

INVESTIGACION ORIGINAL

Mineralización del segundo molar inferior y maduración vertebral cervical como indicadores del pico de crecimiento puberal en pacientes pediátricos

Mineralization of the lower second molar and cervical vertebral maturation as indicators of the pubertal growth spurt in pediatric patients

Jeremy Alexander Laz Medina ¹. William Ubilla Mazzini ². Tanya Moreira Campuzano³

¹ Egresado. Facultad de Odontología. Universidad de Guayaquil. <https://orcid.org/0009-0003-2634-9016>

² Magister en Educación. Especialista en Ortodoncia. Docente Universidad de Guayaquil. <https://orcid.org/0000-0001-5940-1456>

³ Especialista en Ortodoncia. Docente Especialización en Ortodoncia, Universidad de Guayaquil. <https://orcid.org/0000-0002-1158-0245>

Correspondence to: william.ubillam@ug.edu.ec

Recibido: 25/04/2026 Aceptado: 27/06/2026

RESUMEN

En la práctica de la Ortodoncia y la Ortopedia, uno de los factores más importantes es el establecimiento de la maduración biológica. La madurez biológica, a diferencia de la edad cronológica que solo tiene en cuenta el tiempo transcurrido desde el nacimiento, señala la velocidad de desarrollo del individuo. Esto permite identificar cuándo es el momento apropiado para aplicar fuerzas ortopédicas y así sacar el mayor provecho posible del potencial de crecimiento del paciente. Objetivo: Determinar la relación entre los estadios de mineralización del segundo molar inferior y la maduración vertebral cervical para la identificación del pico de crecimiento puberal en registros radiográficos de pacientes atendidos en la clínica Integral de Odontopediatría de la Universidad de Guayaquil durante el año 2026. Metodología: enfoque cuantitativo, tipo descriptivo y correlacional, diseño no experimental. Con una población de 60 pares radiográficos (Panorámico-Cefalométrico) y una muestra final de 40 pares, de pacientes de entre 6 a 12 años de edad. Resultados: Conclusión: indicadores de maduración vertebral cervical y mineralización dentaria del segundo molar inferior exhiben una relación positiva y estadísticamente significativa. En consecuencia, ambos procesos tienden a progresar de forma paralela durante el crecimiento.

Palabras clave: Ortodoncia. Segundo molar inferior. Madurez vertebral cervical. Crecimiento puberal.

ABSTRACT

In the practice of orthodontics and orthopedics, one of the most important factors is determining biological maturity. Biological maturity, unlike chronological age—which only takes into account the time elapsed since birth—indicates an individual's rate of development. This makes it possible to identify the appropriate time to apply orthopedic forces and thus make the most of the patient's growth potential. Objective: To determine the relationship between the stages of mineralization of the lower second molar and cervical vertebral maturation for the identification of the peak of pubertal growth in radiographic records of patients treated at the Comprehensive Pediatric Dentistry Clinic of the University of Guayaquil during the year 2026. Methodology: Quantitative approach, descriptive and correlational in nature, with a non-experimental design. The study included a population of 60 radiographic pairs (panoramic and cephalometric) and a final sample of 40 pairs from patients aged 6 to 12 years. Results: Conclusion: Indicators of cervical vertebral maturation and dental mineralization of the lower second molar exhibit a positive and statistically significant relationship. Consequently, both processes tend to progress in parallel during growth.

Keywords: Orthodontics. Lower second molar. Cervical vertebral maturity. Pubertal growth.

INTRODUCCIÓN

La determinación de la maduración biológica es un aspecto clave en la práctica de la ortodoncia y la ortopedia. A diferencia de la edad cronológica, que solo considera el tiempo desde el nacimiento, la madurez biológica indica el ritmo de desarrollo del individuo, descifrando el momento adecuado para aplicar fuerzas ortopédicas y de esta forma aprovechar al máximo el potencial de crecimiento del paciente.⁽¹⁾

El método referencial de la maduración ha sido utilizado en carpo gramas. Lo que se ha constituido una tradición, en la actualidad ha sido remplazado por la realización del denominado análisis de la maduración vertebral cervical (CVM) propuesto por Baccetti. Este ha cobrado importancia, porque permite evaluar el crecimiento puberal a través de una radiografía lateral de cráneo. Siendo considerado como un procedimiento común en el diagnóstico para la ortodoncia⁽²⁾ A pesar de eso, la búsqueda de formas más sencillas ha conducido a investigar la maduración dental como un indicador alternativo.

El enfoque de Demirjian, que examina los niveles de mineralización dental mediante radiografías panorámicas, se presenta como una opción prometedora gracias a su alta consistencia y bajo costo. No obstante, en la literatura internacional se menciona ciertas discrepancias sobre la fiabilidad de la edad dental para anticipar el pico de crecimiento esquelético, indicando que elementos étnicos y geográficos pueden tener un impacto significativo en esa relación.⁽³⁾ En el ámbito local en Guayaquil, surge la necesidad clínica de confirmar si la identificación de un estadio dental específico es suficiente para esclarecer si un niño ha comenzado su pico de crecimiento. Por consiguiente, este trabajo tiene el objetivo de determinar la relación estadística entre la maduración vertebral cervical de acuerdo con Baccetti y la mineralización del segundo molar según Demirjian.

Las maloclusiones constituyen una de las patologías más frecuentes de la salud bucal en niños y adolescentes.⁽³⁾ Estas alteran la estética facial, función masticatoria y calidad de vida de quienes las padecen. Se expresa a partir de lo anterior que su alta prevalencia se figura como uno de los principales motivos de consulta en el área de ortodoncia y ortopedia. Por ende, se precisa de la ejecución de un diagnóstico y de la planificación del tratamiento, para la valoración de los resultados terapéuticos.

En tal sentido, se precisa que la determinación de los factores para la efectividad de los tratamientos que faciliten el diagnóstico de la madurez biológica del paciente. Puede indicarse que durante el período de crecimiento puberal ocurren cambios esqueléticos importantes, especialmente a nivel mandibular. Se aduce que lo planteado, produce un incremento inferior que favorece la corrección de divergencias maxilomandibulares y distintas maloclusiones. La coordinación entre la ejecución de la terapéutica y el pico máximo de crecimiento permite maximizar la eficacia de los resultados clínicos, por el contrario, una intervención llevada a cabo fuera de este período disminuye drásticamente su efectividad.⁽⁴⁾

Debido a esta limitación, se han desarrollado otros métodos para determinar la madurez esquelética. Actualmente, la maduración vertebral cervical (CVM), evaluada mediante radiografías cefalométricas se considera uno de los indicadores más confiables para identificar los estadios de crecimiento esquelético. A pesar de ello, la obtención de dicha información requiere una exposición radiográfica y costo adicional cuando dicho examen no forma parte del protocolo diagnóstico inicial. En los últimos años, la obtención de métodos diagnósticos más accesibles y menos invasivos se ha unificado con los principios de protección radiológica y el criterio ALARA (As Low As Reasonably Achievable), cuyo fin es reducir al mínimo la exposición a radiación ionizante sin comprometer la calidad diagnóstica.

La mineralización dental del segundo molar inferior ha despertado un creciente interés científico, dado que se presume es un viable indicador biológico de la madurez esquelética. Su desarrollo y crecimiento surge en diferentes etapas que coinciden con el crecimiento puberal, este puede ser determinado mediante radiografías panorámicas que se consideran como parte de los protocolos diagnósticos frecuentes. A nivel internacional, ciertas investigaciones reportan correlaciones estadísticamente significativas entre los estadios vertebrales cervicales y de mineralización dentaria. La madurez biológica es un pilar fundamental para el diagnóstico y la planificación terapéutica, dado que posibilita la identificación del momento donde ocurre un mayor potencial de crecimiento en un paciente. En estas últimas décadas, la relación entre la maduración dental y esquelética ha sido estudiada por diversos investigadores a través de distintos métodos diagnósticos, en los cuales se destacan el método de Baccetti para la determinación de la maduración vertebral cervical y el método de Demirjian para la evaluación de la mineralización dental.⁽⁶⁾

ANTECEDENTES

Martínez y Ardón, en San Salvador, El Salvador, en el año 2021, llevaron a cabo una revisión bibliográfica con el objetivo de evaluar si existe diferencia entre el método de maduración vertebral cervical de Baccetti y el método Carpal de Fishman para determinar el pico de máximo crecimiento. Mediante una búsqueda en PubMed y SciELO, seleccionaron 8 de 248 estudios publicados entre 2000 y 2020. Seis investigaciones mostraron una alta correlación entre ambos métodos y dos una correlación moderadamente positiva. Los autores

concluyeron que el método de Baccetti es estadísticamente fiable, válido y clínicamente útil, para evaluar la madurez ósea, además de reducir la necesidad de radiografías carpales adicionales y la exposición radiográfica del paciente. pacientes. ⁽⁷⁾

Lucchese A. et al., en Milán, Italia, en el año 2022, efectuaron una revisión sistemática con el propósito de evaluar la eficacia del método de maduración vertebral cervical (CVM) para predecir el pico de crecimiento puberal. De 1284 artículos, fueron incluidos 43. Los resultados mostraron una correlación estadísticamente significativa, de moderada a alta, entre el método de maduración vertebral cervical y otros métodos como la radiografía carpal, la edad cronológica, la edad dental y la estatura. Concluyeron que el método de Baccetti es eficaz para evaluar la madurez esquelética, aunque recomiendan complementarlo con otros indicadores biológicos. ⁽⁸⁾

Magalhães M. et al., en el año 2022, realizaron una revisión sistemática y metaanálisis con el objetivo de estimar la edad cronológica correspondiente a cada estadio de maduración vertebral cervical propuesto por Baccetti, asimismo analizar las diferencias de acuerdo con el sexo y continente. Se incluyeron 41 estudios con un total de 9867 participantes. Los resultados evidenciaron que las mujeres alcanzan los estadios cervicales a edades más tempranas que los hombres y que existen variaciones entre poblaciones. Concluyeron que los rangos de edad del método de Baccetti deben interpretarse según las características de cada región. ⁽⁹⁾

Ferrillo M. et al., en Catanzaro, Italia, en el año 2024, realizaron una revisión sistemática con el objetivo de evaluar la fiabilidad de la maduración dental según el método Demirjian para la valoración de la maduración dental como indicador de la madurez ósea. De 136 artículos se seleccionaron 19, de los cuales 17 estudios demostraron una adecuada confiabilidad para la estimación de la maduración esquelética. Los resultados evidenciaron que el segundo molar inferior constituye el diente con mayor capacidad predictiva, identificándose que el pico de crecimiento puberal ocurre entre el estadio F en mujeres y G en hombres. Concluyeron que el método de Demirjian es una herramienta confiable para valorar la maduración biológica, aunque se requieren más investigaciones. ⁽¹⁰⁾

Ercan y Yüksel, en Nevşehir, Turquía, en el año 2023, llevaron a cabo un estudio observacional transversal con el objetivo de determinar los estadios de maduración esquelética, dental y sexual durante el pico de crecimiento puberal, Se incluyeron 98 pacientes distribuidos en 49 mujeres y 49 hombres. El 81,6% de los pacientes de ambos sexos se encontraron en el estadio CS3 de maduración vertebral y que el 81,6% de las mujeres y el 89,8% de los hombres mostraban el estadio G de mineralización del segundo molar inferior. Se encontró una correlación significativa entre ambos métodos y sexos ($p < 0,05$). Los autores concluyeron que los estadios CS3 y G corresponden al pico de crecimiento puberal y que el segundo molar inferior es un indicador útil de maduración biológica. ⁽¹⁰⁾

Vásquez Pacheco et al., en Villahermosa, Tabasco, México, en el año 2025, efectuaron un estudio observacional, transversal, analítico con el objetivo de determinar la correlación entre el método de maduración esquelética de Baccetti y los estadios de calcificación dental del método de Demirjian. Se analizaron 202 radiografías de las cuales 101 fueron ortopantomografías y las otras 101 laterales de cráneo de paciente entre 9 y 18 años. Encontraron una correlación positiva fuerte entre los estadios de Demirjian y Baccetti ($r = 0,729$; $p < 0,001$), así como entre estos métodos y la edad cronológica. Los autores concluyeron que ambos métodos son herramientas confiables para estimar la madurez biológica y orientar la planificación ortodóntica. ⁽¹¹⁾

Kamran et al., en Swat, Pakistán, en el año 2023, realizaron un estudio de tipo descriptiva, transversal, con el objetivo de determinar la correlación entre la maduración esquelética y los estadios de mineralización del segundo molar inferior. Se examinaron a 100 pacientes con edades comprendidas entre 8 y 16 años. Los resultados de Spearman demostraron una correlación muy alta y estadísticamente significativa entre los estadios de mineralización dental y los de maduración vertebral ($r = 0,97$; $p < 0,001$). Concluyeron que la mineralización del segundo molar inferior es un indicador confiable de la maduración esquelética y del pico de crecimiento puberal. ⁽¹¹⁾

Fajardo Morales et al., en Cuenca Ecuador, realizaron un estudio con el objetivo de estimar la correlación entre la edad cronológica y dental con los estadios de maduración vertebral cervical. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, observacional y correlacional, a través del análisis de 400 radiografías panorámicas y cefalométricas laterales, 205 fueron mujeres y 195 hombres, con edades comprendidas entre los 4 y 17 años. Encontraron correspondencia entre el estadio D de Demirjian y CVM I de Baccetti, así como entre el estadio E y CVM II. Además, identificaron una relación moderada entre ambos métodos en el segundo molar inferior ($R^2 = 0,3741$). Concluyeron que existe una relación significativa entre la maduración dental, vertebral y la edad cronológica, sin diferencias importantes según el sexo. ⁽¹³⁾

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque de la investigación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo bajo un enfoque cuantitativo, dado que las variables de estudio se registraron en categorías estructuradas y se convirtieron posteriormente en datos para su correspondiente análisis estadístico. Los estadios de

mineralización dental y de maduración cervical se representaron en escalas ordinales, por otro lado, el sexo y la edad cronológica se emplearon como variables complementarias para caracterizar la muestra. Este enfoque permitió cuantificar la frecuencia y distribución de los estadios de Demirjian y Baccetti, además de analizar la relación estadística entre ambos indicadores. Por esta razón, los hallazgos fueron expuestos mediante porcentajes, tablas y representaciones gráficas de asociación.

Tipos de investigación

De acuerdo con su alcance, el estudio fue tanto descriptivo como correlacional. Descriptivo pues caracterizó la distribución de los estadios de maduración dental y cervical según el sexo y la edad cronológica. Además de correlacional, que estableció la relación monotónica de ambos estadios, sin la necesidad de establecer una relación de causalidad entre los mismos. Diseño observacional, no experimental, ya que no existió manipulación de las variables ni se realizaron intervenciones. Los datos se recopilaban por medio de la observación y clasificación de los estudios radiológicos existentes.

Además, fue transversal en vista de que un único par radiográfico de cada individuo fue analizado en un momento específico. Así mismo fue retrospectivo pues se utilizaron estudios imagenológicos obtenidos previamente con fines de atención odontológica durante el año 2026.

La población estuvo constituida por 60 pares radiográficos de pacientes pediátricos atendidos en la Clínica Integral de Odontopediatría y Ortopedia durante el año 2026. Los estudios corresponden a una radiografía panorámica y una radiografía cefalométrica lateral de cráneo pertenecientes al mismo individuo. Se efectuó un muestreo no probabilístico por conveniencia, con la adquisición de los pares radiográficos disponibles que, tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, fueron seleccionados 40 pares de radiografías panorámicas y cefalométricas, que correspondieron a pacientes de entre 6 y 12 años, de los cuales 24 fueron de sexo masculino y 16 de sexo femenino.

Unidad de análisis

Estuvo representada por los pares radiográficos pertenecientes a un mismo individuo. En la radiografía cefalométrica o lateral de cráneo se analizaron las vértebras cervicales C2, C3 y C4 mediante el método de Baccetti. En las ortopantomografías o radiografías panorámicas se evaluó el segundo molar mandibular izquierdo, correspondiente a la pieza dentaria 3.7, a través de método de Demirjian.

Criterios de Inclusión: Radiografías de pacientes de ambos sexos y edades comprendidas entre los 6 y 12 años, con nitidez radiográfica adecuada tanto del segundo molar inferior izquierdo pieza dentaria 3.7 en la radiografía panorámica, como de las vértebras cervicales C2, C3 y C4 en la radiografía cefalométrica.

Criterios de Exclusión: Radiografías que no se encuentren dentro del rango de edad establecido, con distorsiones que impidan la visualización de las estructuras de interés y anomalías dentales del segundo molar mandibular izquierdo, ya sea agenesia, erupción ectópica o impactación.

Técnicas e instrumentos de recolección de la información

Para la recolección de los datos se aplicó la técnica de observación radiográfica indirecta, estructurada y no participante, puesto que estas variables fueron reconocidas por medio del análisis de los estudios imagenológicos obtenidos previamente, sin intervención ni contacto directo con los pacientes. El instrumento usado fue una tabla estructurada de recolección de datos desarrollada en base a la investigación. La tabla incluyó campos específicos como: código de cada estudio, sexo, edad, estadio de Demirjian y estadio de Baccetti. Para mantener la confidencialidad de los pacientes, los nombres de cada registro fueron reemplazados por un código alfanumérico desde P01 al P40.

Procedimiento para la recolección de datos

El proceso empleado para la recolección de los datos se desarrolló de manera consecutiva, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Los registros radiográficos fueron proporcionados por estudiantes que se encontraban realizando sus casos clínicos relacionados con Odontopediatría y Ortopedia en la presente facultad durante el año 2026. En un principio se recolectaron 60 pares radiográficos. Cada par de estos consistió en una radiografía panorámica y una cefalométrica lateral de un mismo paciente.
- Se comprobó que cada conjunto radiográfico incluyera información sobre la edad y el sexo del paciente, así como la calidad para el diagnóstico adecuado del segundo molar inferior izquierdo y de las vértebras cervical C2, C3 y C4. Tomando en cuenta los criterios de inclusión y de exclusión ya establecidos, se eligieron 40 pares radiográficos para formar parte de la muestra final sometida a estudio.
- Los estudios elegidos fueron anonimizados a través de la asignación de un código alfanumérico de P01 al P40, con el propósito de salvaguardar la identidad y confidencialidad de los pacientes. En el transcurso de la investigación, se redactó y remitió una solicitud dirigida al decano de la Facultad de Odontología de la Universidad de Guayaquil, con el propósito de formalizar la autorización institucional necesaria para el uso académico y científico de los estudios imagenológicos empleados en la investigación.

- En primer lugar, se examinaron las vértebras C2, C3 y C4 en las radiografías cefalométricas laterales considerando las concavidades de sus bordes inferiores y la forma de los cuerpos vertebrales, para asignar el estadio correspondiente entre CS1 y CS6 utilizando el método de Baccetti.
- A continuación, se realizó la evaluación de las ortopantomografías donde se examinó el segundo molar inferior izquierdo que corresponde a la pieza 3.7. Se aplicó el método de Demirjian y se determinó el estadio de mineralización entre A y H según la formación coronaria, bifurcación y cierre apical.
- La edad, el sexo y los estadios fueron registrados en una tabla estructurada de recolección de datos elaborada en Microsoft Excel. Posteriormente, la información fue examinada para identificar registros faltantes, duplicados o posibles errores en la codificación.
- Después se aplicó el coeficiente Kappa ponderado para medir la concordancia entre los observadores y se ejecutó el análisis estadístico aplicando el coeficiente rho de Spearman de los datos recolectados, todo esto se representó utilizando tablas de frecuencias, porcentajes y representaciones gráficas.

Procesamiento y análisis estadístico

Los datos recolectados por medio de las radiografías fueron almacenados, clasificados, codificados y depurados en una tabla estructurada de recolección de datos en Microsoft Excel. La tabla contenía el código asignado en cada caso, la edad, el sexo, el estadio de Demirjian y estadio de Baccetti. Previo al análisis, se procedió a constatar la consistencia de las clasificaciones, se calculó el coeficiente Kappa ponderado haciendo la comparación debida entre los resultados determinados por el investigador y los que proporcionó el segundo evaluador especialista.

En base a la estadística descriptiva se determinaron frecuencias absolutas y porcentajes para comprender la distribución de ambos estadios. Los resultados fueron organizados de manera general y según la edad cronológica y el sexo de los individuos. Así mismo se elaboraron tablas cruzadas y gráfico de barras, para la interpretación de la información.

Para relacionar los indicadores analizados con el pico de crecimiento puberal, los estadios de Baccetti se agruparon según el grado de maduración esquelética: CS1 y CS2 corresponden a la etapa prepuberal, CS3 y CS4 a la fase circumpuberal y CS5 y CS6 a la etapa pospuberal. En los estudios clasificados como CS3 y CS4 se calcularon las frecuencias y porcentajes de los estadios de Demirjian, con la finalidad de reconocer los estadios de mineralización del segundo molar inferior que con mayor frecuencia se presentaron alrededor del pico de crecimiento puberal.

Se aplicó el coeficiente rho de Spearman, pues los niveles de Demirjian y Baccetti se presentan como variables ordinales, esta evaluación permitió determinar la fuerza y dirección de la relación monotónica entre las dos variables. Se aplicó una prueba bilateral y se fijó un nivel de significancia estadística de 0,05. Los hallazgos con un valor de $p < 0,05$ se consideraron estadísticamente significativos. Para el análisis estadístico se codificaron los estadios de Demirjian de la siguiente manera: A=1, B=2, C=3, D=4, E=5, F=6, G=7 y H=8. Mientras que los estadios de Baccetti se codificaron como: CS1=1, CS2=2, CS3=3, CS4=4, CS5=5 y CS6=6.

Aspectos éticos

Durante el proceso de investigación, se remitió al decano de la Facultad de Odontología de la Universidad de Guayaquil una solicitud para formalizar la autorización institucional necesaria para el uso académico de los estudios radiológicos empleados. En virtud de que el trabajo de investigación se consideró observacional y retrospectivo, no se llevaron a cabo nuevos exámenes radiológicos ni intervenciones clínicas sobre los pacientes. Se aseguró la confidencialidad de la información mediante la anonimización de los registros radiográficos. Los datos que puedan servir para identificar a los pacientes como son los nombres, fueron sustituidos en la tabla de recolección de datos por códigos del P01 al P40.

Los registros imagenológicos se mantuvieron bajo resguardo del investigador y no se compartieron con personas ajenas al trabajo de investigación. Así mismo, el análisis realizado por el segundo evaluador se efectuó sobre las radiografías codificadas sin acceso a información que identificara a los pacientes.

RESULTADOS

Se realizó el análisis de los 40 pares radiográficos que corresponden a pacientes pediátricos de entre 6 y 12 años. A continuación, se presenta el índice de concordancia de Kappa donde se observaron los siguientes resultados:

Tabla 1: Distribución de la muestra según edad cronológica.

Edad (años)	Frecuencia	Porcentaje
6	7	17,5%
7	9	22,5%
8	13	32,5%
9	4	10,0%
10	3	7,5%
11	2	5,0%
12	2	5,0%
Total	40	100,0%

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de la investigación.

Interpretación: La muestra estuvo formada por 40 pares de radiografías de pacientes con edades comprendidas entre los 6 y 12 años. La edad más frecuente fue de 8 años con 13 individuos y un equivalente del 32,5% de la muestra, le siguió la edad 7 años con 9 casos que constituyen el 22,5 % y los de 6 años con 7 casos que corresponden al 17,5%. Se presentaron valores más reducidos en edades comprendidas entre 9 a 12 años, los primeros presentaron 4 casos y un porcentaje del 10,0%, los 10 años con tan solo 3 registros y un 7,5%. Sin embargo, para los 11 y 12 años se obtuvieron las cifras más bajas, con 2 pares de estudios y un porcentaje del 5,0% en cada grupo.

Tabla 2: Distribución de la muestra según sexo.

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Masculino	24	60,0%
Femenino	16	40,0%
Total	40	100,0%

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de la investigación.

Interpretación: De los 40 pares imagenológicos que formaron parte de la investigación, 24 fueron de sexo masculino con un 60,0%, mientras que 16 resultaron de sexo femenino correspondiendo al 40,0%. De esta manera, se observó que existió un predominio del sexo masculino en la muestra analizada.

MADURACIÓN VERTEBRAL CERVICAL SEGÚN BACCETTI.

Tabla 3: Distribución de los estadios de Baccetti según sexo.

Estadio	Masculino	Masculino	Femenino	Femenino	Total	Total
	f	%	f	%	f	%
CS1	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
CS2	3	12,5%	1	6,3%	4	10,0%
CS3	17	70,8%	9	56,3%	26	65,0%
CS4	4	16,7%	6	37,5%	10	25,0%
CS5	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
CS6	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Total	24	100,0%	16	100,0%	40	100,0%

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de la investigación.

Interpretación: El estadio CS3 fue el más frecuente en ambos sexos. En el grupo de hombres se detectó en 17 registros, lo que constituye el 70,8%, mientras que en el grupo femenino se encontraron 9 casos, lo que equivale al 56,3 %. Por otro lado, el estadio CS4 mostró una mayor incidencia en el sexo femenino, con 6 registros que son el 37,5%, a diferencia de 4 casos y un 16,7% en hombres. El estadio CS2 correspondió al 12,5 de la frecuencia masculina y el 6,3% de la femenina. No se hallaron casos en CS1, CS5 ni CS6.

Tabla 4: Distribución de los estadios de Baccetti según edad cronológica

Edad (años)	Total por edad	CS2 f	CS2 %	CS3 f	CS3 %	CS4 f	CS4 %
6	7	2	28,6%	5	71,4%	0	0,0%
7	9	2	22,2%	7	77,8%	0	0,0%
8	13	0	0,0%	11	84,6%	2	15,4%
9	4	0	0,0%	1	25,0%	3	75,0%
10	3	0	0,0%	1	33,3%	2	66,7%
11	2	0	0,0%	1	50,0%	1	50,0%
12	2	0	0,0%	0	0,0%	2	100,0%
Total	40	4	10,0%	26	65,0%	10	25,0%

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de la investigación.

Interpretación: Los registros con edades de 6 años predominaron el estadio CS3 con un 71,4%, mientras que el CS2 estuvo presente en un 28,6%. Para los 7 años CS3 también continuó siendo el más común, alcanzando el 77,8%. En el grupo de 8 años, se clasificó en CS3 con un 84,6% y un 15,4% en CS4. A partir de los 9 años, se observó un crecimiento en la proporción de CS4, que representó el 75,0% a los 9 años, el 66,7% a los 10 años, un 50,0% en los 11 años y con 2 casos de estudio un 100% a los 12 años. De manera descriptiva, se pudo apreciar una tendencia hacia estadios vertebrales más avanzados a medida que la edad cronológica aumentaba.

MINERALIZACIÓN DENTARIA DEL SEGUNDO MOLAR INFERIOR 3.7 SEGÚN DEMIRJIAN

Tabla 5: Distribución de los estadios de Demirjian según sexo

Estadio	Masculino f	Masculino %	Femenino f	Femenino %	Total f	Total %
A	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
B	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
C	7	29,2%	4	25,0%	11	27,5%
D	11	45,8%	5	31,3%	16	40,0%
E	4	16,7%	4	25,0%	8	20,0%
F	2	8,3%	2	12,5%	4	10,0%
G	0	0,0%	1	6,3%	1	2,5%
H	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Total	24	100,0%	16	100,0%	40	100,0%

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de la investigación.

Interpretación: Se determinó que el estadio D fue el más común en ambos sexos. Donde el grupo masculino registró 11 estudios equivalentes al 45,8%, mientras que el grupo femenino representó con 5 casos un 31,3%. En el estadio C el sexo masculino predominó con un 29,2% ante el 25,0% del femenino. Por otro lado, las etapas E y F mostraron mayores proporciones en el sexo femenino con un 25,0% y 12,5% respectivamente, en comparación con un 16,7% y un 8,3% del sexo masculino. Existió un único caso radiográfico que se registró en el estadio G con un 6,3% en el grupo femenino. En los estadios A, B, ni H no se identificaron estudios correspondientes.

Tabla 6: Distribución de los estadios de Demirjian según edad cronológica

Edad (años)	Total por edad	C f	C %	D f	D %	E f	E %	F f	F %	G f	G %
6	7	7	100,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
7	9	3	33,3%	6	66,7%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
8	13	1	7,7%	8	61,5%	3	23,1%	1	7,7%	0	0,0%
9	4	0	0,0%	2	50,0%	1	25,0%	1	25,0%	0	0,0%
10	3	0	0,0%	0	0,0%	3	100,0%	0	0,0%	0	0,0%
11	2	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2	100,0%	0	0,0%
12	2	0	0,0%	0	0,0%	1	50,0%	0	0,0%	1	50,0%
Total	40	11	27,5%	16	40,0%	8	20,0%	4	10,0%	1	2,5%

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de la investigación.

Interpretación: Las edades de 6 años se clasificaron el estadio C de Demirjian. En los 7 años el estadio D fue el más común con 66,7%, seguido del C que abarcó el 33,3% restante. En el grupo de 8 años predominó el estadio D con un 61,5%. A los 9 años el estadio D correspondió al 50,0%, a partir de este el total de los estudios de los 10 años se categorizaron en el estadio E y los de 11 años en el estadio F. Por último, los casos de las edades de 12 años se encontraron en los estadios E y G cada uno con un 50,0%. Los resultados indicaron un avance progresivo en la mineralización dentaria a medida que la edad aumentó.

RELACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS DEMIRJIAN Y BACCETTI

Tabla 7: Distribución cruzada de los estadios de Demirjian y Baccetti

Demirjian	CS2 f	CS2 %	CS3 f	CS3 %	CS4 f	CS4 %	Total f	Total %
A	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
B	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
C	2	18,2%	9	81,8%	0	0,0%	11	27,5%
D	2	12,5%	13	81,3%	1	6,3%	16	40,0%
E	0	0,0%	3	37,5%	5	62,5%	8	20,0%
F	0	0,0%	1	25,0%	3	75,0%	4	10,0%
G	0	0,0%	0	0,0%	1	100,0%	1	2,5%
H	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Total	4	10,0%	26	65,0%	10	25,0%	40	100,0%

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de la investigación.

Interpretación: Los grupos C y D según Demirjian se centraron mayormente en el estadio CS3 de Baccetti con un 81,8% y 81,3% respectivamente, y en un menor porcentaje en los estadios CS2 y CS4. Los estadios E, F y G tuvieron una mayor concentración en CS4, con un 62,5%, un 75,0% y un 100% establecido, E y F presentaron una menor concentración en el estadio CS3 con un 37,5% y 25,0%. Estos hallazgos expuestos demostraron una progresión conjunta entre los estadios de mineralización dentaria y los de maduración vertebral cervical.

Tabla 8: Correlación entre los estadios de Demirjian y Baccetti

Variables	n	Rho de Spearman	Valor p	Dirección	Interpretación
Demirjian-Baccetti	40	0,633	< 0,001	Positiva	Fuerte y estadísticamente significativa

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de la investigación.

El coeficiente rho de Spearman mostró un valor de 0,633, con una significación estadística menor a 0,001. Este resultado evidenció una asociación positiva, fuerte y estadísticamente significativa entre los estadios de Demirjian y Baccetti. En consecuencia, conforme progresó el estadio de mineralización del segundo molar inferior, también se observó una tendencia hacia el avance del estadio de maduración vertebral cervical. Debido a que el valor de p fue menor al nivel de significación predefinido de 0,05, se desestimó la hipótesis nula, misma que sostenía la ausencia de la relación entre ambas variables.

DISCUSIÓN

La evaluación de la maduración biológica es crucial para determinar el momento adecuado para los tratamientos que requieren el potencial de crecimiento máximo del paciente. En este sentido, el presente estudio evaluó la relación entre la mineralización del segundo molar inferior izquierdo mediante Demirjian y la maduración vertebral cervical a través del método Baccetti en estudios radiográficos correspondientes a 6 y 12 años. El principal hallazgo por considerar fue una asociación positiva, fuerte y estadísticamente significativa entre ambos parámetros, con una rho de Spearman de 0,633 y un valor de $p < 0,001$. Esto indica que, a medida que avanzaron los estadios de mineralización dental, también tendieron a avanzar los estadios de maduración cervical.

La concordancia inter observador comprobó la reproducibilidad de las evaluaciones, donde el Kappa ponderado lineal fue de 0,735 para Demirjian y de 0,759 para Baccetti, presentando una concordancia sustancial. Estos resultados evidenciaron la adecuada consistencia entre los estadios analizados por el investigador y el evaluador. De acuerdo con la maduración de las vértebras cervicales, la etapa CS3 de Baccetti fue la más frecuente, con un 65,0%, seguido de CS4 con el 25,0% y CS2 con un 10,0%. La frecuencia de los casos registrados en CS3 y CS4

indican que gran parte de la muestra se encontraban en fases intermedias o circumpuberales de la maduración, relacionadas a la máxima aceleración de crecimiento. Esto coincide con Ercan y Yuksel ⁽¹⁰⁾, quienes registraron un predominio de CS3 durante el pico de crecimiento puberal en el 81,6% de sus participantes.

Los estadios CS3 destacaron tanto en hombres como en mujeres con porcentajes relativamente cercanos; no obstante, CS4 se presentó en el 37,5% de féminas y en el 17,7% de hombres. Esta tendencia se puede relacionar con una maduración esquelética más temprana en mujeres según Magalhães et al., mismos que encontraron que el sexo femenino puede alcanzar estadios mayores antes que el masculino ⁽¹⁴⁾. Sin embargo, las diferencias mencionadas son únicamente descriptivas pues no se pueden interpretar como estadísticamente significativas. En cuanto a la edad, CS3 predominó entre los 6 y 8 años, por otro lado, CS4 aumentó a partir de los 9 años. Esta progresión se alinea con la secuencia de desarrollo descrita por Magalhães et al ⁽¹⁴⁾. No obstante, la presencia de distintos estadios cervicales en registros con edad similares demuestra que la edad cronológica por sí sola no representa un indicador fiable de maduración biológica. Además, los grupos a partir de los 10 años representaron pocos registros por lo tanto su interpretación porcentual debe ser prudente.

Respecto a la mineralización dentaria del segundo molar inferior, el estadio D de Demirjian fue el más predominante con un 40,0%, seguido del C con el 27,5% y E con 20,0%, F y G fueron los estadios con porcentajes menores igual al 10%. La distribución según sexo tuvo predilección por el sexo femenino, lo que coincide con la tenencia observada mediante Baccetti. La edad demostró una progresión ordenada, donde los 6 años se ubicaron en el estadio C, los 7 y 8 años predominaron en el D, los 10 y 11 años se identificaron en las etapas E y F respectivamente. Esta serie de observaciones demuestra que el desarrollo del segundo molar inferior aumenta a medida que la edad avanza. Sin embargo, existió variabilidad individual por lo que se reafirma se debe optar por indicadores de maduración con mayor validez.

La distribución cruzada mostró que el 81,8% de los registros en estadio C y el 81,3% de los clasificados en el D, coincidieron con el estadio CS3 de Baccetti. En contraste, los estadios dentales más avanzados evidenciaron una correspondencia en CS4 con el 62,5% de E, 75,0% de F y un único caso en G. De esto modo, se demuestra el progreso del desarrollo dentario estuvo acompañado por un avance en la maduración vertebral cervical. Esta relación fue validada a través de la rho de Spearman, puesto que demostró un valor de 0,633, lo que señala la asociación positiva y fuerte. Este resultado es consistente con lo reportado por Martínez y Ardón et al. ⁽¹⁵⁾, mismos que observaron que la mayoría de las investigaciones analizadas una relación elevada entre los indicadores. De igual manera, Vásquez Pacheco et al. ⁽¹⁶⁾ encontraron una correlación fuerte y positiva de 0,729.

CONCLUSIONES

Se determinó que los indicadores de maduración vertebral cervical y mineralización dentaria del segundo molar inferior exhiben una relación positiva y estadísticamente significativa. En consecuencia, ambos procesos tienden a progresar de forma paralela durante el crecimiento. La evaluación vertebral cervical reveló que los registros en su mayoría se encontraban en etapas circumpuberales de maduración con predominio del estadio CS3 y una mayor presencia de CS4 en los grupos de mayor edad. Asimismo, el grupo femenino mostró concentraciones más elevadas en estadios cervicales avanzados. La mineralización del segundo molar inferior evidenció una progresión acorde con la edad cronológica. Las etapas tempranas e intermedias fueron más frecuentes en registros de menor edad, mientras que los estadios dentales más desarrollados correspondieron a grupos de edades superiores, con ligeras diferencias descriptivas según el sexo.

La concordancia observada entre los estadios C y D de Demirjian con la etapa CS3, y entre los estadios E, F y G con CS4, respalda el uso del segundo molar inferior como indicador adicional para establecer una estimación del periodo de crecimiento puberal. A pesar de ello, su evaluación debe complementarse con el posterior análisis esquelético y clínico, pues no se constata una equivalencia precisa entre todos los estadios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adil, S., Islam, Z. U., Kareem, K., Raza, H. A., Tauheed, S., & Hassan, S. Correlation of Dental and Skeletal Maturity Using Demirjian and Cervical Vertebral Maturation Indices in Orthodontic Patients. *Journal of Gandhara Medical and Dental Science*, 2022:9(4).
2. Batista-González, N. M., Díaz-Collera, R., Corría-Santana, Y., Rodríguez-González, L., & García-González, V. El método de baccetti como herramienta estratégica para la Ortodoncia en cuba: Una revisión bibliográfica. *Evento Internacional Estomatología*, 2025:8.
3. Bint-e-Nasir, Z., Jan, A., Khalid, Z., Tariq, Q. u., Zia, R., & Arshad, N. Skeletal Maturity Assessment using Mandibular Canine Calcification Stages. *Pakistan Armed Forces Medical Journal*, 2023:73(2), 464-467.
4. Briones-Reyes, J. L., Meléndez-Wong, C. A., Favela-Flores, S., Martínez-Martínez, M. A., Valdés-Abularach, L. P., & Hachity-Ortega, J. A. Análisis comparativo entre edad cronológica, edad ósea y edad dental en los niños de Torreón, Coahuila. *Revista de la Academia Mexicana de Odontología Pediátrica*, 2022:34(1), 10-14.

5. Buenaventura, C., Lago, R., Fernández, A., Álvarez-Vaz, R., & Picapedra, A. Estimación de la edad por medio del grado de mineralización dental: método de Demirjian. *Odontoestomatología*, 2022:24(40).
6. Campoverde, L. G., Ochoa, B. R., Campoverde, D. G., Cantero, L. S., & Soto, A. R. Relación del crecimiento sagital de los maxilares y el índice de maduración cervical. *Investigación Clínica*, 2023:63(2), 115-125.
7. Castillo-Páez, J. A., Villasmil-Suárez, L. G., & Guada-Melet, N. V. Skull-facial anthropometric traits of forensic odontologic interest for estimating sex, race, and age. Review of the literature. *Revista Científica Odontológica*, 2021:9(1), 1-10.
8. Dadgar, S., Hadian, M., Farhad, S., & Rakhshan, V. Correlations among chronological age, cervical vertebral maturation index, and Demirjian developmental stage of the maxillary and mandibular canines and second molars. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 2020:43, 131-143.
9. De Melo, K. C., Gimenez, C. M., Gomes, V. F., Bertoz, A. M., Bertoz, F. A., & Moreira, A. G. Revisão sistemática dos métodos de correlação entre a idade dentária e cronológica em função das análises de Demirjian. *Revista Brasileira de Criminalística*, 2020:9(2), 123-133.
10. Ercan, D. E., & Yüksel, S. Skeletal, dental, and sexual maturation as an indicator of pubertal growth spurt. *American Journal of Human Biology*, 2023:35(12), e23957.
11. Fajardo Morales, J. S., Portilla Guamán, A. F., Verdugo Tinitana, V. I., & Reinoso Quezada, S. Correlación entre la edad cronológica y dental con los estadios de maduración vertebral. *Revista ADM*, 2024:81(3), 138-146.
12. Ferrillo, M., Curci, C., Rocuzzo, A., Migliario, M., Invernizi, M., & de Sire, A. Reliability of cervical vertebral maturation compared to hand-wrist for skeletal maturation assessment in growing subjects: A systematic review. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 2021:34(6), 925-936.
13. Ferrillo, M., Pascale, R., Cingolani, M., Mazzoni, A., Gaudio, R. M., Di Vella, G., y otros. Skeletal maturation evaluation: which is the reliability of dental maturation indexes? A systematic review. *Acta Odontologica Scandinavica*, 2024:82(5), 1-14.
14. Magalhaes, M. I., Machado, V., Mascarenhas, P., Botelho, J., Mendes, J. J., & Delgado, A. S. Chronological age range estimation of cervical vertebral maturation using Baccetti method: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics*, 2022:44(5), 1460-2210.
15. Martínez Roque, K. M., & Ardón, E. Madurez esquelética: el descubrimiento de la edad biológica a través de los métodos de evaluación de vértebras cervicales Baccetti y carpal de Fishman. *Revista Minerva*, 2021:4(1), 51-62.
16. Vasquez Pacheco, Z., Cadena Carrera, A., Limonchi Palacio, L. V., Lehmann Mendoza, J. M., & López Alvarado, M. Á.. Correlación del método de maduración esquelética de Baccetti con los estadios de calcificación dental del método de Demirjian en pacientes de la UJAT. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria*, 2025:9(6), 1-14.

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN

«Conceptualización y diseño: Jeremy Laz, William Ubilla, Tanya Moreira; Revisión bibliográfica: Jeremy Laz, William Ubilla; Metodología y validación: Jeremy Laz, William Ubilla; Análisis formal: Jeremy Laz, William Ubilla, Tanya Moreira; Investigación y recopilación de datos: Jeremy Laz; Recursos: Tanya Moreira; Análisis e interpretación de datos: Jeremy Laz, William Ubilla; Redacción: preparación del borrador original: Jeremy Laz; Redacción: revisión y edición: Jeremy Laz, William Ubilla, Tanya Moreira; Supervisión: William Ubilla, Tanya Moreira; Administración del proyecto: Jeremy Laz, William Ubilla; Obtención de financiación: No aplica».

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores señalan que no existe conflicto de intereses durante la realización del trabajo de investigación, además solo fue sometido a la Revista Científica "Especialidades Odontológicas UG" para su revisión y publicación.

FINANCIAMIENTO

Los autores indican la utilización de fondos propios para la elaboración del trabajo de investigación.

COPYRIGHT



Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución No Comercial Sin Derivadas (CC BY-NC-ND). Se permite su uso, distribución o reproducción en otros medios, siempre que se otorgue el crédito correspondiente al autor o autores originales y al titular de los derechos de autor, y que se cite la publicación original en esta revista, de acuerdo con las prácticas académicas aceptadas. No se permite ningún uso, distribución o reproducción que no cumpla con estos términos.

COMO CITAR:

Laz Medina JA. Ubilla Mazzini W. Moreira Campuzano T. Mineralización del segundo molar inferior y maduración vertebral cervical como indicadores del pico de crecimiento puberal en pacientes pediátricos. *Revista Científica Especialidades Odontológicas UG*. 2026:9(2):15-24