

EVALUACIÓN DE LA MADURACIÓN ÓSEA VERTEBRAL EN POBLACIÓN AFRODESCENDIENTES E INDÍGENA COLOMBIANA ENTRE 8-10 AÑOS

Evaluation of Vertebral Bone Maturation in Afro-Descendant and Indigenous Colombian Children Aged 8 to 10 Years

Natalia González Rodríguez

Odontóloga, Residente especialización en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar

e-mail: ngonzalezr@unicoc.edu.co

Noel Antonio Bedoya

Odontólogo, Especialización en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar

e-mail: nbedoya@unicoc.edu.co

Carlos Humberto Martinez Cajas

Odontólogo, Magister en Epidemiología, Especialización en Pedagogía y docencia, Especialización en informática educativa, Especialización en Gerencia de servicios de salud.

e-mail: cmartinezc@unicoc.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4392-8453>

Institución Universitaria Colegios de Colombia – UNICOC

EVALUACIÓN DE LA MADURACIÓN ÓSEA VERTEBRAL EN POBLACIÓN AFRODESCENDIENTES E INDÍGENA COLOMBIANA ENTRE 8-10 AÑOS

RESUMEN

Objetivo: Describir y comparar los estadios de maduración vertebral cervical (MVC) en niños afrodescendientes e indígenas colombianos de 8 a 10 años.

Materiales y Métodos: Se realizó un estudio observacional de corte transversal con 91 participantes (38 afrodescendientes, 53 indígenas). Se analizaron radiografías cefálicas laterales de archivo, clasificando el estadio de MVC (CS1-CS6) según el método de Baccetti et al. Se emplearon estadísticas descriptivas y pruebas no paramétricas (Mann-Whitney) para comparar grupos, con un nivel de significancia del 5%.

Resultados: La mayoría de los participantes se ubicó en CS1 (45.1%) y CS2 (40.7%). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la distribución de los estadios de MVC entre los grupos étnicos ($p=0.529$). Sin embargo, se observó una asociación significativa entre la edad cronológica y el estadio de MVC ($p=0.035$), evidenciando una progresión en la maduración con la edad. La distribución por sexo no mostró diferencias significativas ($p=0.557$).

Conclusión: Los niños afrodescendientes e indígenas de 8 a 10 años presentan predominantemente estadios prepuberales de maduración vertebral (CS1 y CS2), sin diferencias significativas entre etnias. La variabilidad interindividual observada refuerza la utilidad del método CVM sobre la edad cronológica para evaluar la edad biológica en poblaciones diversas.

Palabras clave: Maduración Vertebral Cervical, Edad Ósea, Ortodoncia, Afrodescendientes, Indígenas, Crecimiento Craneofacial, Colombia.

CERVICAL VERTEBRAL MATURATION IN AFRO-DESCENDANT AND INDIGENOUS COLOMBIAN CHILDREN AGED 8–10 YEARS

ABSTRACT

This study aimed to describe and compare the stages of cervical vertebral maturation (CVM) in Afro-descendant and Indigenous Colombian children aged 8 to 10 years. An observational cross-sectional study was conducted with 91 participants (38 Afro-descendant and 53 Indigenous). Lateral cephalometric radiographs from institutional records were analyzed, and CVM stages (CS1–CS6) were classified according to the method proposed by Baccetti et al. Descriptive statistics and non-parametric tests (Mann–Whitney U) were applied to compare groups, with a significance level of 5%.

Most participants were classified in stages CS1 (45.1%) and CS2 (40.7%). No statistically significant differences were found in the distribution of CVM stages between ethnic groups ($p = 0.529$). However, a significant association was observed between chronological age and CVM stage ($p = 0.035$), indicating progressive skeletal maturation with age. Sex distribution showed no significant differences ($p = 0.557$).

It is concluded that Afro-descendant and Indigenous Colombian children aged 8 to 10 years predominantly present prepubertal stages of vertebral maturation (CS1 and CS2), with no significant differences between ethnicities. The interindividual variability observed reinforces the usefulness of the CVM method over chronological age for assessing biological maturity in diverse populations.

KEYWORDS:

Cervical Vertebral Maturation, Bone Age, Orthodontics, Afro-descendants, Indigenous Populations, Craniofacial Growth, Colombia.

EVALUACIÓN DE LA MADURACIÓN ÓSEA VERTEBRAL EN POBLACIÓN AFRODESCENDIENTES E INDÍGENA COLOMBIANA ENTRE 8-10 AÑOS

INTRODUCCIÓN

La maduración biológica es un proceso complejo que comprende transformaciones anatómicas, fisiológicas, hormonales y genéticas que ocurren a lo largo del crecimiento humano hasta alcanzar la adultez. Este proceso varía entre los individuos debido a factores locales, ambientales y hereditarios que influyen en su ritmo de desarrollo (1). En este contexto, la maduración ósea se considera un indicador más preciso del crecimiento general que la edad cronológica, ya que refleja con mayor fidelidad el estado biológico del individuo (2).

Diversos métodos han sido propuestos para estimar el grado de madurez, entre ellos la edad cronológica, el desarrollo dental, la estatura, el peso, la maduración sexual y el desarrollo esquelético o vertebral (3). En ortodoncia y ortopedia maxilar, conocer los estadios de maduración ósea es esencial, pues permite determinar los periodos de crecimiento ideales para intervenir de manera oportuna y corregir anomalías dentales y esqueléticas en los planos sagital, transversal y vertical (1).

Durante la infancia y adolescencia, la valoración del crecimiento cobra relevancia clínica, ya que el pico de crecimiento puberal (PCP) marca la etapa de máxima aceleración del desarrollo, la cual varía entre los individuos. Por ello, la edad esquelética y los métodos de maduración ósea, como el carpograma o la evaluación vertebral, ofrecen parámetros más objetivos para estimar dicho crecimiento (4). Aunque la radiografía de mano-muñeca ha sido ampliamente utilizada, su interpretación presenta limitaciones por la variabilidad sexual y la exposición adicional a radiación, por lo que el análisis de vértebras cervicales mediante cefalogramas laterales surge como una alternativa confiable (5)(6).

La maduración vertebral constituye un proceso biológico que refleja el desarrollo progresivo de las vértebras y permite estimar la edad esquelética mediante la observación de cambios morfológicos y de osificación en la columna cervical (7)(11). Este método ha sido validado frente al análisis carpal, demostrando una correlación positiva entre ambos (10). Además, se han desarrollado técnicas innovadoras, desde métodos lineales y angulares hasta modelos basados en aprendizaje profundo, que aumentan la objetividad y precisión del diagnóstico (8)(9).

En ortodoncia, la determinación de la maduración esquelética resulta decisiva para definir el momento adecuado del tratamiento. Los aparatos funcionales, por ejemplo, muestran mayor efectividad durante el pico de crecimiento mandibular, aunque este no es uniforme para todos los pacientes (13)(14). Por ello, evaluar

correctamente el estado de maduración cervical permite optimizar los resultados terapéuticos y prevenir intervenciones prematuras o tardías (3)(18).

Dado que la población colombiana se caracteriza por su diversidad étnica — resultado de la mezcla entre ascendencias europea, afrodescendiente y amerindia—, el estudio del ritmo de maduración ósea en diferentes grupos poblacionales se vuelve fundamental. Comprender cómo varía este proceso entre afrodescendientes e indígenas permitirá identificar posibles diferencias en el desarrollo esquelético y adaptar los protocolos diagnósticos y de tratamiento a las características propias de cada grupo (4)(2).

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio y población

Se realizó un estudio observacional de corte transversal. La población objetivo consistió en niños entre 8 y 10 años de edad: afrodescendientes de Villa Rica (Cauca) e indígenas de la comunidad Ticuna en Leticia (Amazonas). La muestra final incluyó 58 radiografías cefálicas laterales de archivo (38 del grupo afrodescendiente y 20 del grupo indígena), obtenidas de estudios previos avalados por el comité de ética institucional.

Criterios de Selección

Los criterios de inclusión fueron: imágenes radiográficas en buen estado pertenecientes a los grupos étnicos y edades definidas. Se excluyeron las radiografías donde los cuerpos de las vértebras cervicales C2-C4 no fueran claramente visibles.

Recolección de Datos y Variable Principal

La variable principal fue el estadio de maduración vertebral cervical (MVC), clasificado en CS1 a CS6 según los criterios morfológicos de Baccetti et al. [21].

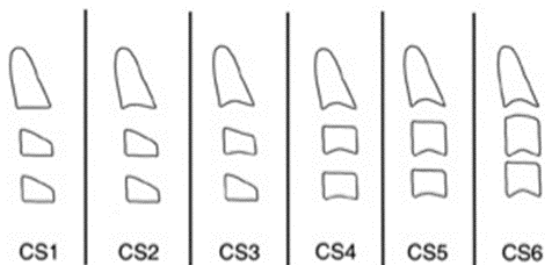


Figura 1. Estadios de maduración ósea vertebral

Las variables secundarias fueron: grupo étnico (afrodescendiente/indígena), edad (8, 9, 10 años) y sexo (masculino/femenino). La evaluación radiográfica fue

realizada por un observador previamente calibrado, estableciendo una concordancia intraobservador e interobservador con un Kappa ponderado ≥ 0.8 .

Análisis Estadístico

El análisis se realizó con el software IBM SPSS v25.0. Se utilizaron frecuencias absolutas y relativas para describir las variables cualitativas. La comparación de los estadios de MVC entre grupos étnicos y sexo se realizó con la prueba U de Mann-Whitney. La asociación entre la edad y los estadios de MVC se evaluó con tablas de contingencia y la prueba de Chi-cuadrado. El nivel de significancia se estableció en $p < 0.05$.

Consideraciones Éticas

El estudio fue catalogado como "sin riesgo" según la Resolución 008430 de 1993 de Colombia, por utilizar imágenes de archivo. Se mantuvo la confidencialidad de los datos mediante la utilización de códigos anónimos.

RESULTADOS

Se incluyó un total de 91 participantes, de los cuales 38 (%) hacían parte de la muestra de afrodescendientes y 53 (%) a indígenas. La distribución por grupos muestra que el 30.8% de la muestra corresponde a la edad de 8 años, 38.5% a 9 años, y el 30.8% a 10 años, mostrando que no hay diferencias entre los grupos étnicos

En la variable sexo 49 de los participantes fueron mujeres (%) y 42 hombres (%), observándose una leve predominancia femenina, mostrando que no hay diferencias entre los grupos étnicos

Tabla 1. Frecuencias y porcentajes del grupo étnico, edad y sexo

		n	%
Población	Afrodescendiente	38	41,8%
	Indígenas	53	58,2%
Edad	8	28	30,8%
	9	35	38,5%
	10	28	30,8%
Sexo	Mujer	49	53,8%
	Hombre	42	46,2%

Respecto a los estadios de maduración cervical el 45.1% de los participantes se encontraban en el estadio 1, el 40,7% en el estadio 2, el 13,2% en el estadio 3, y

solo el 1,1% en estadio 4. La mayoría de la población tanto indígenas como afrodescendientes pertenecen al estadio 1 y 2.

La mayoría de la población afrodescendiente se encuentra en el estadio 1 (52,6%) mientras que la población indígena en el estadio 2 (45,3%), ambas poblaciones tuvieron un mismo porcentaje en el estadio 3 (13,2%) y solo se halló una persona en estadio 4 que pertenecía a la población indígena (1.9%)

Aunque se encontró una mayor frecuencia de estadio 1 en afrodescendientes y de estadio 2 en indígenas, la comparación de los 2 grupos no mostro una diferencia estadísticamente significativa ($p= 0,529$).

Tabla 2: comparación de los estadios de maduración cervical entre poblaciones afrodescendiente e indígena

		Población				
		Afrodescendiente		Indígenas		
		n	%	n	%	p
Estadio	1	20	52,6%	21	39,6%	0,529
	2	13	34,2%	24	45,3%	
	3	5	13,2%	7	13,2%	
	4	0	0,0%	1	1,9%	

En el grafico 1 se encuentra que en el estadio 1 los afrodescendientes presentan mayor proporción que los indígenas, en el estadio 2 la situación es contraria, los indígenas presentan una mayor proporción, en el estadio 3 las proporciones son similares y en el 4 hay un pequeño porcentaje de indígenas pero ninguno de afrodescendientes.

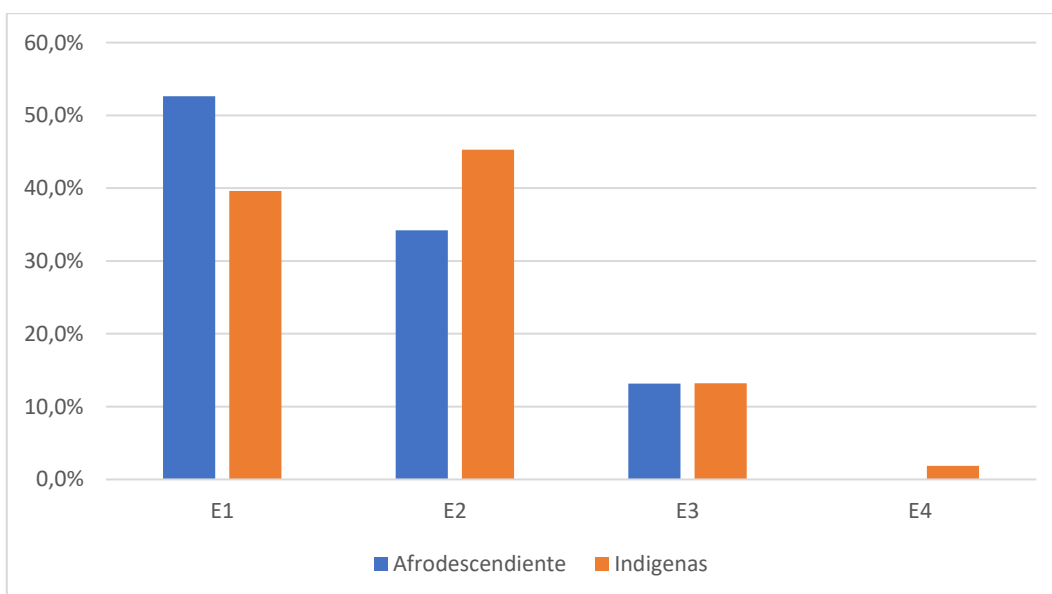


Fig2. Distribución porcentual de los estadios de maduración cervical según grupo étnico

Al hacer la comparación por grupos de edad con los estadios de maduración cervical, se evidencia una relación estadísticamente significativa ($p=0.035$). En el grupo de 8 años los niños se encontraban estadios 1 (53.6%) y 2 (46.4%), a medida que aumenta la edad así mismo avanza el estadio de maduración cervical, en el grupo de 9 años el (14.3%) se encontraba en estadio 3, mientras que el grupo de 10 años (25%) en el estadio 3 y (3,6%) en el estadio 4. Hay una tendencia a que los niños de mayor edad presenten estadios más avanzados.

Tabla 3. Relación entre edad y estadios de maduración cervical

		Edad							
		8		9		10			
		n	%	n	%	n	%	p	
Estadio	1	15	53,6%	15	42,9%	11	39,3%	0,035	
	2	13	46,4%	15	42,9%	9	32,1%		
	3	0	0,0%	5	14,3%	7	25,0%		
	4	0	0,0%	0	0,0%	1	3,6%		

Se observó que la mayoría de los niños de 8 años se encontraba en los estadios iniciales el 53.6% en el estadio 1 y el 46,4% en el 2; una tendencia similar se evidencio en los niños de 9 años, con el 43.5% en el estadio 1 y el 43.5% en el estadio 2, sin embargo, un 13,0% ya presentaba un estadio 3. Los niños de 10 años se evidencio una tendencia hacia los estadios de maduración más avanzados en los niños de 10 años

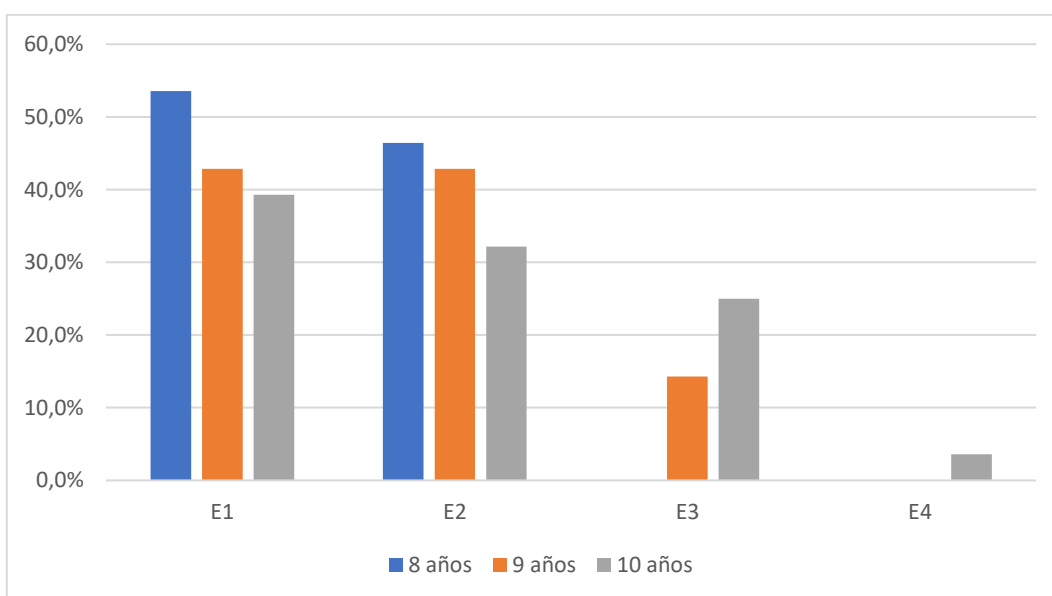


Fig3. Comparación de los estadios de maduración cervical por edad

Con respecto a los estadios de maduración cervical y el sexo se encuentra que la distribución fue similar entre hombres y mujeres. En los estadios 1 y 2 se observaron proporciones comparables entre ambos sexos, el 40.8% de las mujeres se encontraba en el estadio 1 y el 40.8% en el 2, mientras que en los hombres estas proporciones fueron del 50.0% y 40.5%. En los estadios mas avanzados se registró una mayor proporción de mujeres, en comparación con los hombres, sin embargo, no hubo una diferencia significativa.

Tabla 4. Distribución de los estadios de maduración cervical según el sexo

		Sexo				
		Mujer		Hombre		
		n	%	n	%	p
Estadio	1	20	40,8%	21	50,0%	0,557
	2	20	40,8%	17	40,5%	
	3	8	16,3%	4	9,5%	
	4	1	2,0%	0	0,0%	

El análisis de distribución de los estadios de maduración cervical por sexo evidencio patrones similares en los estadios iniciales; en el estadio 1 se encontraban el 40,8% de las mujeres y el 50,0% de los hombres, en el estadio 2 el 40.8% de las mujeres y el 40,5% de los hombres. En estadios el estadio 3 hubo una mayor proporción de las mujeres 16.3% en comparación de los hombres 9,5% mientras que en el estadio 4 solo se ubicaron mujeres 2,0%

Fig4. Comparación de la distribución de estadios de maduración cervical entre mujeres y hombres

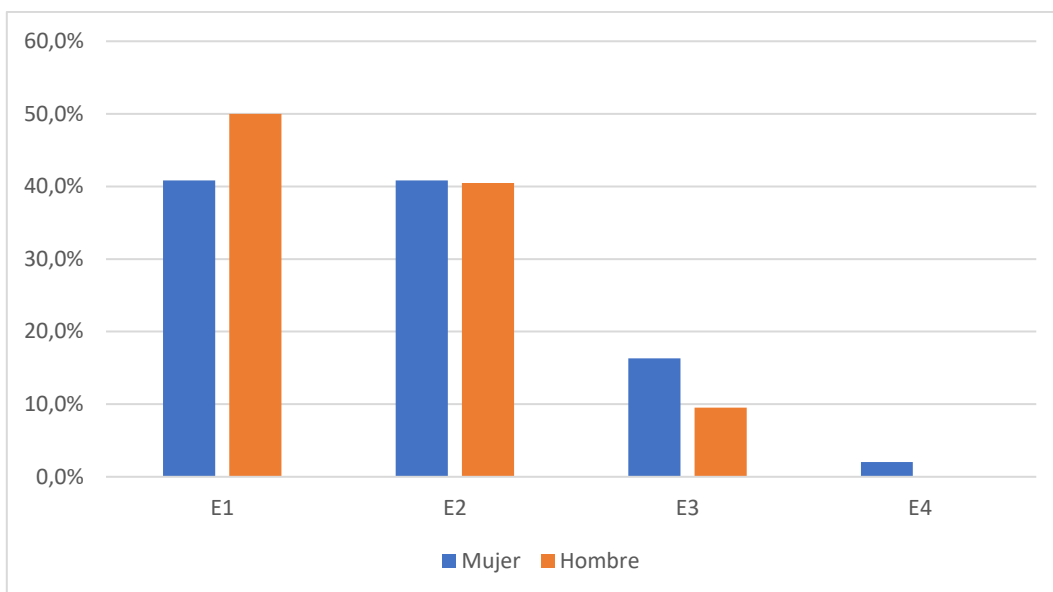
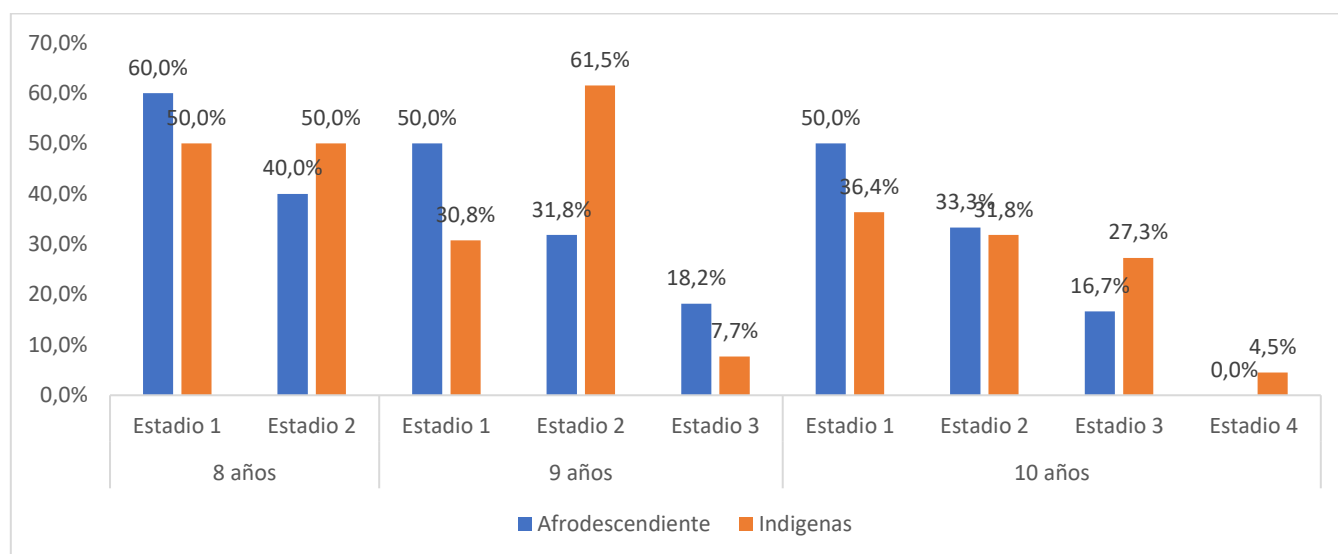


Tabla 5. Distribución porcentual de los estadios de maduración vertebral cervical según edad y grupo étnico

		Afrodescendiente	Indígenas
8 años	Estadio 1	60,0%	50,0%
	Estadio 2	40,0%	50,0%
9 años	Estadio 1	50,0%	30,8%
	Estadio 2	31,8%	61,5%
	Estadio 3	18,2%	7,7%
10 años	Estadio 1	50,0%	36,4%
	Estadio 2	33,3%	31,8%
	Estadio 3	16,7%	27,3%
	Estadio 4	0,0%	4,5%

Se evidencia que la mayoría de los niños afrodescendientes e indígenas entre los 8 y 10 años se encuentran en los estadios CS1 y CS2, correspondientes a las fases iniciales de maduración vertebral cervical. A los 8 años predominaron los estadios prepuberales en ambos grupos, mientras que a los 9 años se observó un avance hacia CS2 más marcado en los niños indígenas (61,5 %) que en los afrodescendientes (31,8 %). A los 10 años, aunque ambos grupos mantuvieron una alta proporción en CS1 y CS2, se identificó una mayor presencia de CS3 y CS4 en la población indígena (31,8 % en conjunto) frente a la afrodescendiente (16,7 % en CS3 y ausencia de CS4).

Fig 6. Distribución porcentual de los estadios de maduración vertebral cervical (CS1–CS4) según edad y grupo étnico



En términos generales, se evidencia que la mayoría de los participantes de ambos grupos se encuentran en los estadios CS1 y CS2, correspondientes a las fases prepuberales del crecimiento.

A los 8 años, los estadios iniciales predominaron de forma similar en ambos grupos, con una distribución equilibrada entre CS1 y CS2 (60 % y 40 % en afrodescendientes; 50 % y 50 % en indígenas, respectivamente). A los 9 años, se observó una tendencia hacia estadios más avanzados en el grupo indígena, en el cual CS2 fue el más frecuente (61,5 %), mientras que en los afrodescendientes persistió un predominio del CS1 (50 %). A los 10 años, ambos grupos mostraron un avance en la maduración vertebral; sin embargo, los niños indígenas presentaron una mayor proporción de individuos en CS3 (27,3 %) y CS4 (4,5 %), frente al grupo afrodescendiente, donde predominó CS1 (50 %) y no se registraron casos en CS4.

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio evidencian que la mayoría de los niños afrodescendientes e indígenas colombianos entre los 8 y 10 años se ubicaron en los estadios CS1 y CS2 de maduración vertebral cervical, lo que coincide con los hallazgos descritos por Baccetti et al. (2005) en población caucásica norteamericana, donde los estadios iniciales fueron representativos de la fase prepuberal del crecimiento mandibular. Esta similitud sugiere que, a pesar de las diferencias étnicas y ambientales entre poblaciones, la secuencia morfológica del desarrollo vertebral sigue un patrón biológico universal, sustentando la

aplicabilidad del método de Baccetti en diversas regiones y grupos étnicos (17)(21).

La revisión sistemática "Efficacy of the Cervical Vertebral Maturation Method" respalda estos resultados al reportar que más del 80% de los individuos evaluados en edades prepuberales se encuentran en CS1 y CS2, considerándolos fases pre-pico del crecimiento mandibular. Sin embargo, en la presente investigación se observaron casos en estadios más avanzados (CS3: 6,3%; CS4: 0,7 %) dentro del mismo rango etario, lo cual podría reflejar una mayor variabilidad interindividual en el inicio del crecimiento puberal. Dicha variabilidad puede estar modulada por factores genéticos, nutricionales y ambientales propios del contexto colombiano, lo que coincide con lo reportado por Sierra-Castillejos y Barradas-Viveros (2024), quienes destacaron que las diferencias en la expresión del crecimiento son atribuibles a la interacción multifactorial entre la herencia y el entorno (17) (22).

Los hallazgos de Flores-Mir et al. (2006) también aportan evidencia complementaria al demostrar una correlación positiva ($r = 0,72$) entre los métodos de maduración de Fishman (carpal) y de vértebras cervicales, lo que confirma la validez diagnóstica del CVM como alternativa fiable sin requerir radiografías adicionales. Esta correlación moderadamente alta respalda el uso clínico del método en estudios poblacionales, aunque los autores señalan que las variaciones individuales en la maduración pueden limitar su aplicabilidad para predicciones de crecimiento a nivel individual. En el presente estudio, la observación de individuos en estadios CS3 y CS4 en edades tempranas podría reflejar justamente esta heterogeneidad biológica. (13).

Por otra parte, Reverte-Salazar et al. (2019) encontraron una correlación del 72% entre la edad cronológica y la maduración vertebral, y del 66% entre la edad dental y la maduración ósea, evidenciando que la edad cronológica por sí sola no es un indicador preciso del desarrollo biológico. Estos resultados coinciden con los de nuestra investigación, donde la edad cronológica no mostró diferencias estadísticamente significativas entre grupos étnicos, pero sí una amplia dispersión interindividual en los estadios de maduración. Tal concordancia refuerza el valor del análisis vertebral como herramienta diagnóstica más sensible para estimar la edad biológica que los indicadores cronológicos convencionales (2).

De manera complementaria, Lazo y Cosio (2022) reportaron en población peruana una correlación alta entre los estadios de maduración vertebral cervical (CVM) y los estadios de calcificación dental según el método de Demirjian, con coeficientes rho de 0,735 para el canino, 0,780 para el segundo premolar y 0,863 para el segundo molar. Estos hallazgos refuerzan la utilidad del CVM como marcador de maduración biológica y sustentan su validez al compararse con otros métodos de evaluación esquelética. Además, los autores destacan que la combinación de indicadores (edad dental y CVM) mejora la precisión diagnóstica frente al uso

aislado de un solo método, lo que resulta especialmente relevante en poblaciones con variabilidad interindividual marcada, como las latinoamericanas (23).

En la misma línea, Sierra-Castillejos y Barradas-Viveros (2024) observaron en una amplia muestra mexicana ($n = 800$) una correlación positiva entre la edad cronológica y los estadios de CVM, ubicando el pico de crecimiento (CS3) en torno a los $13,4 \pm 1,1$ años, sin diferencias significativas entre sexos. Estos datos apoyan la hipótesis de que la secuencia CVM se mantiene constante entre poblaciones, pero con desplazamientos en la edad de aparición de cada estadio dependiendo del origen étnico, la nutrición y el entorno ambiental (24).

Asimismo, estudios desarrollados en Cali, Colombia, y en poblaciones ecuatorianas (Reverte-Salazar et al., 2019; Castro & Quiroz, 2018) evidenciaron una correlación alta entre edad cronológica y maduración vertebral, así como un adelanto del estadio CS3 en mujeres (aproximadamente a los 12 años) respecto a los hombres (13 años). Esta diferencia sexual concuerda con la literatura internacional y refuerza la necesidad de considerar el sexo biológico en la interpretación de los estadios de maduración. (2)(25)

También se encuentra correlación con lo reportado por García-García et al. (2016) en su investigación “Evaluación de los estadios de maduración ósea mediante el estudio de vértebras cervicales, según el método de Baccetti”, realizada en población infantil y adolescente de Medellín. Estos autores encontraron que los estadios CS1 y CS2 fueron los más frecuentes en los niños menores de 11 años, mientras que CS3 y CS4 aparecieron principalmente a partir de los 12 años, confirmando la correspondencia de los estadios iniciales con la fase prepuberal y de los intermedios con el pico de crecimiento puberal. Además, reportaron una correlación positiva entre la edad cronológica y el estadio vertebral, aunque señalaron, al igual que en el presente trabajo, una notable variabilidad interindividual en la cronología de aparición de cada estadio (26).

En conjunto, estos hallazgos reafirman la robustez del método de Baccetti y su aplicabilidad clínica en poblaciones diversas. Sin embargo, la variabilidad interindividual observada —con presencia de CS3 y CS4 en niños de 8 a 10 años— sugiere la influencia de factores genéticos, nutricionales y socioeconómicos en la cronología del desarrollo. En este sentido, la creación de estándares locales basados en estudios multicéntricos y longitudinales permitiría optimizar la estimación del pico de crecimiento mandibular en niños colombianos de distintos grupos étnicos.

Entre las fortalezas del presente estudio se destaca la inclusión de dos grupos étnicos representativos de la diversidad genética colombiana, lo cual aporta información valiosa para establecer patrones normativos locales. Además, la utilización del método de Baccetti, ampliamente validado internacionalmente, permite la comparación directa con otras poblaciones y minimiza el riesgo de exposición radiográfica adicional. No obstante, entre las debilidades se reconoce

el tamaño muestral limitado y el diseño transversal, que restringen la inferencia causal y la evaluación longitudinal del crecimiento.

Finalmente, los resultados obtenidos coinciden con la literatura internacional al confirmar que la maduración vertebral cervical progresa siguiendo una secuencia estable, aunque influenciada por la variabilidad individual y los factores contextuales. La similitud en los patrones de maduración entre afrodescendientes e indígenas colombianos y otras poblaciones apoya la validez externa del método CVM, pero también plantea la necesidad de estudios longitudinales y multicéntricos que permitan establecer estándares propios de referencia para Latinoamérica (Lazo & Cosio, 2022; Sierra-Castillejos & Barradas-Viveros, 2024; Reverte-Salazar et al., 2019). (2)(22)(23)

CONCLUSIÓN

La población de niños afrodescendientes e indígenas colombianos de 8 a 10 años se caracteriza por una predominancia de los estadios prepuberales de maduración vertebral cervical (CS1 y CS2).

No existen diferencias significativas en el perfil de maduración ósea vertebral entre los grupos étnicos afrodescendiente e indígena dentro del rango de edad estudiado.

La significativa asociación entre la edad y el estadio de MVC, junto con la variabilidad interindividual observada, refuerza la superioridad del método CVM sobre la edad cronológica para la evaluación de la madurez esquelética en la práctica clínica.

Se recomienda la realización de estudios longitudinales con muestras más amplias y diversos grupos étnicos para establecer curvas de referencia específicas para la población pediátrica latinoamericana, optimizando así la planificación de tratamientos interceptivos y ortopédicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Al Servicio, C. E., Pueblo, D., & De Odontología, C. (s/f). UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA. Edu.ec. Recuperado el 15 de septiembre de 2023, de <https://dspace.ucacue.edu.ec/bitstream/ucacue/14375/1/CAPITULO%20DE%20LIBRO%20ANTON%20GOMEZ%20JUAN.pdf>
2. Reverte-Salazar, María Guadalupe, Rosales-Berber, Miguel Ángel, Pozos-Guillén, Amaury de Jesús, Garrocho-Rangel, José Arturo, Torre-Delgadillo, Adriana, & Esparza-Villalpando, Vicente. (2019). Correlación entre la Edad Cronológica y Dental con los Estadios de Maduración Vertebral en Pacientes de 5 a 15 Años. *International Journal of Morphology*, 37(2), 548-553. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022019000200548>
3. San Román, P., Palma, J. C., Oteo, M. D., & Nevado, E. (2002). Skeletal maturation determined by cervical vertebrae development. *European journal of orthodontics*, 24(3), 303–311. <https://doi.org/10.1093/ejo/24.3.303>
4. Antonio Bedoya Julio César Osorio Julián Andrés Tamayo. (2013). <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/01/877734/3-bedoya-maduracion-osea-bjork.pdf>. *Estomatología y salud*, 21(2), 7.
5. Santiago, R. C., de Miranda Costa, L. F., Vitral, R. W., Fraga, M. R., Bolognese, A. M., & Maia, L. C. (2012). Cervical vertebral maturation as a biologic indicator of skeletal maturity. *The Angle orthodontist*, 82(6), 1123–1131. <https://doi.org/10.2319/103111-673.1>
6. Cericato, G. O., Bittencourt, M. A., & Paranhos, L. R. (2015). Validity of the assessment method of skeletal maturation by cervical vertebrae: a systematic review and meta-analysis. *Dento maxillo facial radiology*, 44(4), 20140270. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20140270>
7. Greulich, W. W., & Pyle, S. I. (1959). *Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist*. Stanford University Press.
8. (2023). Cervical Vertebral Maturation: An Objective Staging System. doi: 10.21203/rs.3.rs-2768705/v1
9. Olivia, Piona, Sahelangi. (2023). Penilaian Maturasi Tulang Vertebra Servikalis dan Maturasi Gigi pada Pasien Ortodonti Usia 9-11 tahun di RSGM-P FKG USAKTI. *Jurnal Kedokteran Gigi Terpadu*, 5(1) doi: 10.25105/jkgt.v5i1.16884
10. (2023). A Novel Continuous Classification System for the Cervical Vertebrae Maturation (CVM) Stages Using Convolutional Neural Networks. doi: 10.21203/rs.3.rs-2954041/v1
11. Martin, D. D., Neuhof, J., Jenni, O. G., Ranke, M. B., & Thodberg, H. H. (2014). Validation of bone age methods by their ability to predict adult height. *Hormone Research in Paediatrics*, 81(1), 7-13.
12. Merzoug, V., Gabet, Y., & Merzoug, S. (2019). Advances in imaging bone marrow: a review. *F1000Research*, 8, F1000 Faculty Rev-2038.

13. Flores-Mir, C., Burgess, C. A., Champney, M., Jensen, R. J., Pitcher, M. R., & Major, P. W. (2006). Correlation of skeletal maturation stages determined by cervical vertebrae and hand-wrist evaluations. *The Angle orthodontist*, 76(1), 1–5. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2006\)076\[0001:COSMSD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2006)076[0001:COSMSD]2.0.CO;2)
14. Perinetti, G., Braga, C., Contardo, L., & Primožic, J. (2020). Cervical vertebral maturation: Are postpubertal stages attained in all subjects?. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 157(3), 305–312. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.03.026>
15. Ni, Liao., Jian, Dai., Qiaoyong, Zhong., Shuixue, Mo. (2022). iCVM: An Interpretable Deep Learning Model for CVM Assessment Under Label Uncertainty. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 26:4325-4334. doi: 10.1109/JBHI.2022.3179619
16. Masrour, Makaremi., Camille, Lacaule., Ali, Mohammad-Djafari. (2020). Determination of the Cervical Vertebra Maturation Degree from Lateral Radiography. 33(1):30-. doi: 10.3390/PROCEEDINGS2019033030
17. Sierra Castillejos, E., & Barradas Viveros, J. R. (2024). Estudio de correlación entre edad cronológica y maduración ósea en vértebras cervicales. *UVserva*, (17), 158–174. <https://doi.org/10.25009/uvs.vi17.2961>
18. James, A., McNamara., Lorenzo, Franchi. (2018). The cervical vertebral maturation method: A user's guide.. *Angle Orthodontist*, 88(2):133-143. doi: 10.2319/111517-787.1
19. Franchi, L., Nieri, M., Lomonaco, I., McNamara, J. A., & Giuntini, V. (2021). Predicting the mandibular growth spurt. *The Angle orthodontist*, 91(3), 307–312. <https://doi.org/10.2319/080220-676.1>
20. Alvarado-Torres, Emerik, Gutiérrez-Rojo, Jaime Fabián, & Rojas-García, Alma Rosa. (2016). Comparación de la Maduración Ósea de Vértebras Cervicales Utilizando los Métodos de Baccetti y Lamparski en Pacientes de 8 a 15 Años. *International journal of odontostomatology*, 10(1), 63-67. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X201600010001136>.
21. Baccetti, T., Franchi, L., & McNamara, J. A., Jr. (2005). The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Seminars in Orthodontics*, 11(3), 119–129. <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2005.04.005>
22. Lucchese, A., Bondemark, L., Farronato, M., Rubini, G., Gherlone, E. F., Lo Giudice, A., & Manuelli, M. (2022). Efficacy of the cervical vertebral maturation method: A systematic review. *Turkish Journal of Orthodontics*, 35(1), 55–66. <https://doi.org/10.5152/TurkJOrthod.2022.21003>
23. Lazo, L. (2019). Correlación entre los estados de maduración de las vértebras cervicales y los estadios de calcificación dental del canino inferior izquierdo,

segundo premolar inferior izquierdo y segundo molar inferior izquierdo y la edad cronológica. *Ciencia y desarrollo*, 22(2), 67. <https://doi.org/10.21503/cyd.v22i2.1756>

24. Sierra-Castillejos, E. y Barradas-Viveros, J. (2024). Estudio de correlación entre edad cronológica y maduración ósea en vértebras cervicales. *UVserva*, (17), 158-173.
25. Bedoya A, Gallego M, Palacios S, Soto N, Bermudez P, Tamayo J, Gómez D, Contreras C. Maduración ósea vertebral en niños de 8 -14 años de la clínica del postgrado de ortodoncia de la Institución Universitaria Colegios de Colombia (UNICOC) sede Santiago de Cali. *Revista estomatol. salud*. 2013; 21(2):14-19.
26. Salazar-Tasintuña, R. J., & Moya-Silva, T. J. (2017). Evaluación de los estadíos de maduración ósea mediante el estudio de vértebras cervicales, según el método de Baccetti. *Dominio De Las Ciencias*, 3(1), 373–388. <https://doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.3.1.346-360>