes permanentes mandibulares izquierdos (excluyendo el tercer molar).<sup>13, 20</sup>

La suma de los puntajes de los 7 dientes entrega una puntuación de madurez dentaria en escala de 0 a 100, la cual puede ser convertida directamente en edad dentaria utilizando las tablas y curvas de percentiles que los autores entregan. Para determinar la edad dentaria se utilizan los 7 dientes mandibulares izquierdos sin considerar el tercer molar inferior. Cada diente se categoriza de A - H dependiendo su estadio, para posteriormente asignársele el puntaje de la maduración correspondiente.<sup>13, 20</sup>

#### Descripción de estadios:

- **Estadio O:**

a.- No hay signos de calcificación en la cripta. Este estadio no corresponde al estudio planteado por Demirjian y cols.

No se observa ningún tipo de calcificación de la cripta.

- **Estadio A (1):**

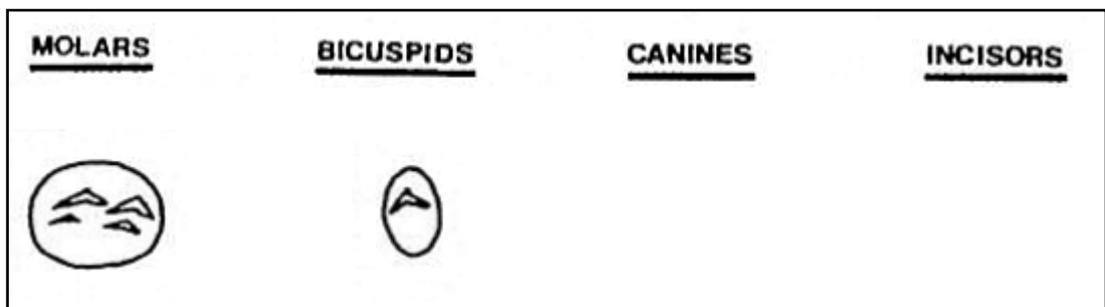


Fig. 7 Estadio de desarrollo A según Demirjian.  
Fuente: Demirjian y cols. 1973

- Puede verse la calcificación, con forma de cono, de una o varias cúspides en la parte superior de la cripta.
- En los multirradiculares, no hay fusión entre los puntos de calcificación.
- En los uniradiculares, no se ha calcificado todo el borde incisal.

- **Estadio B (2):**

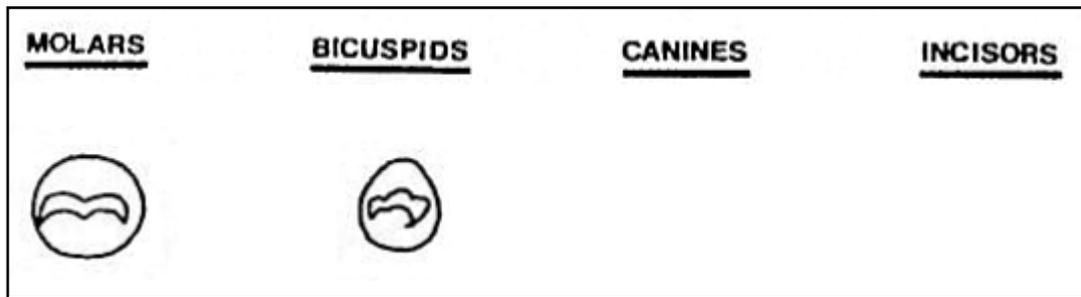


Fig. 8 Estadio de desarrollo B según Demirjian.  
Fuente: Demirjian y cols. 1973

- Se observa fusión de los puntos de calcificación de una o varias cúspides delineando completamente el contorno de la superficie oclusal o del borde incisal.

- **Estadio C (3):**

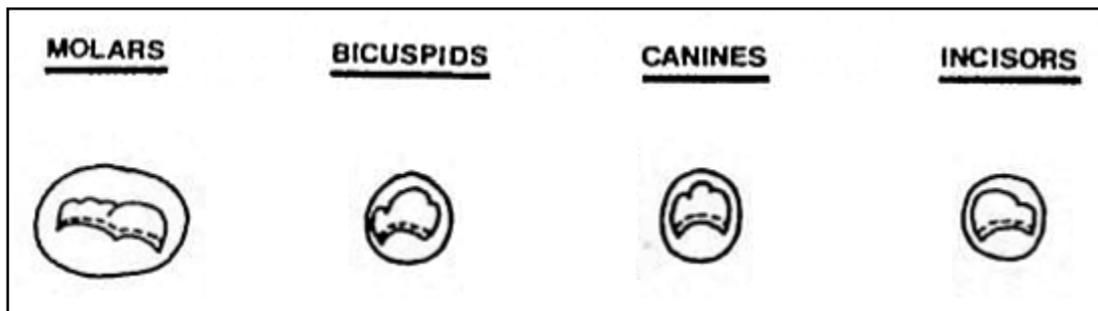


Fig. 9 Estadio de desarrollo C según Demirjian  
Fuente: Demirjian y cols. 1973

- Se ha completado la formación del esmalte de la superficie oclusal y se aprecia la extensión hacia cervical.
- Puede verse el comienzo del depósito de dentina.
- El contorno de la cámara pulpar tiene una forma curvada hacia el borde oclusal.

- **Estadio D (4):**

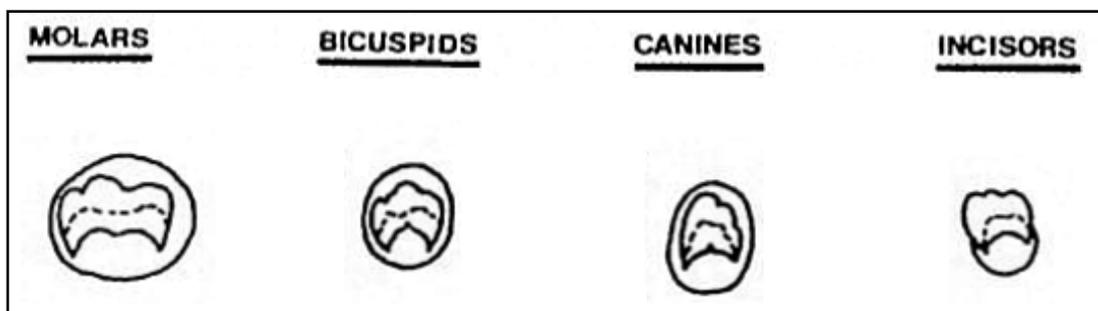


Fig. 10 Estadio de desarrollo D según Demirjian  
Fuente: Demirjian y cols. 1973

- Puede observarse la formación de la corona dentaria hasta la unión amelocementaria.
  - El borde superior de la cámara pulpar se observa: En los dientes uniradiculares, con una forma claramente curva, cóncava hacia cervical, y con el cuerno pulpar visible como el pico de un paraguas. En los dientes multirradiculares, la cámara adopta una forma trapezoidal.
  - Una espícula marca el comienzo de la formación de la raíz.
- **Estadio E (5):**

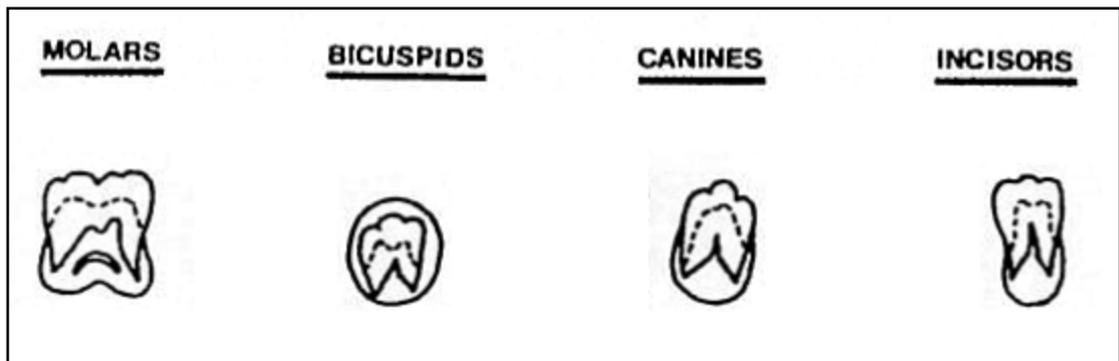


Fig. 11 Estadio de desarrollo E según Demirjian  
Fuente: Demirjian y cols. 1973

**Dientes uniradiculares:**

- Las paredes de la cámara pulpar se muestran como líneas rectas rotas por la presencia de un cuerno pulpar más marcado que en el estadio anterior.
- La longitud de la raíz es menor que la altura de la corona.

**Molares:**

- Es visible la formación inicial de la bifurcación radicular. Se aprecia como una estructura calcificada de forma semilunar.
- La longitud de la raíz es menor que la altura de la corona.

- **Estadio F (6):**

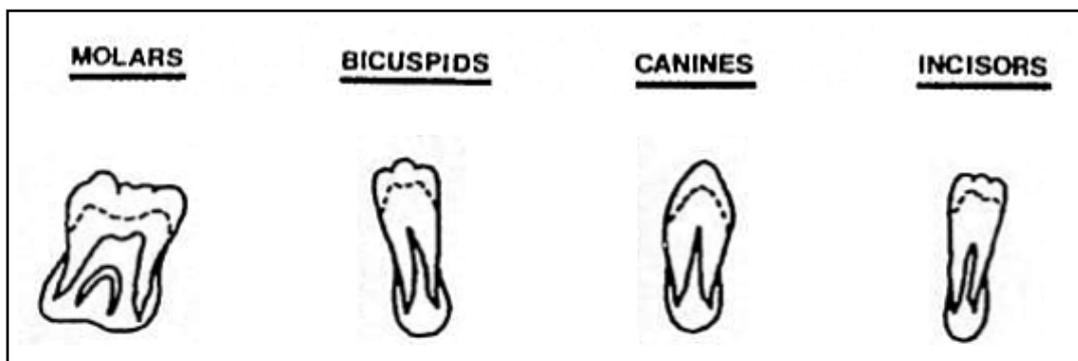


Fig. 12 Estadio de desarrollo F según Demirjian  
Fuente: Demirjian y cols. 1973

### Dientes uniradiculares:

- Las paredes de la cámara pulpar forman un triángulo isósceles con la parte final en forma de embudo.
- La longitud de la raíz es igual o mayor que la altura de la corona.

### Molares:

- Las raíces están definidas y terminan en forma de embudo.
- La longitud de la raíz es igual o mayor que la altura de la corona.

### ▪ Estadio G (7):

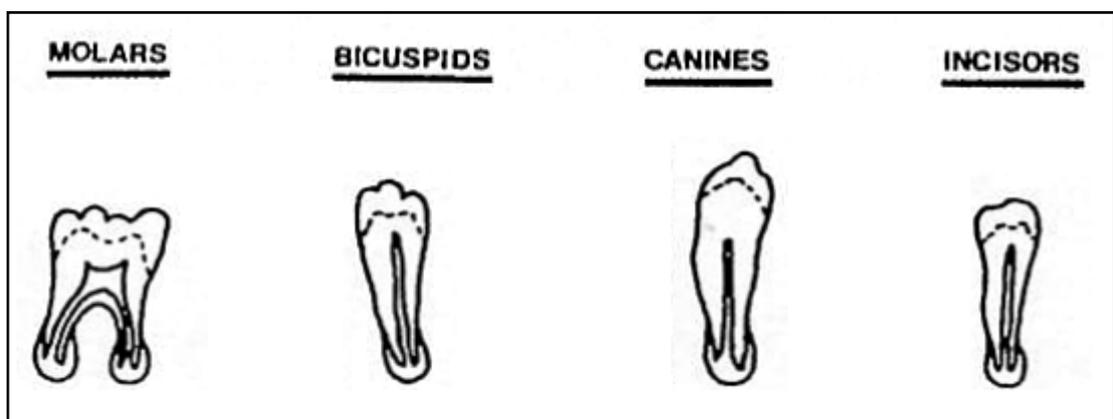


Fig. 13 Estadio de desarrollo G según Demirjian  
Fuente: Demirjian y cols. 1973

- Las paredes del conducto radicular son paralelas y el ápice está todavía abierto. En molares está abierto el ápice de la raíz distal.

### ▪ Estadio H (8):

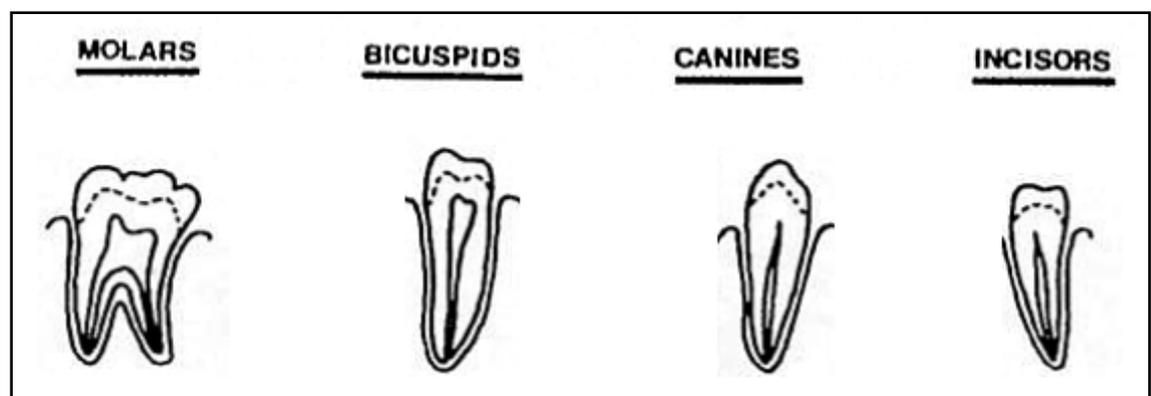


Fig. 14 Estadio de desarrollo C según Demirjian  
Fuente: Demirjian y cols. 1973

- El ápice del diente está totalmente cerrado.
- La membrana periodontal tiene una anchura uniforme alrededor de toda la raíz.

## 2.2.2. Desarrollo óseo

### B.1. Embriología del Sistema Óseo

El sistema esquelético se desarrolla a partir de células mesenquimales y de la cresta neural. Dichas células mesenquimales pertenecen a las placas paraxial y lateral (capa parietal) del mesodermo.

Hacia finales de la tercera semana de gestación, las columnas de mesodermo paraxial (surgido por engrosamiento del mesodermo intraembrionario) se segmentan en bloques mesodérmicos llamados “somitas”. Cada somita se diferencia en dos porciones:<sup>21,23</sup>

**Parte ventromedial o esclerotomo:** sus células originan las vértebras y costillas

**Parte dorsolateral o dermomiótomo:** las células de la región del miótomo forman mioblastos y las del dermatomo constituyen la dermis.

Las células de la cresta neural migran hacia los arcos faríngeos y forman los huesos y tejido conjuntivo de las estructuras craneofaciales. Los genes homeocaja (Hox) regulan dicha migración, así como la diferenciación de las células. . Los somitas occipitales y los somitómeros también contribuyen a formar la bóveda craneal y la base del cráneo. También se nos dice que la hoja somática del mesodermo lateral interviene en la formación los huesos de las extremidades, el esternón y las cinturas pélvicas y escapular.<sup>21, 22,23</sup>

### Desarrollo del hueso y el cartílago

Los huesos aparecen, en un principio, como condensaciones de células mesenquimales que van a constituir modelos óseos. Dicha condensación va a delimitar el inicio de la actividad génica selectiva que precede a la diferenciación celular (Fig. 8 y Fig. 9). La familia del factor de crecimiento transformante  $\beta$  (TGF- $\beta$ ) está implicada en varias etapas de la formación del hueso.

La mayoría de los huesos planos se desarrollan en el mesénquima en el interior de vainas membranosas pre-existentes; este tipo de osteogenia se denomina “formación ósea intramembranosa”. Los modelos mesenquimales de la mayoría de los huesos de las extremidades se transforman en modelos óseos de cartílago, que luego llevarán a cabo una osificación de tipo endocondral. Las proteínas morfogénicas de hueso: BMP5 y BMP7, el factor de crecimiento Gdf5, miembros de la familia TGF- $\beta$  y otras moléculas, participan como reguladores del desarrollo esquelético.<sup>22, 23</sup>

### B.2. Osificación

El desarrollo óseo se conoce como **osificación** u **osteogénesis**. Todos los huesos son derivados del mesénquima, pero mediante dos procesos diferentes, según los huesos involucrados. Existen

dos tipos de osificación: la intramembranosa (o intramembranal) y la endocondral (o intracartilaginosa).<sup>23, 24</sup>

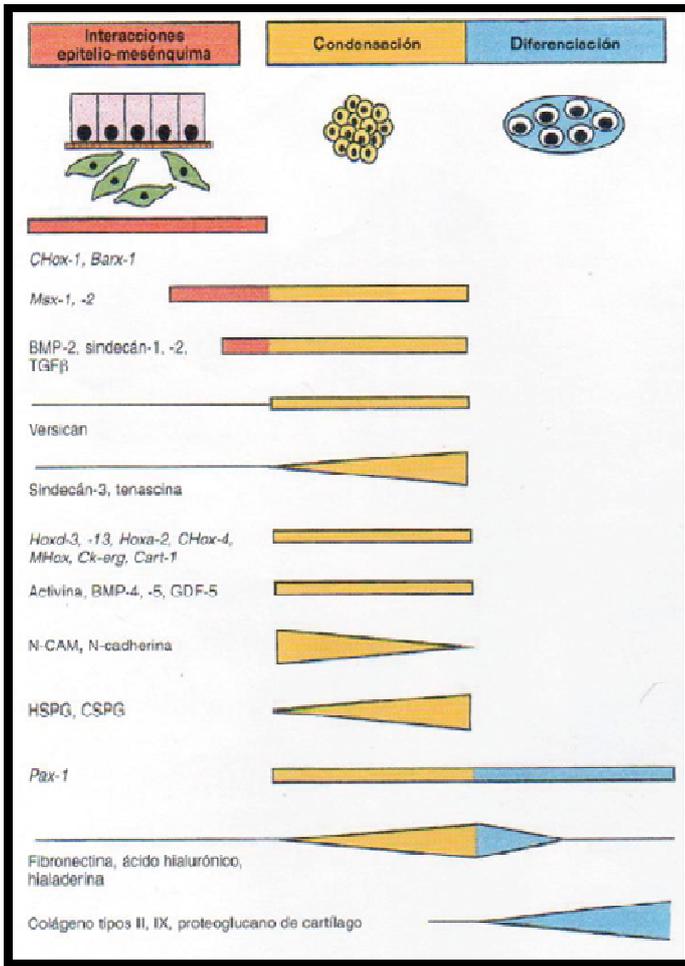


Fig. 15 Moléculas que se relacionan con las fases de condrogenia del esqueleto craneofacial. Fuente: López, 2005.

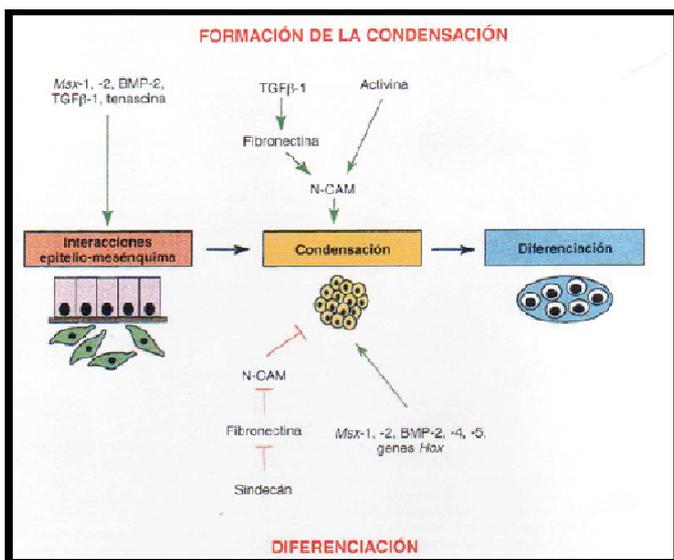


Fig. 16 Rutas moleculares para la condensación y diferenciación de células mesenquimales. Fuente: López, 2005.

## Osificación intramembranosa

La mayoría de los huesos planos se originan de cubiertas membranosas preexistentes.

Este tipo de formación ósea se produce en el mesénquima que ha originado una vaina membranosa. Las células mesenquimatosas se diferencian directamente en osteoblastos y depositan matriz osteoide no mineralizada, posteriormente se deposita fosfato cálcico, los osteoblastos atrapados se convierten en osteocitos, y se organizan en láminas concéntricas para formar osteonas (Fig. 10).

En un principio, el hueso nuevo carece de un patrón de organización, pero pronto se organizan las espículas de hueso en láminas o capas. Alrededor de los vasos sanguíneos aparecen láminas concéntricas que constituyen "sistemas haversianos".<sup>24</sup>

El tejido óseo se remodela por la actividad simultánea de osteoclastos y osteoblastos para formar hueso esponjoso o hueso compacto; este proceso se mantiene hasta después del nacimiento, y tiene como objetivo la sustitución paulatina de tejido óseo no laminar por hueso laminar, además permite la formación y crecimiento del hueso, el remplazo el tejido óseo viejo y contribuye a regular la calcemia.

Algunos ejemplos de osificación membranosa son: los huesos planos del cráneo, parte de la mandíbula y la mayor parte de la clavícula.<sup>23, 24</sup>

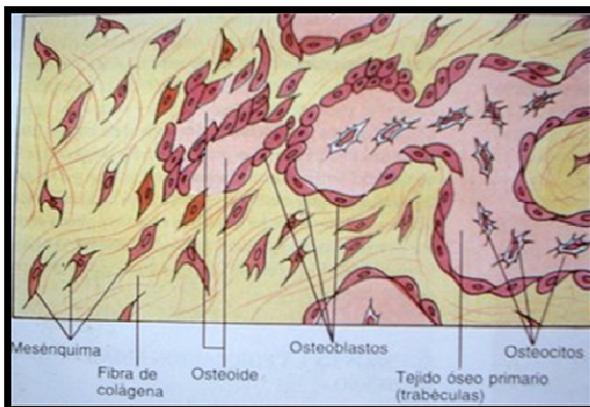


Fig. 17 Desarrollo de un centro de osificación  
Fuente: López, 2005.

## Osificación endocondral

A diferencia de la anterior esta osificación se desarrolla a partir de un molde de cartílago preexistente (Fig. 18)

Las células mesenquimatosas indiferenciadas se transforman en condroblastos los cuales secretan matriz cartilaginosa formando un "hueso cartilaginoso" en el cual posteriormente se lleva a cabo el proceso de osificación endocondral (Fig. 19).

El sitio del hueso donde inicia la osificación se conoce como "centro de osificación primario" y se localiza en la diáfisis del hueso, donde se encuentran los condrocitos que se calcifican y mueren dando lugar a la formación de periostio. El crecimiento longitudinal del hueso depende de la proliferación celular de los condrocitos en la unión diáfisis-epífisis.<sup>24</sup>

Posteriormente aparecen centros de osificación secundarios.

La osificación diafisaria se extiende hacia los extremos, dejando una pequeña zona sin osificar. Esta zona se denomina “disco epifisario” o “cartílago epifisario de crecimiento”, y es el que permitirá el crecimiento del hueso.

Algunos ejemplos de este tipo de osificación son fémur, húmero, esternón, peroné, y costillas. En el caso de las extremidades la osificación comienza al final del periodo embrionario y al nacer la mayoría de las diáfisis están calcificadas.<sup>23, 24</sup>

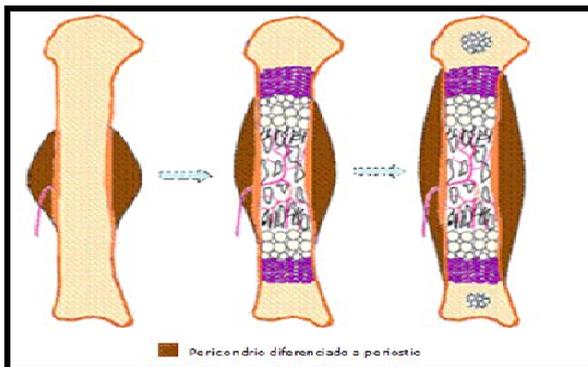


Fig. 18 Desarrollo del modelo / molde cartilaginoso  
Fuente: López, 2005.

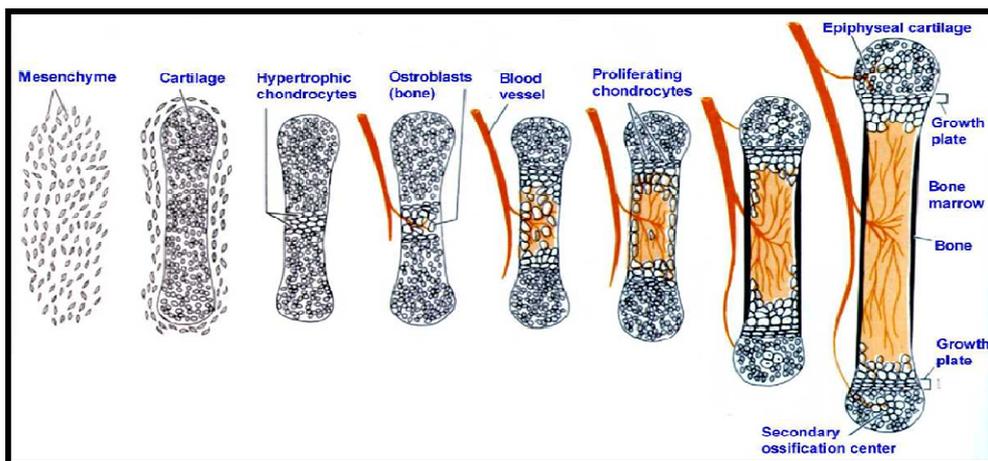


Fig. 19 Osificación endocondral  
Fuente: López, 2005.

### 3.2.1. Osificación de la columna vertebral

Durante la fase pre-cartilaginosa, las células mesenquimales de los esclerotomos se localizan en 3 regiones principales: alrededor de la notocorda, rodeando al tubo neural, en la pared corporal.<sup>25</sup>

Alrededor de la cuarta semana, las células mesenquimatosas se localizan en el plano medio y rodean el notocordio o notocorda (Fig. 20 A) e inician la formación de la columna vertebral con la participación del gen Pax-1. Cada vértebra forma la condensación de células mesenquimatosas a partir de la mitad caudal de un esclerotoma, que fusiona con células mesenquimatosas unidas de manera laxa, de la mitad craneal del siguiente esclerotoma.<sup>23, 25</sup>

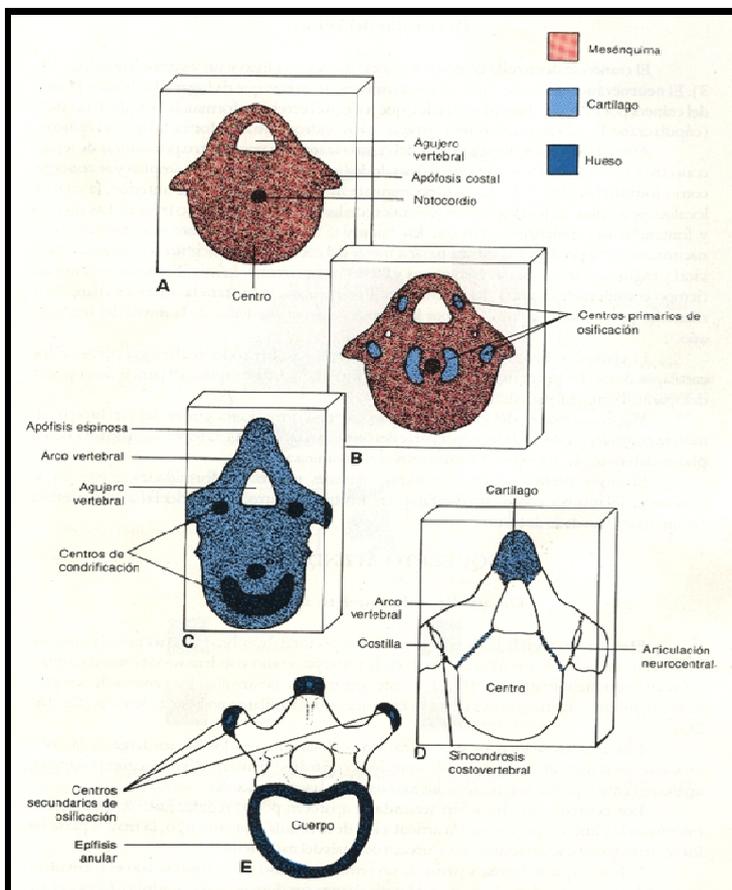
Algunas de estas células se mueven en sentido craneal opuesto al centro del miotomo, donde forman el disco intervertebral. El resto de ellas se fusionan con las células de disposición laxa del

esclerotomo inmediatamente caudal y dan lugar al centro (centrum) mesenquimal, el primordio del cuerpo de la vértebra.

El notocordio persiste a través de los estadios mesenquimatosos y cartilaginoso del desarrollo vertebral, pero tarde o temprano desaparece, entre tanto ocurre la osificación de las vértebras (Fig. 20). El derivado adulto del notocordio es el núcleo pulposo, el cual forma la parte central del disco intervertebral.<sup>26</sup>

Mientras continúa el desarrollo, en la etapa cartilaginosa, aparecen centros de condricación en cada vertebra mesenquimal, alrededor de la sexta semana. A finales del periodo embrionario, los dos centros de cada centrum se fusionan y forman un centrum cartilaginoso. Al mismo tiempo aparecen apófisis de las vértebras en crecimiento; apófisis espinosa, arco vertebral, dos apófisis transversas, y dos costales. La apófisis que forman el arco vertebral (arco neural), crecen en dirección dorsomedial y se funden una con otra en el plano medial para encerrar la médula espinal en desarrollo. Las apófisis transversas crecen en dirección lateral a partir de las vértebras y los procesos costales en dirección ventrodorsal en la pared costal. En la pared torácica, la apófisis costales forman las costillas

Etapa ósea: la osificación de una vértebra típica se inicia durante el periodo embrionario y suele finalizar a los 25 años de edad. La osificación se hace evidente en los arcos vertebrales durante la octava semana. Al nacer, cada vertebra está formada por tres porciones óseas conectadas por cartilago. Durante o un poco después de la pubertad (de 12 a 16 años), aparecen cinco centros secundarios de osificación en las vértebras. Todos los centros secundarios se unen con el resto de las vértebras alrededor de los 25 años.<sup>24, 26</sup>



**Fig. 20** Estadios en el desarrollo de una vértebra  
Fuente: López, 2005.

### 3.3. Anatomía de las vértebras cervicales

La región de la columna que se encuentra en el cuello se conoce como Columna Cervical. Consta de siete vértebras, que se abrevian como C1 a C7 (de arriba hacia abajo). Estas vértebras protegen el tallo cerebral y la médula espinal, sostienen el cráneo y permiten que la cabeza tenga un amplio rango de movimiento.

La primera vértebra cervical (C1) se llama Atlas. El Atlas tiene forma anular y da soporte al cráneo. C2 se denomina Axis. Es de forma circular y tiene una estructura similar a la de una clavija sin punta (conocida como apófisis odontoides o "la odontoides"), que se proyecta en dirección ascendente, hacia el anillo del Atlas. El Atlas y el Axis permiten que la cabeza gire y se voltee.

Las otras vértebras cervicales (C3 a C7) tienen forma de caja con pequeñas apófisis espinosas (proyecciones similares a dedos) que se extienden desde la parte posterior de las vértebras.<sup>25, 27</sup>

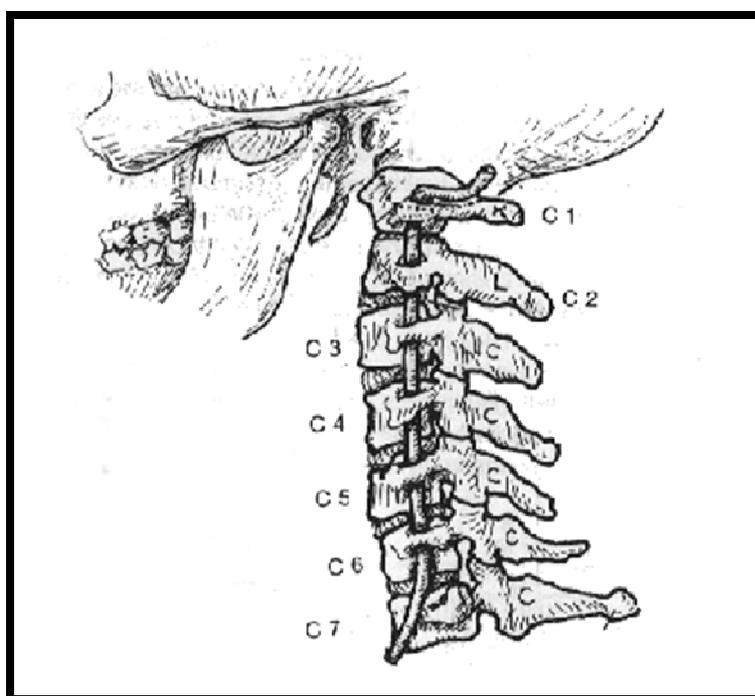


Fig. 21 Anatomía de las vertebrales cervicales  
Fuente: Drake R., 2006

#### Estructuras Vertebrales

Todas las vértebras están conformadas por el mismo número de elementos básicos, con la excepción de las dos primeras vértebras cervicales.

La cubierta externa de una vértebra está formada por hueso cortical. Este tipo de hueso es denso, sólido y resistente. Dentro de cada vértebra hay hueso esponjoso, que es más débil que el cortical y está constituido por estructuras vagamente entrelazadas que se asemejan a un panal. La médula ósea - que forma eritrocitos y algunos tipos de leucocitos - está ubicada dentro de las cavidades del hueso esponjoso.<sup>27</sup>

Las vértebras están conformadas por los siguientes elementos comunes:

- **Cuerpo Vertebral:** La porción mayor de una vértebra. Vista desde arriba, por lo general tiene una forma algo ovalada. Desde una perspectiva lateral, el cuerpo vertebral tiene la forma de un reloj de arena, siendo de mayor grosor en los extremos que en la parte media. El cuerpo vertebral está cubierto por resistente hueso cortical y en su interior hay hueso esponjoso.
- **Pedículos:** Son dos apófisis cortas, formadas de resistente hueso cortical, que protruyen desde la parte posterior del cuerpo vertebral.
- **Láminas:** Son dos placas óseas relativamente planas que se extienden a ambos lados de los pedículos, fusionándose en la línea media.
- **Apófisis:** Existen tres tipos de apófisis: articular, transversa y espinosa. Las apófisis sirven como puntos de conexión de ligamentos y tendones.

Las 4 apófisis articulares se vinculan a las apófisis articulares de las vértebras adyacentes, formando así las articulaciones facetarias. Éstas, en combinación con los discos intervertebrales, son las que permiten que la columna tenga movimiento.<sup>25, 27</sup>

La apófisis espinosa se extiende en forma posterior, a partir del punto en que se fusionan las dos láminas, y actúa como una palanca que activa el movimiento vertebral.

- *Placas Terminales:* Los extremos superior e inferior de cada cuerpo vertebral están "revestidos" de una placa terminal. Las placas terminales son estructuras complejas que se "mezclan" formando el disco intervertebral, y ayudando a darle soporte.
- *Agujero Intervertebral:* Los pedículos tienen una pequeña escotadura en su superficie superior y una escotadura profunda en su superficie inferior. Cuando las vértebras están una encima de la otra, las escotaduras pediculares forman un área denominada agujero intervertebral. Esta área es de vital importancia, ya que es a través de ella que las raíces nerviosas salen de la médula espinal hacia el resto del cuerpo.

### **Articulaciones Facetarias**

Las articulaciones de la columna vertebral se encuentran atrás del cuerpo vertebral (en la cara posterior). Estas articulaciones ayudan a la columna a flexionarse o doblarse, a girar y extenderse en distintas direcciones. Aunque facilitan el movimiento, también lo restringen si es excesivo, como en el caso de la hiperextensión o la hiperflexión (es decir, el latigazo).

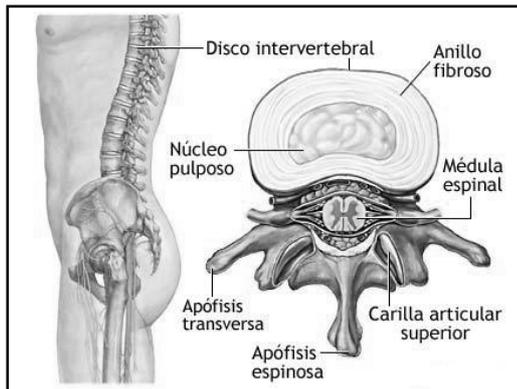
Cada vértebra tiene dos articulaciones facetarias. La carilla articular superior ve hacia arriba y funciona como charnela con la carilla articular inferior.

Al igual que otras articulaciones del cuerpo, cada una de las facetarias está rodeada por una cápsula de tejido conectivo y produce líquido sinovial que alimenta y lubrica la articulación. Las superficies de la articulación están cubiertas de cartílago que les ayuda a moverse (articularse) de manera uniforme.<sup>24, 25,27</sup>

## Discos Intervertebrales

Entre cada uno de los cuerpos vertebrales se encuentra una especie de "cojín" denominado disco intervertebral. Cada disco amortigua los esfuerzos e impactos en los que incurre el cuerpo durante el movimiento y evita que haya desgaste por fricción entre las vértebras. Los discos intervertebrales son las estructuras más grandes del cuerpo que no reciben aporte vascular y asimilan los nutrimentos necesarios a través de la ósmosis.

Cada disco consta de dos partes: el anillo fibroso y el núcleo pulposo.<sup>26, 28</sup>



**Fig. 22: Anatomía de la vértebra.**  
Fuente: Drake R., 2006

### Anillo Fibroso

El anillo es una estructura rígida, semejante a una llanta, que encierra un centro gelatinoso, el núcleo pulposo. El anillo incrementa la estabilidad de rotación de la columna y le ayuda a resistir el esfuerzo de compresión.

El anillo consta de agua y capas de resistentes fibras de colágeno elástico. Las fibras están orientadas en forma horizontal hacia diferentes ángulos, similar al diseño de una llanta radial. El colágeno se fortalece de los densos haces fibrosos de proteína que están unidos entre sí.<sup>24, 26,29</sup>

### Núcleo Pulposo

La porción central de cada disco intervertebral está rellena de una sustancia elástica, similar a un gel. Junto con el anillo fibroso, el núcleo pulposo transmite tensión y cargas de una vértebra a otra. Al igual que el anillo fibroso, el núcleo pulposo está compuesto de agua, colágeno y proteoglicanos. No obstante, la proporción de estas sustancias es diferente, ya que el núcleo contiene más agua que el anillo.<sup>26, 28,29</sup>

## 3.4. Maduración ósea de las vértebras cervicales

- **Método de Baccetti:**

Baccetti y Cols realizaron en el 2001, un estudio para evaluar los efectos de un tratamiento de expansión maxilar, a corto y largo plazo, en dos grupo de sujetos tratados con un aparato de Hass. Los resultados del tratamiento fueron evaluados antes y después del pico de crecimiento de maduración esquelética. Para conocer la edad ósea se utilizó el índice de maduración de las vértebras cervicales (CVM), en un grupo de 42 pacientes comparados con un grupo control de 20 pacientes. Una versión mejorada del índice de maduración de las vértebras cervicales (CVM) como método de medición del crecimiento mandibular; es propuesta por Baccetti y Cols. Este

estudio coincide con varios de los autores mencionados anteriormente en los cuales se observa una mejor respuesta al tratamiento de ortodoncia si se realiza en el período donde el individuo alcanza su punto máximo de crecimiento puberal, en este momento tanto la mandíbula como el resto del cuerpo alcanzan su mayor grado de evolución. Para el estudio se eligieron 30 individuos (18 niños y 12 niñas) para el cual se necesitaban: dos radiografías laterales que coincidieran con el inicio y el final del crecimiento mandibular máximo; dos anteriores a este periodo y dos posteriores. En las radiografías se analizaron la C2, C3 y C4. Primero se sometió a un análisis visual y posteriormente a un análisis cefalométrico. En el análisis visual se observaron 2 variables: la concavidad en el borde inferior de la vértebra y la apariencia que se describe de cuatro formas: <sup>12,30</sup>

**Trapezoidal:** el borde superior desciende desde la parte posterior a la anterior.

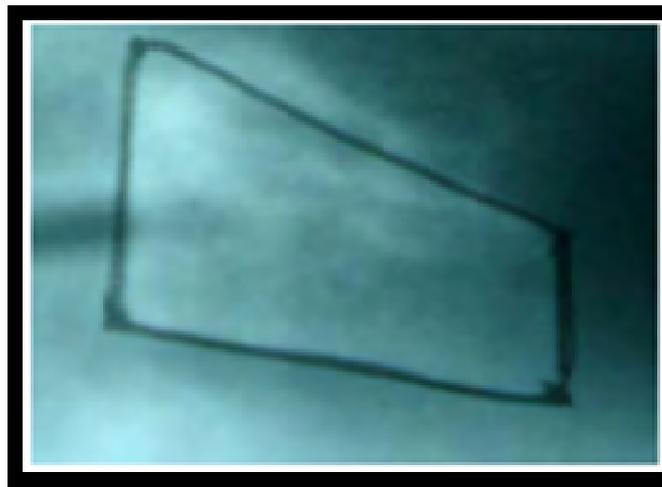


Fig. 23 Vértebra cervical de forma trapezoidal.  
Fuente: D´Escriban, 2007

**Rectangular Horizontal:** la altura de los bordes anterior y posterior es igual, pero la longitud de los bordes longitudinales es mayor que la de los bordes verticales (la anchura es mayor que la altura).<sup>22</sup>

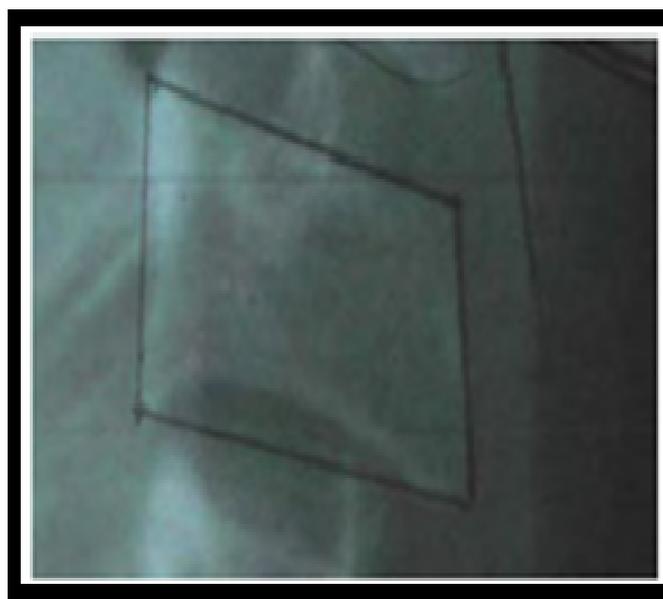
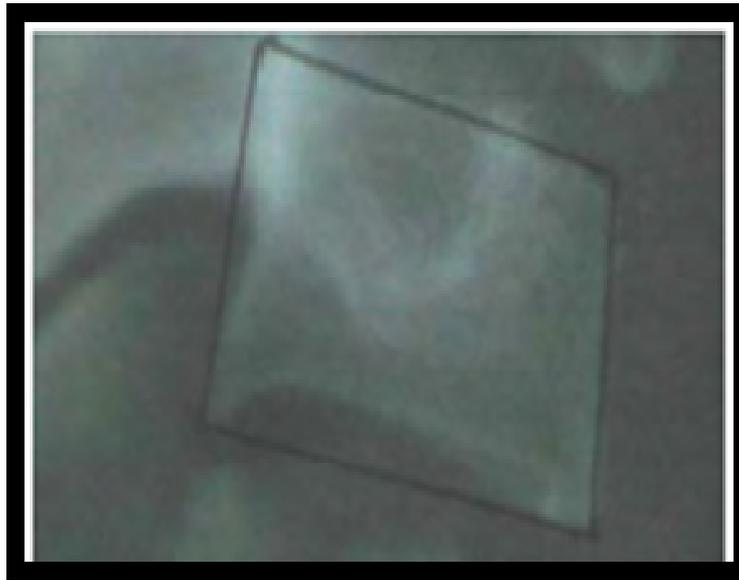


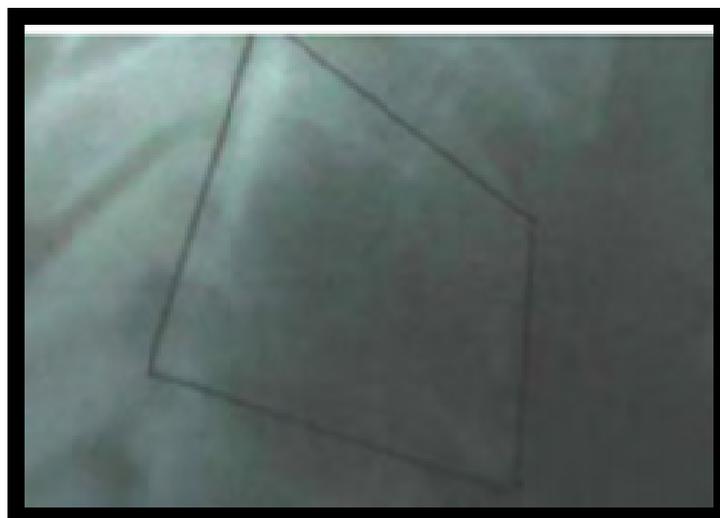
Fig. 24 Vértebra cervical de forma rectangular horizontal.  
Fuente: D´Escriban , 2007

**Cuadrada:** todos los bordes longitudinales y verticales son iguales o parecidos en longitud.<sup>22</sup>



**Fig. 25** Vértebra cervical de forma cuadrada.  
Fuente: D´Escriban, 2007

**Rectangular Vertical:** la altura de los bordes anterior y posterior son iguales, pero los bordes superior e inferior tienen menor longitud que los bordes anterior y posterior (bordes verticales).<sup>22</sup>



**Fig. 26** Vértebra cervical de forma rectangular vertical.  
Fuente: D´Escriban, 2007

La aparición de una concavidad claramente visible en el borde inferior de C3 es una característica anatómica que en la mayoría de los casos indica que el individuo está en la etapa inmediatamente anterior al punto máximo del crecimiento mandibular. Baccetti<sup>12</sup> realizó una modificación en los

estadios de maduración de las vértebras cervicales del Hassel y Farman, los cuales se describen a continuación:<sup>22</sup>

**ESTADIO I (CMVS I):** C3 y C4 tienen aspecto trapezoidal. Todos los bordes inferiores se observan planos. Con la posible excepción de una concavidad del borde inferior de C2. Se alcanzara el pico de crecimiento mandibular no antes de un año después de este estadio.<sup>22, 25</sup>

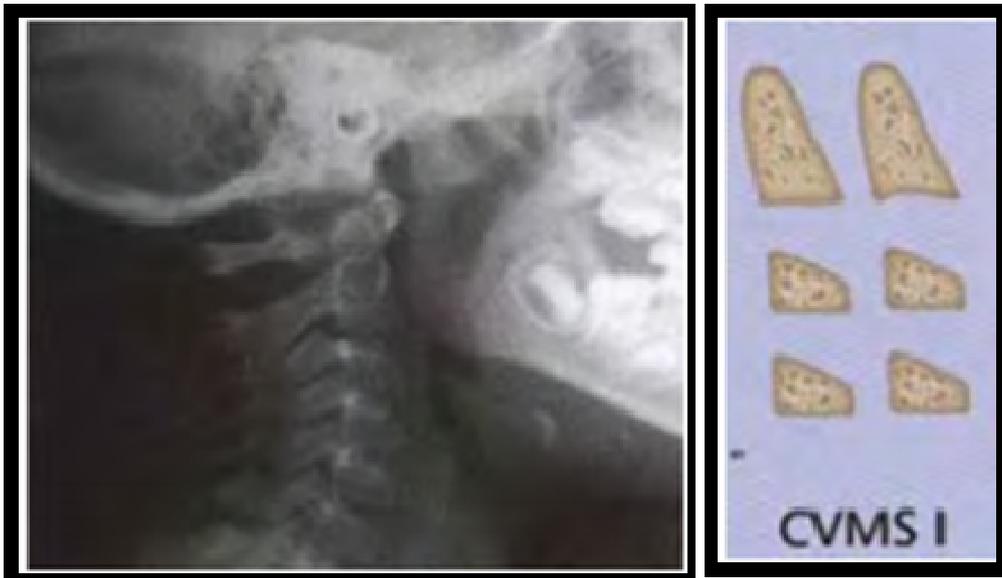


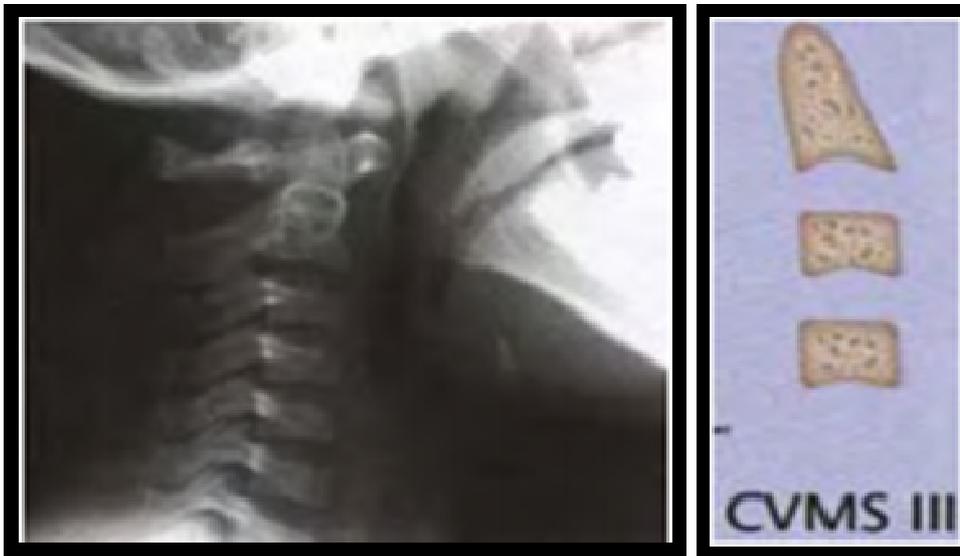
Fig. 27 Imagen del Estadio I, aspecto radiográfico y esquema  
Fuente: D´Esciban, 2007

**ESTADIO II (CMVS II):** C3 y C4 presentan aspecto trapezoidal o rectangular horizontal, se observan concavidades en los bordes inferiores de C2 y C3. El pico de crecimiento mandibular podría ocurrir dentro de un año después de este estadio.<sup>22, 25</sup>



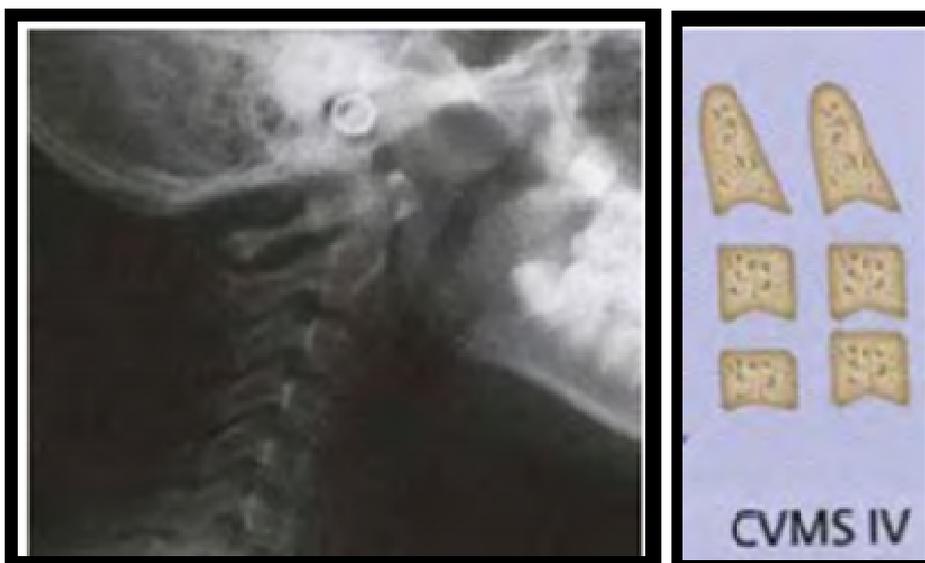
Fig. 28 Imagen del Estadio II, aspecto radiográfico y esquema  
Fuente: D´Esciban, 2007.

**ESTADIO III (CMVS III):** C3 y C4 presentan aspecto rectangular horizontal, se observan claramente concavidades en los bordes inferiores de C2, C3 y C4. El pico de crecimiento mandibular se ha producido entre 1 y 2 años antes de este estadio.<sup>22, 25</sup>



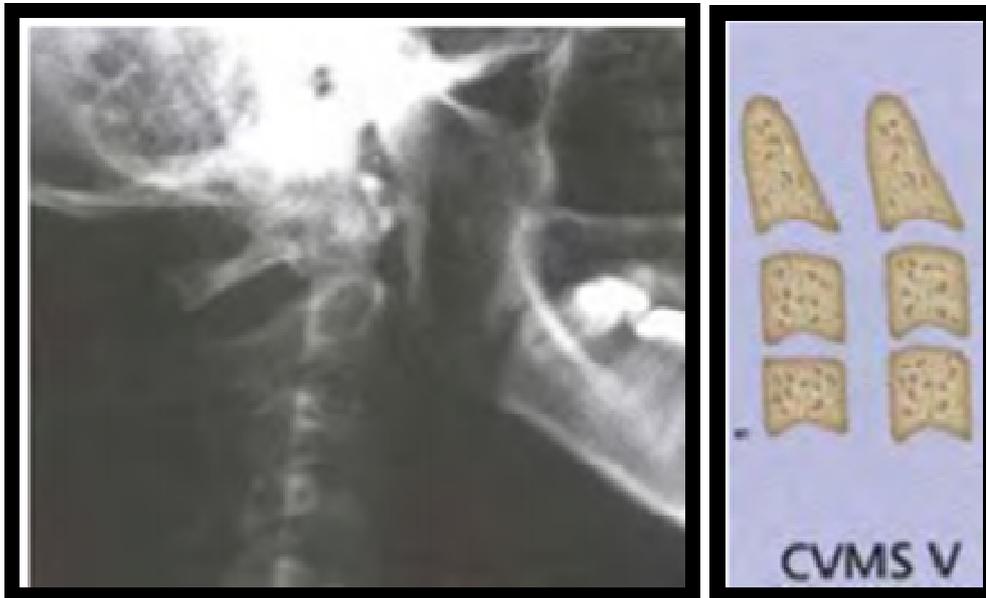
**Fig. 29** Imagen del Estadio III, aspecto radiográfico y esquema  
Fuente: D'Esciban, 2007

**ESTADIO IV (CMVS IV):** al menos uno de los cuerpos C3 y C4 presentan aspecto cuadrado y la otra vértebra presenta una forma rectangular horizontal. El pico de crecimiento mandibular se ha producido a no más tardar 2 años antes de este estadio.<sup>22, 25</sup>



**Fig. 30** Imagen del Estadio IV, aspecto radiográfico y esquema  
Fuente: D'Esciban, 2007

**ESTADIO V (CMVS V):** las concavidades en los bordes inferiores de los cuerpos C2, C3 y C4 son todavía evidentes. Al menos uno de los dos cuerpos de C3 y C4 es rectangular vertical. El pico de crecimiento mandibular se ha producido 2 años antes de esta observación.<sup>22, 25</sup>



**Fig. 31 Imagen del Estadio V, aspecto radiográfico y esquema**  
Fuente: D'Escriban, 2007

### 3.3. Definición de términos:

- Pico de Crecimiento: El pico de crecimiento puberal (PCP) es la etapa donde el crecimiento del organismo llega a su máxima aceleración.
- Edad ósea: La edad ósea hace referencia al grado de desarrollo de las estructuras óseas (grado de maduración ósea), comparándolo con los patrones referenciales para determinada edad cronológica, puede ser fundamental con fines pronósticos, para estimar el desarrollo óseo final (talla).
- Crecimiento: Es el aumento del tamaño de un organismo o algunas de sus partes. Se cuantifica por el incremento del peso, volumen o dimensiones lineales. Se produce por hiperplasia o por hipertrofia.
- Maduración: Proceso por el que se adquiere un desarrollo completo. En los humanos abarca todas las capacidades físicas, orgánicas, emocionales e intelectuales que favorecen a un individuo actuar en su entorno con el mayor nivel posible de competencia.

### **3.4. Hipótesis:**

Existe correlación entre la calcificación del canino mandibular permanente izquierdo y la maduración ósea de las vértebras cervicales en pacientes de 6 a 17 años de edad que acudieron a la Clínica Integral del Niño y del Adolescente de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

### 3.5.3. Operacionalización de variables

<b>VARIABLE</b>	<b>CONCEPTUALIZACION</b>	<b>DIMENSION</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALAS DE MEDICION</b>
<b>CALCIFICACION DEL CANINO MANDIBULAR</b>	Proceso por el cual se mide radiográficamente el avance del canino mandibular	Valoración radiográfica(Panorámica)	Etapas de calcificación del canino mandibular (Método de Demirjian)	<b>Ordinal</b>
<b>VARIABLE 2</b>				
<b>MADURACIÓN OSEA DE LAS VERTEBRAS CERVICALES</b>	Proceso por el cual se mide radiográficamente los cambios de forma del borde inferior de las vertebrae cervicales	Valoración radiográfica (Cefalométrica)	Estadios de maduración ósea de las vértebras cervicales (Método de Baccetti)	<b>Ordinal</b>

Cuadro 01. Operacionalización de variables

<b>VARIABLES INTERVINIENTES</b>				
<b>ESTADO NUTRICIONAL</b>	Relación entre el peso y talla según la edad y sexo	Pacientes de 8 a 18 años de edad	Tabla de valores normales	Peso: gr. Talla: cm Edad: años
<b>SEXO</b>	Calidad que determina el genero		Caracteres primarios y secundarios	Masculino Femenino
<b>EDAD</b>	Tiempo de vida en años		Número de años respaldado por la fecha de nacimiento	6 a 19 años

Cuadro 02. Covariables empleadas en la investigación

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Tipo de investigación:

- Según el análisis y alcance de los resultados: Descriptivo
- Según el tiempo de ocurrencia de los hechos y registros de la información: Retrospectivo
- Según el periodo y secuencia del estudio: Transversal

### 4.2. Población y muestra:

**Población:** Estará conformada por pacientes de ambos sexos entre 6 a 17 años de edad que acudieron a la Clínica Integral del Niño y del Adolescente de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014 .

**Muestra:** El número de la muestra fue elegido por conveniencia ya que se seleccionó siguiendo lo considerando lo siguiente:

#### Criterios de Inclusión:

- Pacientes que estén en crecimiento y desarrollo normal.
- Pacientes sin enfermedad sistémica.
- Pacientes sin historia de traumatismo dentoalveolar o en el cuello.
- Poseer radiografías cefalométricas y panorámicas que hayan sido tomadas el mismo día.

#### Criterios de Exclusión:

- Pacientes con alguna condición anormal de tipo dentaria (impactación, transposición o agenesia).
- Pacientes con patología alguna que influya en el desarrollo dental u óseo.

El resultado fue una muestra de 150 pares de radiografías (panorámicas y cefalométricas) pertenecientes a pacientes de ambos sexos entre 6 a 17 años de edad que acudieron a la Clínica Integral del Niño y del Adolescente de la facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014 que cumplieron con los patrones establecidos de selección.

### 4.3. Procedimientos y técnica:

Se revisaron historias clínicas del Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014 y se seleccionaron de acuerdo a los criterios de inclusión.

Dichas radiografías se agruparon después de ser rotuladas adecuadamente, indicando fecha de toma de radiografía, así como el nombre y edad del paciente.

La lectura estará a cargo de la investigadora principal, con la ayuda de un negatoscopio y esta estará bajo el asesoramiento del Especialista, para una adecuada lectura de los

estadios analizados, se procederá a una calibración previa entre el especialista y la investigadora principal.

**Método:** Para la identificación de los estadios de maduración ósea se harán lectura de las radiografías cefalométricas en las cuales se observarán las concavidades de los bordes inferiores de las vertebrales cervicales y, según el método de Baccetti<sup>12</sup> poder determinar el estadio en el cual se encuentra. (Fig. 32)

Para la identificación de los estadios de maduración dental se realizará la lectura de la radiografía panorámica, observando la calcificación alcanzada de las piezas 3.3 (canino inferior izquierdo), se utilizará el método de Demirjian<sup>13</sup>, marcando en la ficha de recolección de datos el estadio alcanzado por cada diente, A - H. (Fig. 33)

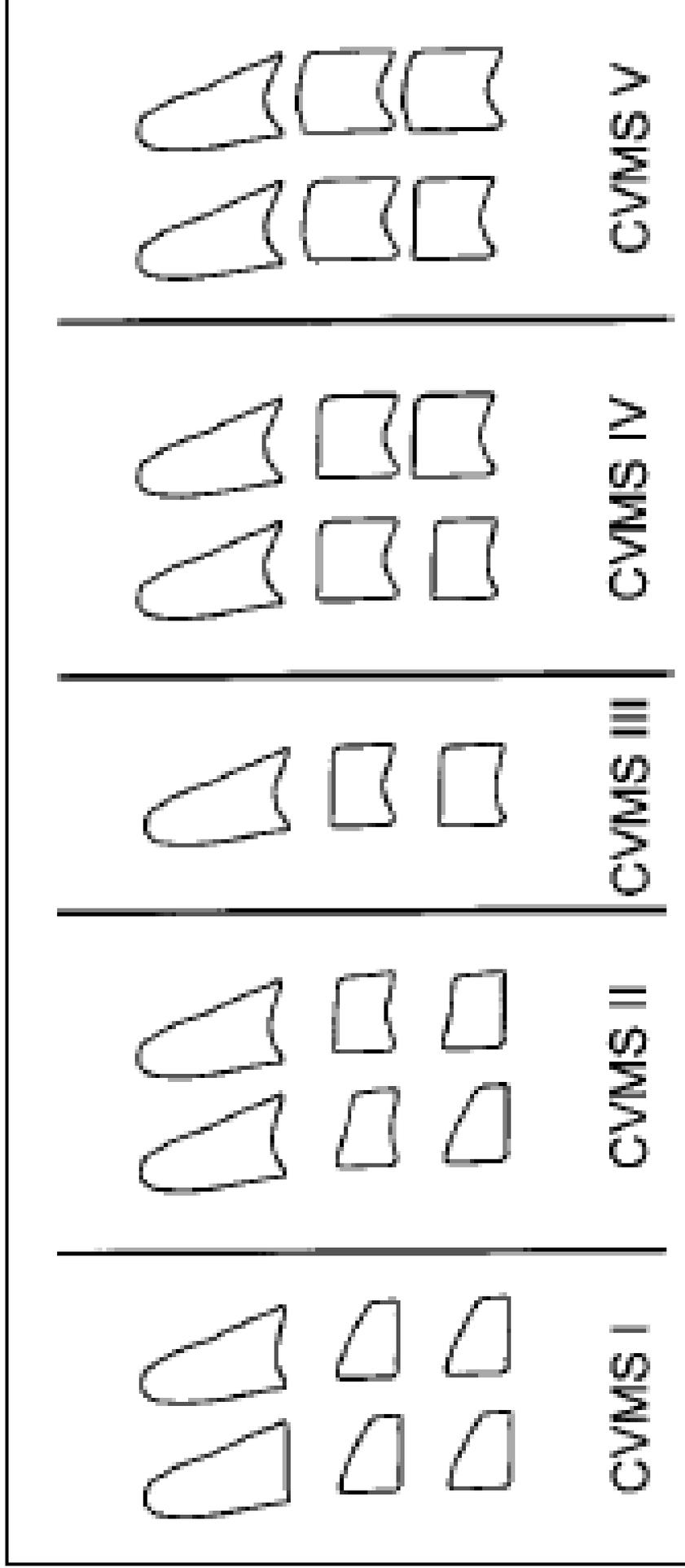


Fig.32 Etapas de maduración ósea según Baccetti  
Baccetti y col. 2002

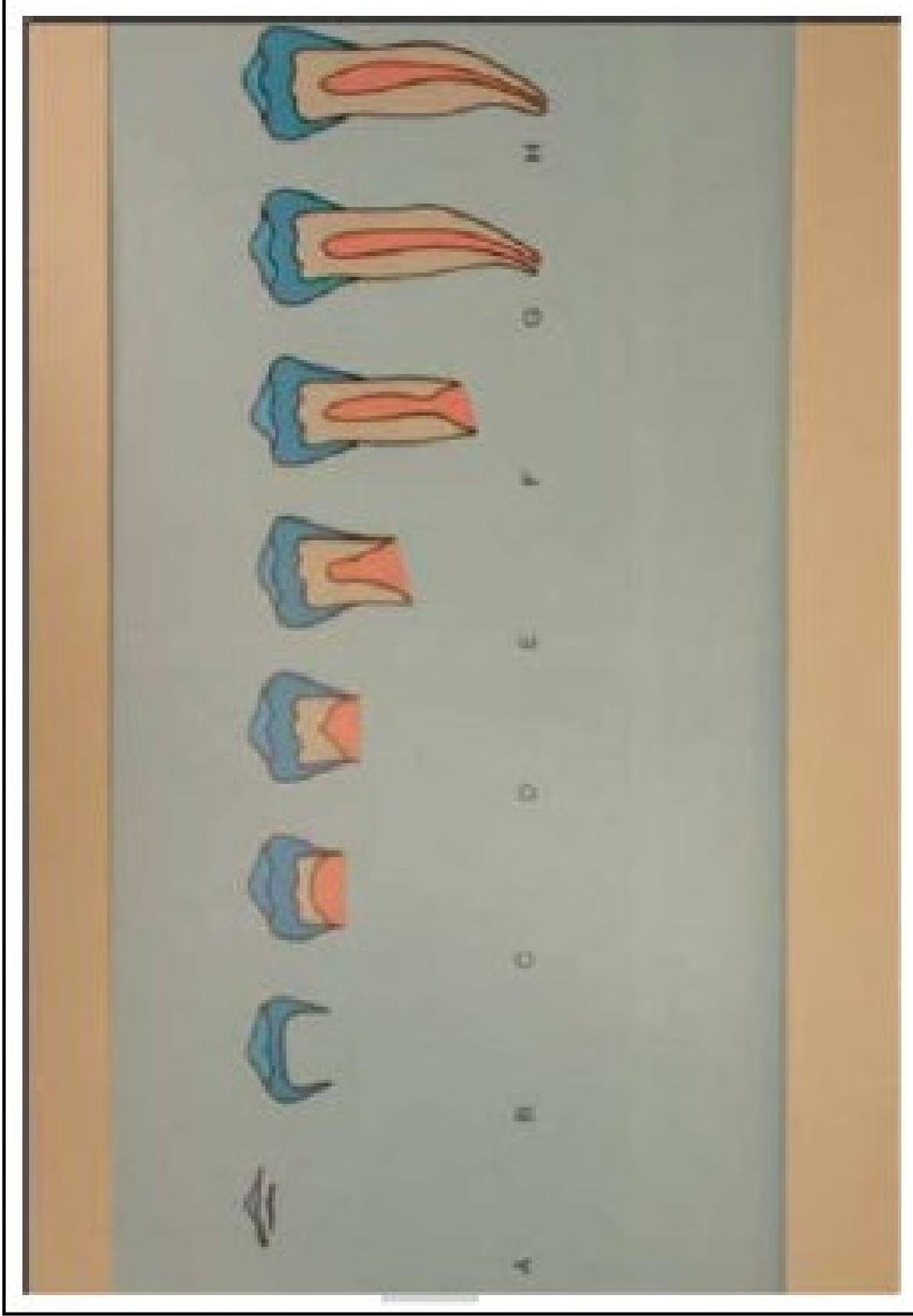


Fig.33 Etapas de calcificación dentaria según Demirjian  
Demirjian y Col. 1973

## **Procedimiento:**

Primero se procedió a hacer la debida calibración entre el investigador y el especialista para poder definir algunos puntos a tomar en cuenta al momento de aplicar ambos métodos (Baccetti y Demirjian) haciendo uso para este fin la tercera parte de la muestra total (45 radiografías cefalométricas y panorámicas).

Se examinaron las radiografías (cefalométrica y panorámica) pertenecientes al mismo paciente, según los estadíos de maduración ósea de Baccetti y los estadíos de calcificación dentaria según Demirjian, respectivamente; haciendo uso de un negatoscopio para luego ser anotados en la ficha de recolección de datos de cada paciente.

Se confeccionó una ficha de recolección de datos (Anexo N ° 1) para el registro de la información que será utilizada durante la fase de ejecución donde se incluyó:

- Datos del paciente: Nombre, Edad, Fecha de toma de radiografías, Sexo. Gráfico esquemático de las vertebrales cervicales de acuerdo al método de Baccetti y tabla donde se anotó el estadio de maduración ósea en la cual se encuentra el paciente.
- Gráfico esquemático de los estadíos de calcificación dentaria según el método de Demirjian, y tabla donde se anotó el estadio de calcificación en la cual se encuentra el paciente; para el canino inferior izquierdo.

### **4.4. Procesamiento de datos**

Los datos obtenidos en cada una de las fichas de recolección (Anexo N°1) fueron introducidos con la ayuda de una Laptop Sony Vaio procesador Core I5 con sistema operativo Windows 7Ultimate. Para examinar la fiabilidad intra e inter examinador 45 radiografías seleccionadas al azar fueron evaluadas por ambos sujetos por ambos métodos; el acuerdo se determino mediante el índice de kappa; así tenemos:

#### **CONCORDANCIA INTER EXAMINADOR:**

##### 1. Formulación de hipótesis

H0: No existe concordancia

H1: Si existe concordancia

##### 2. Nivel de significancia :5%

##### 3. Elección de la prueba estadística: Índice de Kappa de Cohen

##### 4. Estimación del p valor

##### 5. Toma de decisión:

##### 6. $P < 0.05$ entonces rechazamos la hipótesis nula y nos quedamos con la hipótesis del investigador

<u>Índice Kappa</u>	<u>Interpretación</u>
0.00 – 0.20	Ínfima concordancia
0.20 – 0.40	Escasa concordancia
0.40 – 0.60	Moderada concordancia
0.60 – 0.80	Buena concordancia
0.80 – 1.00	Muy Buena concordancia

Cuadro 03. Interpretación del Índice de Kappa

**Cuadro 04.** Concordancia de valores obtenidos entre el Especialista y el Investigador para el método de Demirjian

Investigador	Especialista				Total
	Estadio E	Estadio F	Estadio G	Estadio H	
Estadio E	12	0	0	0	12
Estadio F	2	15	0	0	17
Estadio G	0	1	7	1	9
Estadio H	0	0	0	7	7
Total	14	16	7	8	45

En el cuadro 4 se encontró al momento de analizar 45 radiografías panorámicas se observa una concordancia de ambos sujetos, de 12(26.7%) en el Estadio E, de 15(33.3%) en el Estadio F y de 7 (15.6%) en los Estadios G y H.

**Cuadro 05.** Valor de Kappa obtenido en la comparación entre las medidas del Investigador y el Especialista para el método Demirjian

		Valor	Error tip. Asint. <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Sig. aproximada
Medida de acuerdo	Kappa	0.877	0.059	9.890	0.000
N de casos validos		45			

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

En el cuadro 5 se observa el valor Kappa obtenido entre el Especialista y el Investigador para el método Demirjian de 0.877 el cual se encuentra en el intervalo de valores más alto de interpretación del índice; por lo que concluimos que existe **MUY BUENA CONCORDANCIA.**

**Cuadro 06.** Concordancia de valores obtenidos entre el Especialista y el Investigador para el método de Baccetti en 45 pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

Tesista	Especialista				Total
	CVMS I	CVMS II	CVMS III	CVMS IV	
CVMS I	23	0	0	0	23
CVMS II	1	3	3	0	7
CVMS III	2	0	4	0	6
CVMS IV	3	0	0	0	3
Total	29	3	7	6	45

En el cuadro 6 se encontró al momento de analizar 45 radiografías cefalométricas se observa una concordancia de ambos sujetos, de 23(51.1%) en el Estadio CVMS I, de 3(6.7%) en el Estadio CVMS II, de 4 (8.9%) en el Estadio CVMS III y en el estadio CVMS IV no encontramos concordancia.

**Cuadro 07.** Valor de Kappa obtenido en la comparación entre las medidas del Investigador y el Especialista para el método Baccetti en 45 pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

		Valor	Error tip. Asint. <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Sig. aproximada
Medida de acuerdo	Kappa	0.678	0.089	7.917	0.000
	N de casos validos	45			

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

En el cuadro 7 se observa el valor Kappa obtenido entre el Especialista y el Investigador para el método Baccetti es de 0.678 el cual se encuentra en el segundo intervalo de valores más alto de interpretación del índice; por lo que concluimos que existe una **BUENA CONCORDANCIA**

## CONCORDANCIA INTRA EXAMINADOR:

**Cuadro 08.** Concordancia de valores obtenidos por el Investigador para el método de Demirjian en 45 pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatria y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

Primera Medición	Segunda Medición				Total
	Estadio E	Estadio F	Estadio G	estadio H	
Estadio E	12	0	0	0	12
Estadio F	2	16	0	0	18
Estadio G	0	0	7	0	7
Estadio H	0	0	0	8	8
Total	14	16	7	8	45

En el cuadro 8 se encontró al momento de analizar 45 radiografías panorámicas se observa una concordancia en ambas mediciones, de 12(26.7%) en el Estadio E, de 16(35.6%) en el Estadio F, de 7 (15.6%) en el Estadio G y de 8 (17.8%) en el estadio H.

**Cuadro 09.** Valor de Kappa obtenido en la comparación entre las medidas del Investigador para el método de Demirjian en 45 pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatria y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

	Valor	Error tip. Asint. <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Sig. aproximada
Medida de acuerdo Kappa	0.938	0.43	10.498	0.000
N de casos validos	45			

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

En el cuadro 9 se observa el valor Kappa de 0.938 el cual fue obtenido por el Investigador en ambas mediciones para el método Demirjian; este valor se encuentra el intervalo de valores más alto de interpretación del índice; por lo que concluimos que existe una **MUY BUENA CONCORDANCIA.**

**Cuadro 10.** Concordancia de valores obtenidos por el Investigador para el método de Baccetti en 45 pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

Investigador	Especialista				Total
	Estadio E	Estadio F	Estadio G	Estadio H	
Estadio E	12	0	0	0	12
Estadio F	2	16	0	0	18
Estadio G	0	0	7	0	7
Estadio H	0	0	0	8	8
Total	14	16	7	8	45

En el cuadro 10 se encontró al momento de analizar 45 radiografías panorámicas, con 45 días de intervalo entre la primera y segunda medición realizada por el investigador, se encontró una concordancia de ambas mediciones en el estadio E de 12(26.7%), en el estadio F de 16(35.6%), en el estadio G de 7(15.6%) y en el Estadio H de 8(17.8%).

**Cuadro 11.** Valor de Kappa obtenido en la comparación entre las medidas del Investigador para el método Baccetti en 45 pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

		Valor	Error tip. Asint. <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Sig. aproximada
Medida de acuerdo	Kappa	0.960	0.040	9.867	0.000
N de casos validos		45			

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

En el cuadro 11 se observa el valor Kappa obtenido entre la primera y segunda medición del investigador de las 45 radiografías cefalométricas para el método de Baccetti de 0.960 el cual se encuentra en el intervalo de valores más alto de interpretación del índice; por lo que concluimos que existe **MUY BUENA CONCORDANCIA**.

#### 4.5. Análisis de resultado:

Los datos obtenidos fueron analizados empleando el paquete estadístico SPSS versión 22.0 obteniéndose de ello tablas de frecuencia y gráficos de barras, tras vaciar los datos del programa. También se obtuvieron los valores de las medianas, valores máximos y mínimos, así como la desviación estándar para cada categoría.

Se empleó el método del coeficiente de correlación de Spearman para establecer una relación entre la maduración esquelética y la calcificación dentaria; así como también la prueba estadística de Chi-Cuadrado para la significancia estadística en cada categoría.

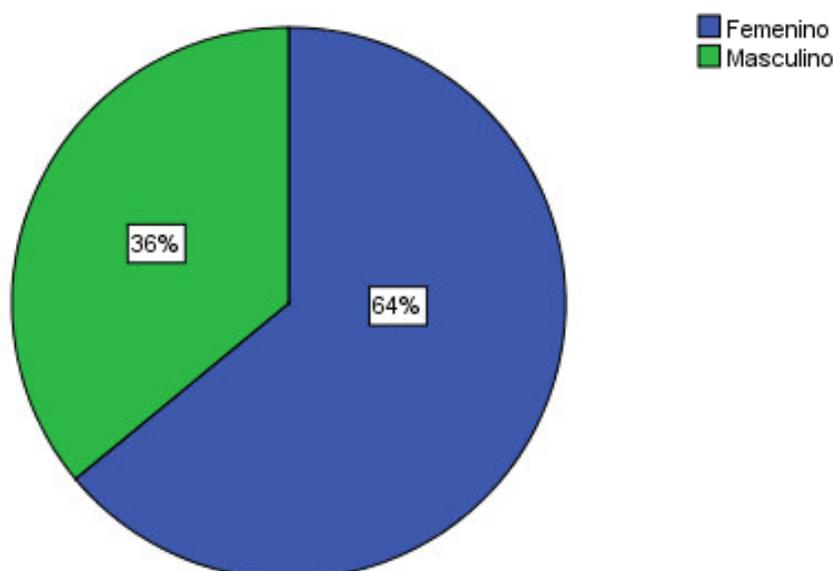
El nivel de significancia aplicado fue 0.05.

### 5. RESULTADOS

**CUADRO 12.** Sexo de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	96	64
Masculino	54	36
Total	150	100

**GRAFICO 1.** Sexo de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

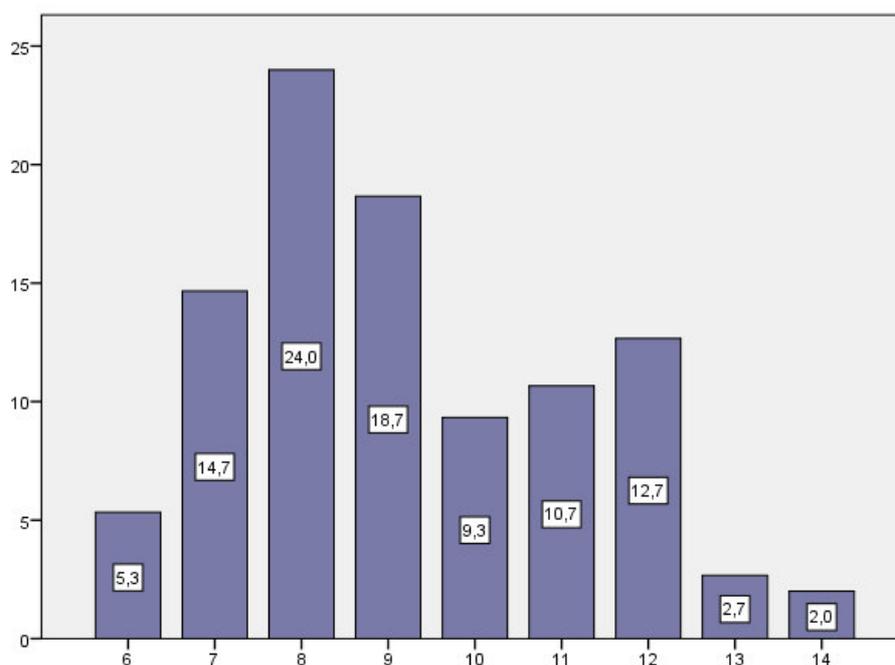


En el cuadro 12 y grafico 1 se puede apreciar que el sexo femenino tiene una frecuencia de 96, el cual representa el 64%, mientras que para el sexo masculino hay una frecuencia de 54, lo cual representa el 36% del total.

**CUADRO 13.** Distribución de las edades de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

EDAD	Frecuencia	Porcentaje
6	8	5.3
7	22	14.7
8	36	24.0
9	28	18.7
10	14	9.3
11	16	10.7
12	19	12.7
13	4	2.7
14	3	2.0
Total	150	100

**GRAFICO 2.** Distribución de las edades de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.



En el cuadro 13 y grafico 2 se observa la distribución de edades de los pacientes seleccionados, encontrándose una frecuencia de 8(5.3%) para los 6 años; de 22(14.7%) para los 7 años, de 36(24%) para los 8 años, de 28(18.7%) para los 9 años, de 14 (9.3%) para los 10 años, de 16(10.7%) para los 11años, de 19(12.7%) para los 12 años, de 4(2.7%) para los 13 años y de 3(2%) para los 14 años.

**CUADRO 14.** Promedio de edad de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014, según sexo.

Sexo del paciente	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Sexo femenino	6	14	9.32	2.145
Sexo masculino	6	13	8.98	1.608

En el cuadro 14 se observa una edad promedio para el sexo femenino de 9.32 años con una desviación estándar de 2.145, un valor mínimo de 6 y máximo de 14 años. En el sexo masculino la edad promedio es 8.98 años con una desviación estándar de 1.608, un valor mínimo de 6 y un máximo de 13 años.

**CUADRO 15.** Distribución de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014 según periodos de maduración ósea (Baccetti) y estadios de calcificación del canino mandibular izquierdo (Demirjian).

Calcificación del Canino mandibular izquierdo	Estadios de maduración ósea de las vertebras óseas				Total
	CVMS I	CVMS II	CVMS III	CVMS IV	
Estadio E	58	2	0	0	60
Estadio F	13	30	2	1	46
Estadio G	3	2	17	2	24
Estadio H	2	1	0	17	20
Total	76	35	19	20	150

En el cuadro 15 se puede apreciar una frecuencia en la coincidencia entre el Estadio E y el CVMS I de 58, entre el estadio F y el CVMS II de 30, entre el estadio G y el CVMS III de 17 y entre el estadio H y el CVMS IV de 17.

**CUADRO 16.** Test Chi-Cuadrado

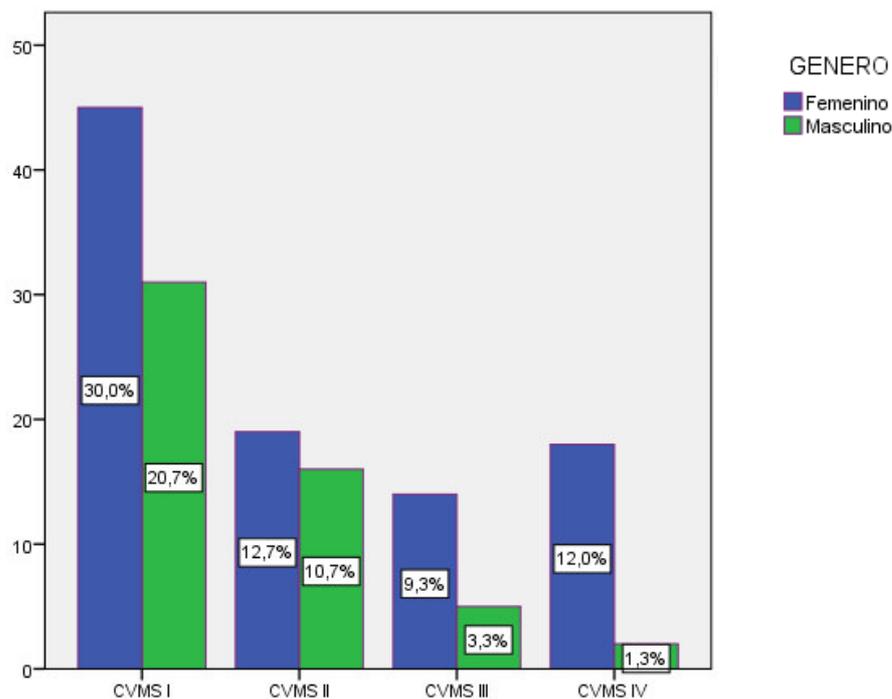
	Valor	gl	Sig. Asintótica (bilateral)
Chi- cuadrado de Pearson	259.649 <sup>a</sup>	9	0.000
Razón de verosimilitudes	203.280	9	0.000
Asociación lineal por lineal	103.624	1	0.000
N de casos validos	150		

Se observa una buena correlación entre las dos variables, ya que aumentan o disminuyen de manera directa; mientras aumenta el estadio de maduración ósea también lo hace la etapa de calcificación del canino y si uno de los dos disminuye el otro hace lo mismo.

**CUADRO 17.** Distribución de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014 según periodos de maduración ósea (Baccetti), por sexo.

Periodo de maduración ósea	Sexo masculino		Sexo femenino		Total	
	n	%	n	%	n	%
CVMS I	31	20.7	45	30.0	76	100
CVMS II	16	10.7	19	12.7	35	100
CVMS III	5	3.3	14	9.3	19	100
CVMS IV	2	1.3	18	12.0	20	100

**GRAFICO 3.** Distribución de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014 según periodos de maduración ósea (Baccetti), por sexo.

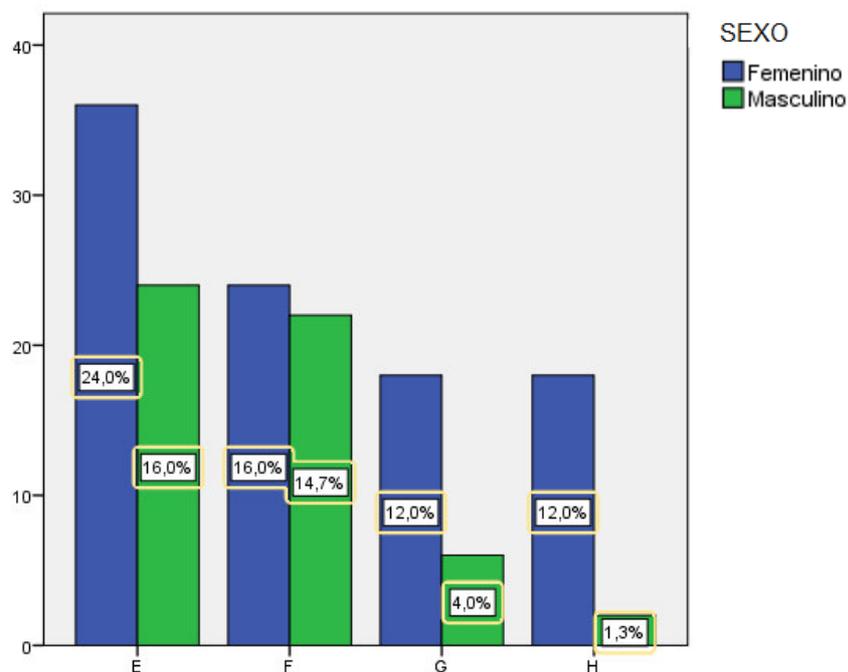


En el cuadro 17 y el grafico 3 se observa una frecuencia para el estadio CVMS I de 31 (20.7%) para el sexo masculino y de 45 (30%) para el sexo femenino. En el estadio CVMS II se halló una frecuencia de 16 (12.7%) para el sexo masculino y de 19 (10.7%) para el sexo femenino. En el estadio CVMS III se encontró una frecuencia de 5 para el sexo masculino y de 14(9.3%) para el sexo femenino. En el estadio CVMS IV se observa una frecuencia de 2(1.3%) para el sexo masculino y de 18 (12%) para el sexo femenino.

**CUADRO 18.** Distribución de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014 según periodos de calcificación dentaria (Demirjian), por sexo.

Periodo de calcificación Dentaria	Sexo Masculino		Sexo femenino		Total	
	n	%	n	%	n	%
Estadio E	24	16.0	36	24.0	60	40.0
Estadio F	22	14.7	24	16.0	46	30.7
Estadio G	6	4.0	18	12.0	24	16.0
Estadio H	2	1.3	18	12.0	20	13.3

**GRAFICO 4.** Distribución de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014 según periodos de calcificación dentaria (Demirjian), por sexo

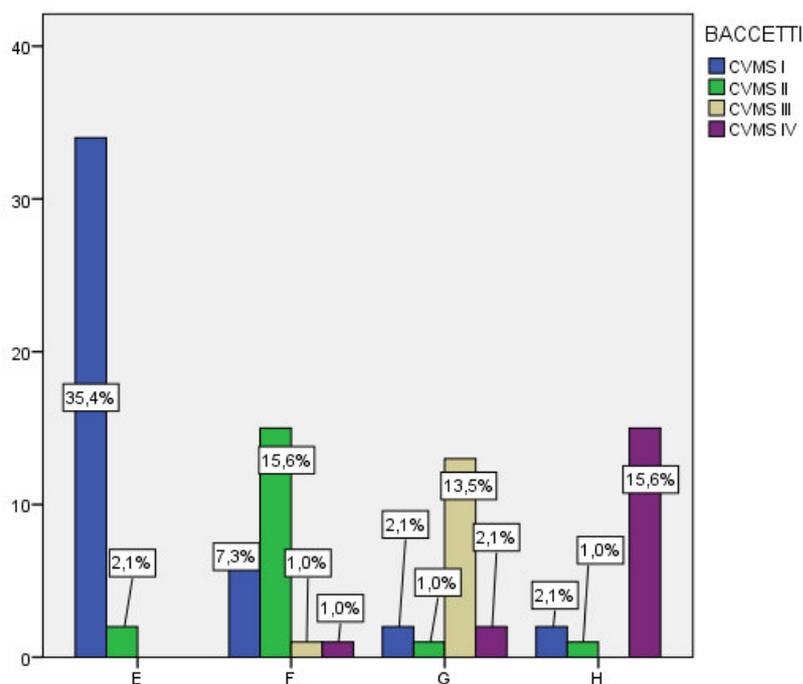


En el cuadro 18 y grafico 4 se puede apreciar en el sexo masculino; una frecuencia de 24(16%) en el estadio E, de 22(14.7%) en el estadio F, de 6 (4%) en el estadio G y de 2 (1.3%) en el estadio H. Mientras que en el sexo femenino se puede observar una frecuencia de 36 (24%) para el estadio E, de 24 (16%) para el estadio F y de 18 (12%) para los estadios G y H.

**CUADRO 19.** Distribución de los estadios de maduración dental para el canino inferior izquierdo (Demirjian) según los estadios de maduración ósea (Baccetti), en los pacientes de sexo femenino.

DEMIRJIAN	BACCETTI				TOTAL
	CVMS I	CVMS II	CVMS III	CVMS IV	
Estadio E	34	2	0	0	36
Estadio F	7	15	1	1	24
Estadio G	2	1	13	2	18
Estadio H	2	1	0	15	18
TOTAL	45	19	14	18	96

**GRAFICO 5.** Distribución de los estadios de maduración dental para el canino inferior izquierdo (Demirjian) según los estadios de maduración ósea (Baccetti), en los pacientes de sexo femenino.

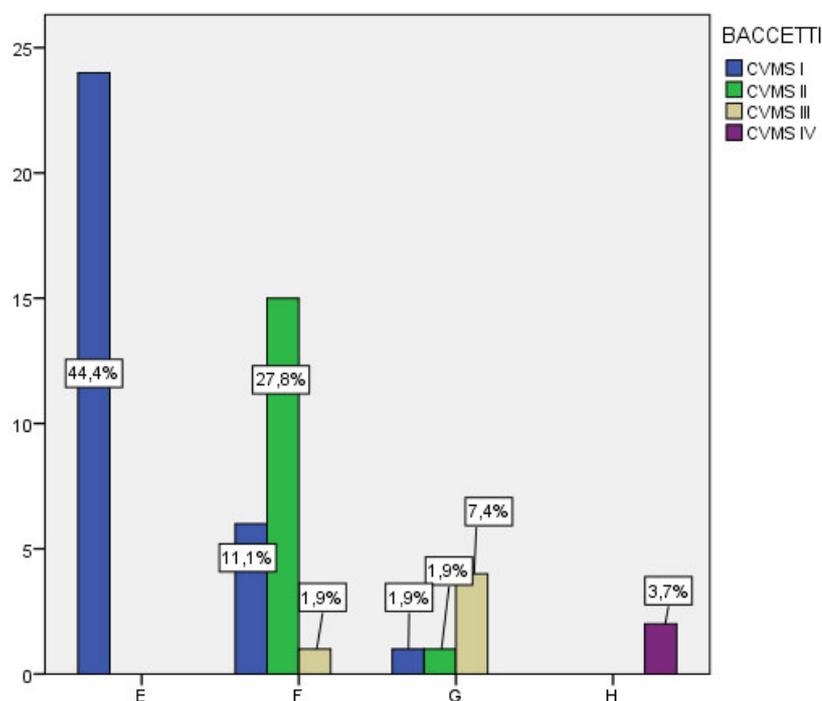


En el cuadro 19 y gráfico 5 se observa que en el estadio E la mayor frecuencia es de 34(35.4%) perteneciente al CVMS I, en el estadio F tenemos con mayor frecuencia al estadio CVMS II con 15(15.6%), en el estadio G tenemos con mayor frecuencia al estadio CVMS III con 13(13.5%) y finalmente en el estadio H tenemos con mayor frecuencia al estadio CVMS IV con 15 (15.6%).

**CUADRO 20.** Distribución de los estadios de maduración dental para el canino inferior izquierdo (Demirjian) según los estadios de maduración ósea (Baccetti), en los pacientes de sexo masculino.

DEMIRJIAN	BACCETTI				TOTAL
	CVMS I	CVMS II	CVMS III	CVMS IV	
Estadio E	24	0	0	0	24
Estadio F	6	15	1	0	22
Estadio G	1	1	4	0	6
Estadio H	0	0	0	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>54</b>

**GRAFICO 6.** Distribución de los estadios de maduración dental para el canino inferior izquierdo (Demirjian) según los estadios de maduración ósea (Baccetti), en los pacientes de sexo masculino.



En el cuadro 20 y gráfico 6 se observa que en el estadio E la mayor frecuencia es de 24(44.4%) perteneciente al CVMS I, en el estadio F tenemos con mayor frecuencia al estadio CVMS II con 15(27.8%), en el estadio G tenemos con mayor frecuencia al estadio CVMS III con 4(7.4%) y finalmente en el estadio H tenemos con mayor frecuencia al estadio CVMS IV con 2 (3.7%).

**CUADRO 21.** Correlación entre la maduración ósea y la calcificación del canino mandibular izquierdo de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014.

		Maduración ósea de las vértebras cervicales	Calcificación del canino inferior izquierdo
Rho de Spearman	Maduración ósea de las vértebras cervicales	1.000	0.814(*)
	Sig. (bilateral)	.	0.000
	Calcificación del Canino inferior izquierdo	0.814(*)	1.000
	Sig. (bilateral)	0.000	.

(\*) La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral)

En el cuadro 21, se observa la correlación entre la maduración ósea de las vertebrales cervicales y la calcificación del canino inferior izquierdo a un nivel de significancia de 0,01 (bilateral) con un valor de  $r= 0,814$  con una significancia de 0,000, siendo ésta una alta correlación positiva significativa.

**CUADRO 22.** Correlación entre la maduración ósea y la calcificación del canino mandibular izquierdo de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014, según el sexo femenino.

		Maduración ósea de las vértebras cervicales	Calcificación del canino inferior izquierdo
Rho de Spearman	Maduración ósea de las vértebras cervicales	1.000	0.810(*)
	Sig. (bilateral)	.	0.000
	N	96	96
	Calcificación del Canino inferior izquierdo	0.810(*)	1.000
	Sig. (bilateral)	0.000	.
	N	96	96

(\*) La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

En el cuadro 22 se observa la correlación entre la maduración ósea de las vertebrales cervicales y la calcificación del canino inferior izquierdo en el sexo femenino a un nivel de significancia de 0,01 (bilateral) con un valor de  $r= 0,810$  con una significancia de 0,000, siendo ésta una alta correlación positiva significativa.

**CUADRO 23.** Correlación entre la maduración ósea y la calcificación del canino mandibular izquierdo de los pacientes atendidos en el Servicio de Odontopediatría y Ortodoncia de la Facultad de Odontología de la UNMSM entre los años 2004 y 2014, según el sexo masculino.

		Maduración ósea de las vértebras cervicales	Calcificación del canino inferior izquierdo
Rho de Spearman	Maduración ósea de las vértebras cervicales	1.000	0.802(*)
	Sig. (bilateral)	.	0.000
	N	96	96
	Calcificación del Canino inferior izquierdo	0.802(*)	1.000
	Sig. (bilateral)	0.000	.
	N	96	96

(\*) La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

En el cuadro 23 se observa la correlación entre la maduración ósea de las vertebrales cervicales y la calcificación del canino inferior izquierdo en el sexo masculino a un nivel de significancia de 0,01 (bilateral) con un valor de  $r= 0,802$  con una significancia de 0,000, siendo ésta una alta correlación positiva significativa.

## 6. DISCUSION

En el presente estudio se evaluaron 96(64%) radiografías panorámicas y cefalométricas de pacientes de sexo femenino y 54(36%) de sexo masculino entre los 6 y 17 años, utilizando como referencia los estadios de maduración ósea de las vertebrales cervicales para relacionarlo con las etapas de calcificación dental, en este caso utilizamos el canino, debido a la poca variabilidad en sus estadios de calcificación; de la zona mandibular, ya que en la radiografía de tipo panorámica se encuentra en una zona de menor distorsión y superposición de imágenes para su mejor clasificación y del lado izquierdo porque nos estamos basando en el estudio realizado por Demirjian y Col<sup>13</sup>, en donde analizan los estadios de calcificación de la zona izquierda.

La muestra del presente estudio fue determinada de acuerdo a las publicaciones anteriores hechas en revistas de alto impacto, así tenemos a los artículos de Jaime Plazas et al (2015)<sup>1</sup>, Ghulam Rasool et al (2014)<sup>2</sup>, Tripti Tikku et al (2011)<sup>8</sup> y Toledo Mayarí Gladia (2008)<sup>11</sup>; para la adecuada confiabilidad en la recolección de datos y error de método se utilizó el índice de Kappa para la concordancia inter e intraexaminador; los resultados obtenidos para la concordancia interexaminador fueron  $Kp=0.877$  para el método de Demirjian y  $Kp=0.678$ ; los resultados para la concordancia intra examinador fueron  $Kp=0.938$  para el método Demirjian y  $Kp= 0.960$  para el método Baccetti. Los cuatro resultados se interpretaron como BUENA CONCORDANCIA y MUY BUENA CONCORDANCIA.

Se encontró una alta correlación entre la maduración ósea de las vertebrales cervicales y la calcificación del canino mandibular izquierdo ( $r=0.814$ ,  $p=0.000$ ); se encontró una correlación ligeramente más alta en el sexo femenino( $r=0.810$ ) que en el sexo masculino ( $r=0.802$ ).

Nuestros datos se analizaron según sexo debido a la variabilidad en la época de mineralización dental y desarrollo a nivel óseo en las diversas etapas del crecimiento puberal entre ambos sexos en el intervalo de edades seleccionado. Se encontró una correlación ligeramente más alta en el sexo femenino( $r=0.810$ ) que en el sexo masculino ( $r=0.802$ ). Esto concuerda con lo encontrado por Awuapara et al <sup>3</sup> quienes encontraron que cada estadio CVM se presentó más temprano en las

mujeres que los hombres; sin embargo, el desarrollo dental fue más avanzado en los sujetos hombres al compararlos con las mujeres en relación al mismo estadio CVM, éstos se llevaron a cabo utilizando el método de Nolla para segundos molares mandibulares izquierdos. Sus hallazgos sugieren el uso de este método para determinar la maduración dental, sin embargo éste puede ser menos específico que el propuesto por Demirjian, pues presenta un mayor número de estadios, con intervalos de tiempo más cortos entre ellos, pudiendo afectar la posibilidad de identificación de la maduración dental.

Se han descrito diversos métodos para determinar la edad dental. Uno de los parámetros empleados ha sido observar el momento de la erupción del diente. Este sistema presenta una limitación y es la dificultad que supone situar exactamente el momento en que se produce la aparición del diente en la cavidad oral. Este momento que no es claro en condiciones normales puede estar además alterado por factores locales, sistémicos, hábitos nutricionales, etc. Por todo ello la fiabilidad de este método es cuestionable. Además la emergencia del diente tiene lugar en un momento puntual y la calcificación es un proceso que se está produciendo de manera continua.<sup>31</sup>

En el presente estudio se encontró una alta correlación positiva significativa ( $p < 0.01$ ) entre los estadios de calcificación dental (Demirjian) y maduración ósea (Baccetti), siendo la más alta en el sexo femenino ( $r = 0.810$ ), encontrándose que a mayor nivel de maduración ósea, mayor sea el nivel de calcificación dental, y viceversa.

Solmaz<sup>5</sup> encontró correlaciones significativas altas, utilizando los mismos métodos de medición. La asociación entre la maduración vertebral cervical y la calcificación de los dientes fue mayor en el incisivo lateral (odds ratio (OR) = 11, 95% intervalo de confianza (IC): 6,6-18,3); en cuanto al canino, se observó la mayor correlación entre la etapa H y la CMVS IV con un 93.8%. a diferencia del presente estudio en el cual se encontró la mayor correspondencia entre el estadio E y la etapa CVMS I con una frecuencia de 58(44.08%).

En el trabajo presentado por Tikku<sup>8</sup> se evaluó la correlación del indicador de la versión mejorada (CVMS) con respecto a la versión anterior (CVMI) del indicador de la maduración vértebras cervicales y correlacionar estos dos métodos con las etapas de osificación de la falange media del tercer dedo (MP3) y las etapas de calcificación del canino mandibular derecho y se encontró que la correlación significativa más baja fue encontrada entre CVMS y Demirjian, representado por el canino mandibular derecho ( $r = 0,0653$ ); mismos métodos que utilizamos en nuestro estudio para evaluar el grado de significancia, encontramos que la correlación fue alta en nuestro trabajo, opero

utilizando el canino mandibular izquierdo tal y como lo indica lo expuesto en el método de Demirjian.

En nuestro estudio se encontró una alta correlación en ambos sexos con una ligera predominancia del sexo femenino a diferencia de lo hallado por Chen <sup>9</sup>, quien determinó que el coeficiente de correlación de rangos de Spearman entre la calcificación dental y la madurez de las vértebras cervicales osciló entre 0,391 a la 0,582 para las niñas y 0,464 a 0,496 para los varones ( $p < 0,05$ ).

Nassar<sup>10</sup> determinó la relación entre la maduración de las vértebras cervicales y los dientes, encontrando valores significativos ( $p < 0,01$ ) de correlación entre 0,682 y 0,772 en varones y 0,543 y 0,727 en mujeres, encontrando el menor para el canino y el más alto para el segundo molar; a diferencia de lo encontrado en este estudio ya que la correlación encontrada entre la maduración ósea y el canino mandibular fue altamente significativa ( $r=0.814$ ) en general.

En otros estudios realizados anteriormente donde relacionan la calcificación del canino mandibular con la maduración de las falanges óseas como Chertkow<sup>32</sup> y Coutiho<sup>33</sup> encontraron una alta correlación entre estas dos características (0.88 y 0.85) respectivamente; así también tenemos a Toledo<sup>11</sup> quien aplicó varios métodos para determinar la maduración esquelética, encontrando como resultado una correlación positiva mucho mas fuerte (0.969 en mujeres y 0.968 en varones), observándose en esta investigación también se encontraron valores altamente significativos, teniendo como diferencia principal que ya no se necesitaron tomar una radiografía carpal adicional a las indicadas para el tratamiento ortodóntico convencional.

La correlación encontrada en el presente estudio fue menor con respecto a la hallada por Rasool y Col<sup>2</sup> ( $r=0.871$ ,  $p=0.000$ ). La correlación más alta encontrada por Rasool y Col<sup>2</sup> fue entre el estadio CVMS I y la etapa E (100%) mientras que la correlación más alta encontrada en este estudio fue entre estos mismos estadios, pero con un menor porcentaje (76.3%) comparado con la muestra total (150).

Según lo correlación encontrada entre la maduración ósea de las vertebras cervicales y los estadios de osificación del Canino inferior, podemos sugerir que la mejor etapa para iniciar un tratamiento ortopédico que redireccione el crecimiento cráneo facial sería entre la etapa F y G según Demirjian.

## **7. CONCLUSIONES**

- Existe correlación estadísticamente significativa entre el grado de maduración vertebral y la calcificación del canino mandibular izquierdo.
- Se ha encontrado una alta correlación estadísticamente significativa entre la edad dental y la maduración vertebral en ambos sexos, siendo el coeficiente de correlación mayor en el sexo femenino.
- Se encontró una relación directa entre las variables; a mayor nivel de maduración ósea, mayor fue el nivel de calcificación dental, y viceversa.
- Se puede utilizar la calcificación del canino mandibular izquierdo como referente confiable al momento de determinar la maduración ósea y posterior diagnóstico ortodóntico.

## **8. RECOMENDACIONES**

- El presente estudio podría en investigaciones futuras plantearse realizando un muestreo estratificado por grupos de edad con un número similar de individuos en cada grupo en aras de corroborar las conclusiones encontradas en este trabajo de investigación.
- Se recomienda realizar estudios similares considerando factores ambientales y nutricionales, entre otros, para ver si éstos alteran la relación entre la calcificación dental y la maduración ósea.
- Se recomienda realizar estudios con una población mayor, y tener la misma cantidad de miembros según sexo, para poder verificar si hay diferencias significativas entre ambos.

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. Plazas J, Martínez O, López J, Franco T, Escobar M, Herrera A. Determinación de los estadios de maduración esquelética por medio de análisis de Baccetti. *Salud Uninorte*. Barranquilla (Col.) 2015; 31 (2): 228-233.
2. Rasool G, Hussain U, Shah S. Evaluation of the skeletal maturation using lower canine mineralization. *Pakistan Oral & Dental Journal*. Dec 2014, Vol. 34 Issue 4, p629-634.
3. Surendran S, Thomas E. Tooth mineralization stages as a diagnostic tool for assessment of skeletal maturity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014 Jan; 145(1):7-14.
4. Fernández G, Vásquez M. Relación entre el método de maduración de las vértebras cervicales y los estadios de calcificación del segundo molar inferior. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría*. 2014
5. Valizadeh S, Eil N, Ehsani S, Bakhshandeh H. Correlation between dental and cervical vertebral maturation in Iranian females. *Iran J Radiol*. 2013; 10(1): 1-7.
6. Tarjuelo I. Relación entre maduración vertebral y edad dental en una muestra de pacientes ortodóncicos pediátricos. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Odontología; 2011.
7. Różyło-Kalinowska I, Kolasa-Rączka A, Kalinowski P. Relationship between dental age according to Demirjian and cervical vertebrae maturity in Polish children. *European Journal of Orthodontics* 33 (2011) 75–83.
8. Tikku T, Khanna R, Sachan K, Agrawal S. Correlation of improved version of cervical vertebral maturation indicator with other growth maturity indicators. *The Journal of Indian Orthodontic Society*, January-March 2013; 47(1):28-32.
9. Chen J, Hu H, Guo J, Liu Z, Liu R, Li F, Zou S. Correlation between dental maturity and cervical vertebral maturity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 110:777-783.
10. Nassar AS. The relationships between cervical vertebral maturation and dental calcification among Malays [Tesis Maestría] Malasia: Universiti Sains Malaysia; 2008.
11. Toledo G. Evaluación de distintos métodos para determinar el potencial de crecimiento en pacientes de Ortodoncia. Propuesta de método simplificado. [Tesis] La Habana: Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana. Facultad de Estomatología; 2008.
12. Baccetti T, Franchi L, McNamara Jr. JA. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *The Angle Orthodontist* 2002; 72(4):316-23.
13. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A New System of Dental Age Assessment. *Ann Hum Biol*. 1973; 45(2):211-27.
14. Gómez ME, Campos A. Histología y embriología bucodental. 2º ed. Madrid: Médica Panamericana; 2003. p. 86-107.

15. Meikle M.C. Craniofacial Development, Growth and Evolution. First edition. Bateson Publishing, Bressingham, Norfolk, England.
16. Ash M, Nelson S. Anatomía, fisiología y oclusión dental. 8º ed. Madrid: Elsevier; 2006.
17. Nanci A. Ten Cate's Oral Histology: Development, structure and function. 8º ed. Elsevier; 2013.
18. Avery J K Oral development and histology Second edition. Thieme medical Publishers New York 1994.
19. Riojas M. Anatomía Dental. 2ºed.Mexico: El manual Moderno; 2009.
20. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. Hum Biol. 1973; 45(2):211-27.
21. Carlson, Bruce. Embriología Humana y Biología del Desarrollo. 4ª edición, Ed. Elsevier, 2009.
22. D' Escriban L. ortodoncia en dentición mixta. Caracas.Amolca.2007.
23. San Roman P,Palma JC, Oteo MD, Nevado E. Squeletal maturation determined by cervical vertebrae development.Eur J Orthod.2002;24: 303-11.
24. Junqueira, Carneiro. Histología Básica. 6ºed. Barcelona: Masson; 2005.
25. Flores C, Corr A, Champey M, Jensen R. Correlación de las etapas esqueléticas de maduración determinadas por las vertebrae cervicales y las evoluciones de la mano-muñeca. Angle Orthod.2006; 76:1-5.
26. Anatomía humana: Michael Latarjet y A. Ruiz Liard - 4º edición - Buenos Aires: Médica Panamericana, 2004; Tomo 1.
27. Ortiz Mónica y Cols. Método de maduración ósea de vertebrae cervicales en pacientes del diplomado de ortodoncia interceptiva, UGAMA -2006.
27. Moore K, Agur A. Fundamentos de anatomía con orientación clínica.2ºed.Madrid: Médica Panamericana; 2003.
28. Netter, F. Atlas de anatomía humana. EUA: Novartis–Masson; 1998.
29. Richard L. Drake. Gray's Anatomy para Estudiantes. Elsevier ; 2006.
30. Baccetti T, Franchi L, Mcnamara J. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. Semin Orthod. 2005;11:119-129.
- 31.- Basaran G, Özer T, Hamamci N. Cervical vertebral and dental maturity in turkish subjects. Am J Orthod 2007;131:447.e13-447.e20.
32. Chertkow S. Tooth mineralization as an indicator of the pubertal growth spurt. Am J Orthod 1980; 77(1): 79-91.
33. Coutinho S, Buschang PH, Miranda F. Mandibular canine calcification stages and skeletal maturity. Am J Orthod 1993; 104: 262-268.

