

# Valoración de la salud ósea de niños mediante método antropométrico

## Assessment of bone health in children using an anthropometric method

Freddy Junior Suero Pinedo<sup>1</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-6844>

Boris Fernando Salinas Berrocal<sup>1</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5368-0458>

Daveiba López Mori<sup>1</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6671-7491>

Lily Nancy Zagaceta Aranda<sup>1</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6615-4972>

Emilio Augusto Montani Ríos<sup>1</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5637-9916>

Rossana Anelice Gomez-Campos<sup>2</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6509-5707>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú

<sup>2</sup> Universidad Católica del Maule, Talca, Chile

### RESUMEN

**Objetivo:** Estimar la densidad mineral ósea DMO y el contenido mineral óseo CMO de niños de ambos sexos y relacionar estos valores con la edad y el estado de madurez.

**Metodología:** Se efectuó un estudio descriptivo correlacional. Se evaluó 21 escolares de un colegio de la ciudad de Iquitos (Perú). La selección de la muestra fue no probabilística (accidental). El rango de edad de 12 a 15 años. Se evaluó el peso, estatura de pie, estatura sentada, longitud del antebrazo derecho, diámetro de rodilla derecha, y se calculó el estado de madurez por medio de ecuaciones de Mirwald. La salud ósea se determinó por medio de ecuaciones antropométricas (no invasivas) para ambos sexos y

para la DMO y CMO.

**Resultados:** Los hombres mostraron mayor DMO y CMO que las mujeres ( $p < 0,05$ ). Se observó correlaciones positivas más alta por estado de madurez en ambos sexos en relación a la edad cronológica. Los valores de  $r$  oscilaron entre DMO y CMO con los APVC entre 0,68 a 0,83 ( $p < 0,001$ ).

**Conclusión:** El estudio demostró que los niños presentaron mayor DMO y CMO en comparación con las mujeres y hubo relación positiva con la edad y el estado de madurez, aunque la relación fue mayor con el estado de madurez.

**Palabras clave:** Salud ósea, antropometría, niños

### ABSTRACT

**Objective:** To estimate bone mineral density (BMD) and bone mineral content (BMC) in children of both sexes and to correlate these values with age and stage of maturity.

**Methodology:** A descriptive correlational study was conducted. Twenty-one schoolchildren from a school in the city of Iquitos (Peru) were evaluated. The sample was selected using non-probability (random) sampling. The age range was 12 to 15 years. Weight, standing height, sitting height, right forearm length, and right knee diameter were measured, and maturity status was calculated using Mirwald's equations. Bone health was determined using anthropometric (non-invasive) equations for both sexes and for BMD and BMC.

**Results:** Males showed higher BMD and BMC than females ( $p < 0.05$ ). Higher positive correlations were observed between maturity status and chronological age in both sexes. The  $r$  values ranged from 0.68 to 0.83 for BMD and BMC with APVC ( $p < 0.001$ ).

**Conclusion:** The study demonstrated that boys had higher BMD and BMC compared to girls, and there was a positive relationship with age and maturity status, although the relationship was stronger with maturity status.

**Keywords:** Bone health, anthropometry, children



Recibido: 15 de nov. de 2025  
Aceptado: 25 de feb. de 2026

**Correspondencia:**  
Rossana Gomez

E-mail: [rgomez@ucm.cl](mailto:rgomez@ucm.cl)



## Introducción

La mineralización ósea es un proceso continuo que se inicia en la vida fetal y se prolonga hasta la segunda o tercera década de la vida<sup>1</sup>, adquiriéndose el pico de masa ósea entre los 20 y los 25 años. El crecimiento del esqueleto es un proceso continuo en la infancia, pubertad y adolescencia, e implica la participación de múltiples factores hormonales y nutricionales<sup>2</sup>.

El desarrollo de la masa ósea está condicionado por diversos factores como el sexo, la herencia, desarrollo puberal, balance hormonal, estado nutricional, actividad física, etc<sup>3,4</sup>. La incidencia de estos factores condicionantes puede predisponer la calidad y cantidad de hueso en la niñez, adolescencia y adultez<sup>5</sup>. Estudios muestran que los niños y jóvenes que participan activamente de la práctica deportiva tienen una mayor masa ósea<sup>6</sup>.

El calcio presente en la alimentación cotidiana aporta numerosos beneficios para mantener una buena salud ósea, por ello, consumir la cantidad apropiada de nutrientes desde una edad temprana hasta la vejez resulta en alcanzar un nivel máximo de densidad ósea ideal.

Durante todas las etapas de la vida, se requiere una cantidad elevada de este mineral a diario, y esto depende de la cantidad exacta necesaria para mantener el equilibrio de este en el organismo<sup>7,8</sup>. El papel del calcio en la regulación del metabolismo es tan crucial, que su concentración en la sangre debe ser mantenida dentro de un rango muy estrecho (90 a 110 mg/L). Si el calcio obtenido en la dieta es insuficiente para lograr este objetivo, los huesos actúan como una reserva de donde obtener el mineral y poder así mantener las concentraciones circulantes requeridas. Aunque pequeñas reducciones en el tamaño de este depósito no son significativas, retiros prolongados del “banco óseo” pueden afectar la estructura del esqueleto y comprometer su resistencia dando lugar a enfermedades como la osteopenia y la osteoporosis<sup>9</sup>.

La osteoporosis es la enfermedad metabólica ósea más frecuente. Constituye en la actualidad

un problema para la sanidad pública por su frecuencia y su elevado coste social, así como por las consecuencias que puede tener, como una disminución de la calidad de vida. Se considera una patología propia del adulto; sin embargo, es durante la infancia y la adolescencia cuando se acumula el capital mineral óseo que va a permitir hacer frente a las pérdidas fisiológicas de la vida adulta<sup>10</sup>.

La osteopenia y osteoporosis se basa en la densidad mineral ósea. La osteopenia se trata de un escalón previo a la osteoporosis. Son enfermedades “silenciosas”, que se instalan sin producir síntomas y pueden avanzar hasta niveles de riesgo si no se trata a tiempo. La osteopenia consiste en una disminución de la masa ósea relativamente leve, que en algunos casos es el camino hacia la osteoporosis. Literalmente significa “menos hueso”. La osteopenia es más frecuente que la osteoporosis, aunque menos conocida. Según la Organización Mundial de la Salud, en osteopenia, la densidad mineral ósea se encuentra entre -1 y -2,5 desviaciones estándar, mientras que para la osteoporosis se sitúa por debajo de -2,5 desviaciones estándar<sup>11</sup>.

La evaluación de la salud ósea a menudo se efectúa por medio de la absorciometría de rayos X de doble energía (DXA). Estos exámenes tienen tres funciones principales: el diagnóstico de osteoporosis, la evaluación del riesgo de fractura de los pacientes y el seguimiento de la respuesta al tratamiento<sup>12</sup>. Estas evaluaciones requieren de laboratorio, de equipamiento sofisticado, de profesional altamente entrenado, por lo que en realidades sin acceso a esta tecnología es difícil aplicar estos métodos, por lo que en los últimos años, se ha implementado una técnica antropométrica, que permite estimar la DMO y el CMO de niños y adolescentes de forma precisa y confiable<sup>13</sup>.

Por lo tanto, basados en esta técnica antropométrica, este estudio buscó estimar la DMO y el CMO de niños de ambos sexos y relacionar estos valores con la edad y el estado de madurez.

## Metodología

### *Tipo de estudio y muestra*

El tipo de investigación fue descriptivo correlacional. En 21 escolares de un colegio de la ciudad de Iquitos (Perú). La selección de la muestra fue no probabilística (accidental). Se estudió a escolares comprendidos en un rango de edad de 12 a 15 años.

Todos los escolares participaron del estudio de forma voluntaria. Los padres firmaron el consentimiento informado. Las evaluaciones se coordinaron con los directivos de la institución educativa.

Se consideró en el estudio a todos los escolares que completaron las medidas antropométricas y los que aceptaron participar del estudio. Se excluyeron a los que no estaba en el rango de edad y los faltaron el día de la evaluación. El estudio se efectuó de acuerdo a la declaración de Helsinki y el comité de ética local.

### *Técnicas e instrumentos*

Las medidas antropométricas evaluaron en las instalaciones del colegio. Todo el procedimiento estuvo a cargo de un profesor con amplia experiencia. Se evaluó el peso, la estatura, la estatura sentada, el diámetro de la rodilla y la longitud del antebrazo derecho con la menor cantidad de ropa posible según las sugerencias descritas por la Sociedad Internacional para el

Avance de la Cinantropometría<sup>14</sup>. Se utilizó una balanza digital de Marca seca para el peso, un estadiómetro de metal de marca Seca para la estatura, y un antropómetro de marca cinemars para el diámetro de rodilla y longitud del antebrazo derecho.

Para calcular el Índice de masa corporal se utilizó la fórmula:  $IMC = \text{peso} / \text{estatura}^2$ . El estado de madurez se calculó por medio de la ecuación propuesta por Mirwald et al.<sup>15</sup>. Esta ecuación usa, edad, peso, estatura de pie, longitud de piernas para ambos sexos.

La salud ósea se determinó por medio de la ecuación propuesta por Gómez-Campos et al.<sup>16</sup>. Estas ecuaciones usan la edad cronológica, estado de madurez (determinado por Mirwald, longitud del antebrazo, y diámetro de rodilla) según sexo. Los valores que entrega estas ecuaciones son para DMO ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) y CMO (g).

### *Estadística*

La normalidad de los datos fue verificada por medio de Shapiro-Wilk. Luego se calculó la estadística descriptiva de media, desviación estándar, rango. Las diferencias entre ambos sexos se determinaron por medio del test t para muestras independientes. Las relaciones entre edad y estado de madurez (APVC) con la DMO y CMO se efectuó por medio de Pearson.

## Resultados

La tabla 1 muestra las características antropométricas de los escolares estudiados. Hubo diferencias entre ambos sexos en el estado de madurez (APVC), longitud del

antebrazo, DMO y CMO ( $p < 0,05$ ). No hubo diferencias en las demás variables investigadas ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 1.** Características antropométricas de la muestra estudiada.

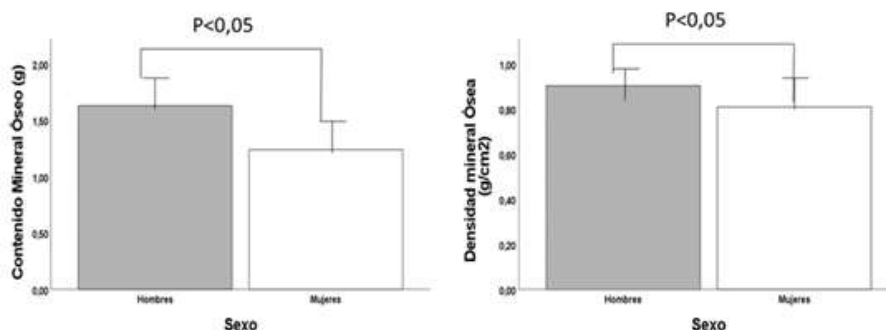
Variables	Hombres		Mujeres		p	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza	
	X	DE	X	DE				
Edad (años)	12,94	0,63	13,17	0,79	0,494	-0,23	-0,91	0,46
Estado de madurez (APVC)	-1,68	0,46	1,23	0,7	0	-2,92	-3,5	-2,34
<b>Antropometría</b>								
Peso (kg)	50,02	15,26	44,76	3,23	0,268	5,26	-4,59	15,11
Estatura (cm)	152,08	5,88	150,67	4,97	0,558	1,42	-3,56	6,39
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	21,44	5,7	19,78	2,05	0,366	1,66	-2,15	5,47
Estatura sentada (cm)	80,58	3,32	77,28	11,38	0,42	3,31	-5,54	12,15
Longitud antebrazo (cm)	25,08	2,87	21	0,71	0	4,08	2,22	5,95
Diámetro rodilla (cm)	8,75	0,75	8,44	0,88	0,416	0,31	-0,47	1,08
DMO (g/cm <sup>2</sup> )	0,9	0,05	0,81	0,02	0	0,09	0,06	0,13
CMO (gr)	1,63	0,18	1,24	0,07	0	0,39	0,27	0,51

X: Promedio, DE: Desviación estándar, APVC: Años de pico de velocidad de crecimiento, DMO: Densidad mineral ósea, CMO: Contenido mineral óseo.

En la figura 1 se ilustra las comparaciones de la salud ósea (DMO y CMO) entre ambos sexos. Los hombres mostraron mayor DMO y CMO que las mujeres ( $p < 0,05$ ).

En la figura 2 se muestra las correlaciones entre la

edad cronológica y el estado de madurez (APVC) con la salud ósea. Se observa correlaciones positivas más alta por estado de madurez en ambos sexos en relación a la edad cronológica. Los valores de r oscilaron entre DMO y CMO con los APVC entre 0,68 a 0,83 ( $p < 0,001$ ).



**Figura 1.** Comparación de la DMO y CMO entre ambos sexos

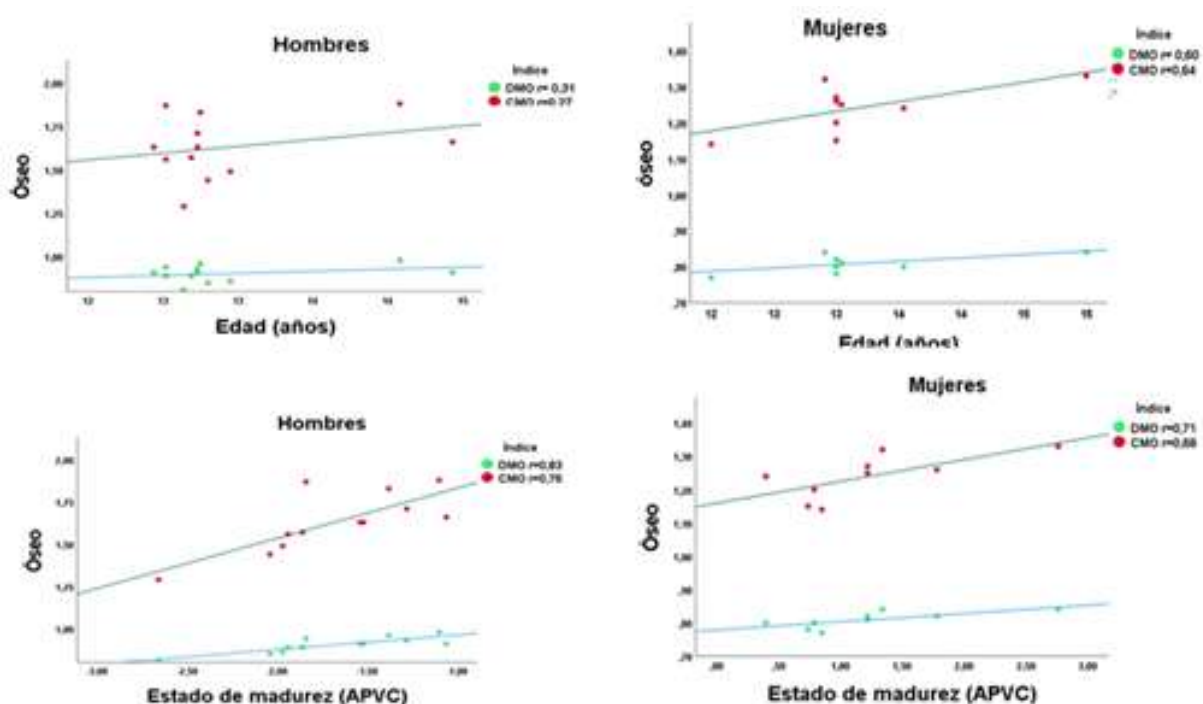


Figura 2. Relación entre edad y estado de madurez (APVC) con la DMO y CMO en ambos sexos.

## Discusión

El objetivo del estudio fue estimar la DMO y el CMO de niños de ambos sexos y relacionar estos valores con la edad y el estado de madurez. Los resultados del estudio han indicado que hubo diferencias en ambos indicadores de la salud ósea, donde los hombres mostraron valores superiores de DMO y CMO que sus contrapartes mujeres.

Por otro lado, hubo relación positiva entre la edad y el estado de madurez con la salud ósea, aunque los valores más altos se observan en con el estado de madurez en ambos sexos.

Estos resultados coinciden con estudios previos donde han informado que los hombres suelen presentar maro DMO y CMO que sus similares hombres<sup>17,18</sup>, además, el estado de madurez es determinante en ambos sexos y que a medida que se madura, la salud ósea se incrementa<sup>19</sup>.

Otros estudios han demostrado que la DMO se incrementa con la edad, el peso, la talla, el IMC y el estadio puberal, presentando con todos ellos una

correlación positiva estadísticamente significativa ( $r = 0,65 - 0,92$ )<sup>10</sup>, también en un estudio efectuado en Brasil se demostró relación positiva entre DMO con estado de madurez en adolescentes sanas de entre 10 y 20 años<sup>20</sup>.

De hecho, la valoración de la salud ósea en escolares es sumamente importante, ya que conocer la relación entre la DMO y variables como la edad, sexo, IMC y Actividad física permite establecer un diagnóstico del estado de salud ósea de los escolares con la intencionalidad de establecer acciones de promoción en salud<sup>21</sup>. Los valores descendidos de salud ósea pueden influir en el desarrollo óseo, debido a malas condiciones nutricionales prolongadas, que actúan significativamente en la maduración esquelética, causando un retraso en la edad ósea en relación con la edad cronológica; de manera similar, el exceso de peso causa una maduración ósea acelerada<sup>22</sup>.

El estudio presenta algunas debilidades, por ejemplo, la muestra es pequeña y la selección de la misma fue no probabilística, por lo que los resultados no se pueden generalizar a otros contextos. También el estudio presenta

potencialidades, ya que la ecuación utilizada para predecir la salud ósea puede ser una alternativa para ser aplicada en contextos como la amazonia Peruana, además, es uno de los primeros estudios efectuado en Perú con estas características.

## Conclusión

El estudio demostró que los niños presentaron mayor DMO y CMO en comparación con las mujeres y hubo relación positiva con la edad y el estado de madurez,

aunque la relación fue mayor con el estado de madurez. Los resultados sugieren que la necesidad de evaluar periódicamente a los niños para controlar su estado de salud ósea.

## Referencias

1. Carrascosa A, Yeste D, Audí L. Crecimiento y mineralización del tejido óseo. El hueso y cartílago de crecimiento como órganos diana para la acción hormonal. En: Argente J, Carrascosa A, Gracia Bouthelie R, Rodríguez F. Tratado de Endocrinología Pediátrica. Editores médicos. Madrid 1995: 81-93
2. Carrascosa A, Gussinyé M, Yeste D, Río D, Audí L, Enrubia L, et al. Skeletal mineralization during infancy, childhood, and adolescence in the normal population and in populations with nutritional and hormonal disorders. Dual X-ray absorptiometry (DEXA) evaluation. En: Schönau E ed P, editor. New Developments in Diagnosis and Therapy. V, Amsterdam: Elsevier Science B; 1996. p. 93-102.
3. Escalante M, Franco-Vicario R. Deporte y masa ósea. Rev Esp Enferm Metab Óseas [Internet]. 2003 [citado el 22 de abril de 2026];12(4):80-2. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-reemo-70-articulo-deporte-masa-osea-13053313>
4. Seabra A, Marques E, Brito J, Krstrup P, Abreu S, Oliveira J, et al. Muscle strength and soccer practice as major determinants of bone mineral density in adolescents. Joint Bone Spine [Internet]. 2012;79(4):403-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbspin.2011.09.003>
5. Calafat CB. Deporte y masa ósea (II). Características del ejercicio físico que condicionan el modelado y remodelado óseo. Apunts Med L Esport [Internet]. 2007;42(154):92-8. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s1886-6581\(07\)70043-9](http://dx.doi.org/10.1016/s1886-6581(07)70043-9)
6. Winther A, Ahmed LA, Furberg A-S, Grimnes G, Jorde R, Nilsen OA, et al. Leisure time computer use and adolescent bone health--findings from the Tromsø Study, Fit Futures: a cross-sectional study. BMJ Open [Internet]. 2015;5(6):e006665. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2014-006665>
7. Du C, Hsiao PY, Ludy M-J, Tucker RM. Relationships between dairy and calcium intake and mental health measures of higher education students in the United States: Outcomes from moderation analyses. Nutrients [Internet]. 2022;14(4):775. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/nu14040775>

8. Lapa LAJ, la Torre Pajuelo SM, Rutti YYG, Huamán FGV. Frecuencia de consumo de productos lácteos y derivados e indicadores antropométricos en adultos de Lima-Perú. *Nutr clín diet hosp* [Internet]. 2024 [citado el 22 de abril de 2026];44(2):239–47. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9668950>
9. Book reviews : Calcium in nutrition. Michael Gurr. Publicado en 1999 por ILSI Europe, 83 Avenue E. Mounier, Box 6, B-1200 Brussels, Belgium. 40 pp. ISBN 1 57881 052 3. *Food Sci Technol Int* [Internet]. 2000;6(1):75–75. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/108201320000600112>
10. Viña E, Bueno G, Armada MI, Hernández C, Lozano C, Ruibal JL, et al. Densidad mineral ósea del antebrazo en niños sanos. *An Esp Pediatr* [Internet]. 1999;51(6):657–63. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4412197>
11. Bolaños P. Metabolismo óseo y nutrición: Osteopenia y osteoporosis. *Trastor Conducta Aliment* [Internet]. 2018;(27):2979–91. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7114202>
12. Kanis JA, Glüer C-C. An update on the diagnosis and assessment of osteoporosis with densitometry. *Osteoporos Int* [Internet]. 2000;11(3):192–202. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s001980050281>
13. Blake GM, Fogelman I. The role of DXA bone density scans in the diagnosis and treatment of osteoporosis. *Postgrad Med J* [Internet]. 2007;83(982):509–17. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/pgmj.2007.057505>
14. International Society for the Advancement of Kinanthropometry. International standards for anthropometric assessment (Revised edition). Lower Hutt, New Zeland: ISAK; 2011.
15. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2002;34(4):689–94. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200204000-00020>
16. Gómez-Campos R, Andruske CL, Arruda M de, Urra Albornoz C, Cossio-Bolaños M. Proposed equations and reference values for calculating bone health in children and adolescent based on age and sex. *PLoS One* [Internet]. 2017;12(7):e0181918. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0181918>
17. Nieves JW, Formica C, Ruffing J, Zion M, Garrett P, Lindsay R, et al. Males have larger skeletal size and bone mass than females, despite comparable body size. *J Bone Miner Res* [Internet]. 2005;20(3):529–35. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1359/JBMR.041005>
18. Peacock M, Buckwalter KA, Persohn S, Hangartner TN, Econs MJ, Hui S. Race and sex differences in bone mineral density and geometry at the femur. *Bone* [Internet]. 2009;45(2):218–25. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bone.2009.04.236>
19. Sheikholeslami H, Sotodeh M, Javadi A, Nasirian N, Kazemifar AM, Abbasi M. Relationship between bone mineral density and maturity index in cervical smears, serum estradiol levels and body mass index. *Glob J Health Sci* [Internet]. 2013;5(6):209–13. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5539/gjhs.v5n6p209>
20. Fortes CMT, Goldberg TBL, Kurokawa CS, Silva CC, Moretto MR, Biazon TP, et al. Relationship between chronological and bone ages and pubertal stage of breasts with bone biomarkers and bone mineral density in adolescents. *J Pediatr (Rio J)* [Internet]. 2014;90(6):624–31. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpmed.2014.04.008>

21. Vidarte Claros JA, Vélez Alvarez C, Arango Arenas A, Parra Sánchez JH. Densidad mineral ósea en escolares colombianos entre 8 y 16 años. *Nutr clín diet hosp* [Internet]. 2020;40(4). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.12873/404vidarte>
22. Marcondes E. Idade ósea em pediatria. *Pediatr*. 1980;2:297–311.

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflicto de intereses

**Financiamiento:** No se contó con financiamiento para su realización