



**ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD ÓSEA EN ESCOLARES ENTRE 8 Y 16 AÑOS DE
LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO.**

Lic. CARLOS EDUARDO SARMIENTO HERRERA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE SALUD
MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE
MANIZALES
2019**

**ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD ÓSEA EN ESCOLARES ENTRE 8 Y 16 AÑOS DE
LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO.**

Lic. CARLOS EDUARDO SARMIENTO HERRERA

**Proyecto de grado como requisito para optar el título de Magíster en
Actividad Física y Deporte**

Directores

Dr. JOSÉ ARMANDO VIDARTE CLAROS

Dra CONSUELO VÉLEZ ÁLVAREZ

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE SALUD
MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE
MANIZALES**

2019

DEDICATORIA

A Dios por concederme la vida, el esfuerzo y voluntad hasta culminar dicho propósito personal y profesional. A mi familia, por su estímulo y comprensión. Esposa e hijos ellos son lo más importante en mi vida y por ellos lo hago prácticamente todo.

Carlos Eduardo Sarmiento Herrera.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación fue posible gracias a la colaboración de numerosas personas e instituciones. Sin embargo, se desea hacer una excepción a los más inmediatos colaboradores.

Dr. José Armando Vidarte Claros. Director del proyecto.

A los asesores: Consuelo Vélez Álvarez, José Hernán Parra Sánchez, Alejandro Arango, Héctor David Castiblanco. Gracias por su apoyo y colaboración incondicional.

A las Instituciones Educativas Públicas y Privadas, que participaron en el proceso investigativo. Gracias por su receptividad hasta lograr dicha meta.

A la Secretaría de Educación Municipal. Por su apoyo y colaboración.

A la Universidad Autónoma de Manizales. Por permitirme ser parte de tan importante familia.

A todos ellos, mi gratitud y admiración hasta ver logrado dicho propósito.

El autor.

RESUMEN

A través de la actividad física respecto a la salud ósea en escolares de Villavicencio; se pretende alcanzar los siguientes objetivos: caracterizar las variables sociodemográficas, antecedentes clínicos y uso de medicamentos de los participantes en el estudio; establecer los niveles de actividad física en los escolares participantes; establecer la densidad mineral ósea tanto por DEXA como por antropometría de los participantes; establece la condición antropométrica de los participantes; estimar el modelo predictivo de la salud ósea en los escolares participantes. La metodología aplicada presentó el tipo de investigación descriptivo – transversal, con una fase comparativa y predictiva. La población correspondió al total de escolares entre 8 y 16 años de los colegios públicos y privados de la ciudad de Villavicencio. Se estableció criterios de inclusión y exclusión; así mismo, se utilizaron técnicas e instrumentos equivalentes a técnicas de observación y aplicación de encuestas; como también se desarrollaron procedimientos acordes con los planteamientos de los objetivos propuestos; al igual se estableció el plan de análisis, mediante el programa SPSS versión 24, licenciado por la Universidad Autónoma de Manizales. Los resultados acordes con la construcción de las variables sociodemográficas, antecedentes clínicos y uso de medicamentos de los participantes en el estudio; permitió conocer e identificar los siguientes aspectos: género, estrato CAT, consumo de medicamentos y categoría de los mismos, niveles de actividades físicas en los escolares, densidad mineral ósea por antropométrica, entre otros.

Palabras claves: Actividad Física, Densidad mineral ósea, (Fuente: Dec`s)

ABSTRACT

Through physical activity and calcium intake with respect to bone health in schoolchildren in Villavicencio; the following objectives are to be achieved: to characterize sociodemographic variables, clinical history and drug use of study participants; establish physical activity levels in participating schoolchildren; establish bone mineral density by both DEXA and participant anthropometry; establishes the anthropometric condition of the participants; estimate the predictive model of bone health in participating schoolchildren. The applied methodology presented the type of descriptive – transversal research, with a comparative and predictive phase. The population corresponded to the total number of schoolchildren between 8 and 16 years of age of the public and private schools of the city of Villavicencio. Inclusion and exclusion criteria were established; techniques and instruments equivalent to survey observation and application techniques were also used; procedures were also developed in line with the approaches to the proposed objectives; the analysis plan was also established, through the SPSS version 24 program, licensed by the Autonomous University of Manizales. Results commensurate with the construction of sociodemographic variables, clinical history and drug use of study participants; it allowed to know and identify the following aspects: gender, CAT stratum, drug use and category of medicines, levels of physical activities in schoolchildren, bone mineral density both by, anthropometric condition, among others.

Keywords: Physical Activity, Bone Mineral Density, (Source: Dec`s)

TABLA DE CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN.....	11
2	ANTECEDENTES.....	12
3	ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	15
3.1	Pregunta de investigación	18
4	JUSTIFICACIÓN.....	19
5	REFERENTE TEÓRICO.....	22
5.1	Salud ósea en niños y adolescentes.	22
5.2	Densidad mineral ósea	23
5.2.1	Densitometría ósea.....	24
5.3	Antropometría	27
5.4	La actividad física y su relación con la densidad mineral ósea	28
6	OBJETIVOS.....	32
6.1	Objetivo general	32
6.2	Objetivos específicos	32
7	ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	33
7.1	Enfoque de investigación	33
7.2	Tipo de estudio	33
7.3	Población	33
7.4	Muestra	33
7.4.1	Criterios de inclusión.....	34
7.4.2	Criterios de exclusión.....	34
7.5	Técnicas e instrumentos	35
7.6	Procedimiento	42
7.7	Análisis estadístico	43
8	RESULTADOS.....	44
8.1	Análisis univariado	44
8.2	Análisis bivariado	48
8.3	Análisis multivariado.	53

9	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	55
10	CONCLUSIONES	63
11	RECOMENDACIONES	65
12	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Variables asumidas para el muestreo.	34
Tabla 2 Operacionalización de variables.....	40
Tabla 3 Distribución de la muestra según variables sociodemográficas	44
Tabla 4 Distribución de la población evaluada según la condición de salud y medicamentos	45
Tabla 5 Distribución de la población participante según el nivel de actividad física	45
Tabla 6 Distribución de la población participante según el nivel de actividad física	45
Tabla 7 Distribución de la población participante acorde al nivel de actividad física según la edad y el sexo	46
Tabla 8 Descriptivos de las variables antropométricas de la población participante en el estudio.....	46
Tabla 9 Distribución del DMO según el sexo y la edad de la población de estudio	47
Tabla 10 Distribución de la velocidad pico de crecimiento (APVH) según el sexo y la edad de la población de estudio	48
Tabla 11 Resumen. Asociación entre el nivel de actividad física y las variables socio demográficas.....	49
Tabla 12 Pruebas de normalidad	49
Tabla 13 Coeficiente de correlación entre el DMO y variables de estudio.....	50
Tabla 14 Relación del DMO con las variables de estudio (U de Mann-Whitney).....	51
Tabla 15 Relación del DMO con las variables de estudio (Kruskal-Wallis).....	52

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.	Consentimiento informado.	768
Anexo 2.	Instrumento de recolección de información.	789
Anexo 3.	Protocolo por antropometría.	8283
Anexo 4.	Tablas complementarias SPSS	856

1 PRESENTACIÓN

Abordar la temática que hace alusión a la actividad física respecto a la salud ósea en escolares de Villavicencio, describe detalladamente lo que se investigó y estructurando la investigación. Su contenido inicia con preliminares que incluye portada, resumen, abstract e introducción.

Posteriormente, se describen los antecedentes que hacen referencia a investigaciones similares del estudio; seguido del área problemática y pregunta, que muestra la situación que dio origen a la investigación, culminando con la pregunta; incluye la justificación que demuestra la importancia de resolver el problema de investigación. Para ello se establecen los referentes teóricos que inscriben el problema investigado dentro del conjunto de conocimientos, variables y teorías desarrolladas por investigadores, para lo cual hace referencia a la salud ósea en niños y adolescentes, diversidad mineral, ósea, densimetría ósea, antropometría, la actividad física y su relación con la densidad mineral ósea.

Se formulan los objetivos teniendo en cuenta las acciones que se realizaron para resolver el problema formulado; seguido de la estrategia metodológica, que tuvo como fin establecer cómo se llevó a cabo la investigación, diseñado detalladamente la estrategia para obtener la información y las actividades que le dieron respuesta a los objetivos planteados, incluye población, muestra, variables, criterios de inclusión y exclusión, técnicas e instrumentos, procedimientos, plan de análisis.

Se describen los resultados, con base en el análisis con los objetivos propuestos. Se culmina con las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos complementarios del trabajo realizado.

2 ANTECEDENTES

A nivel del contexto internacional se llevó a cabo el estudio que hace referencia a la baja densidad mineral ósea en artritis idiopática juvenil; mostrando su prevalencia y factores relacionados. Su objetivo conllevó a estimar la prevalencia de BDMOec en niñas y niños con artritis idiopática juvenil, permitiendo evaluar los factores implicados en su desarrollo motor. La metodología aplicada demandó de un estudio observacional, transversal en la infancia española entre 5 y 16 años, con seguimiento por una unidad de reumatología pediátrica; escogiéndose para ello datos antropométricos clínicos y de tratamiento, realizando absorciometría de rayos X de doble energía; estudio metabólico óseo, mediante la aplicación de encuestas que hacen alusión a la dieta y ejercicio. La participación fue de 92 niñas y niños, donde la estimación de la prevalencia poblacional BDMOec fue inferior al 5% (IC95%)(1).

En síntesis, se indica que la prevalencia de BDMOec en los infantes con artritis idiopática juvenil es relativamente baja; ya que su adecuado estado nutricional y el predominio de la masa magra sobre la masa grasa podrían favorecer la adquisición de masa ósea, situación que podría estar sometida a un aumento del remodelado óseo (1). Como otro antecedente, se destaca el aporte de Guerrero en el Instituto Internacional de Ciencias del Ejercicio Físico y Salud (2), quien establece las consideraciones del ejercicio físico en la osteoporosis, donde los resultados sugieren un efecto relativamente pequeño pero estadísticamente significativo, relevante con el ejercicio sobre el DMO en el género femenino; explicando que según la literatura, el nivel de pérdida ósea en una mujer aumenta con la edad, con una pérdida del 0.6%. De ahí, la importancia de realizar actividad física (caminar), entrenamiento cardiorrespiratorio, entremezclado con trotar, subir escaleras con capacidad de limitar la reducción del DMO. Su enfoque investigativo fue de tipo observacional, cuantitativo de corte transversal y correlacional.

Gómez et al,(3) llevaron a cabo ecuaciones propuestas y valores de referencia para calcular la salud ósea en niños y adolescentes según la edad y el sexo. Estableciendo que la absorciometría de rayos X de energía dual es el estándar clave para medir el DMO y el contenido mineral óseo. En general la absorciometría de rayos X de energía dual es ideal para

uso pediátrico. Sin embargo, el desarrollo de estándares específicos en regiones geográficas particulares limita el uso y aplicación en ciertos contextos socioculturales. Al igual, la antropometría puede ser un método alternativo de bajo costo y fácil de usar en contextos epidemiológicos. El objetivo fue desarrollar ecuaciones de regresión para predecir la salud ósea en la infancia y adolescencia basados en indicadores antropométricos. Para proponer valores de referencia acorde con la salud y el sexo.

A manera de conclusión se destaca que el desarrollo de ecuaciones de regresión y curvas de referencia para evaluar la salud ósea del infante y adolescentes chilenos; conlleva a indagar problemas subyacentes potenciales en la mineralización ósea durante la etapa de crecimiento y madurez biológica. El desarrollo de nuevas ecuaciones precisa para estimular la DMO y la BMC en la infancia adolescencia permite aplicar normas de referencia para controlar la salud según la edad y el sexo (2).

A nivel del contexto nacional Martínez (4), realizó un artículo que hace referencia a los efectos del ejercicio físico sobre la densidad mineral ósea en personas con osteoporosis; señalando que el ejercicio ha sido utilizado en dicho tratamiento, sin que se tenga claro cuál es la intensidad y tipo de ejercicio pertinentes, así como sus efectos sobre el metabolismo óseo. De ahí, que el objetivo conllevó a realizar una búsqueda en la literatura que muestre los hallazgos de los efectos del ejercicio físico sobre la densidad mineral ósea y el tipo de ejercicios más indicados. La metodología presentó una revisión sistemática mediante la búsqueda en base de datos MEDLINE, EBSCO y PUBMED, de estudios controlados aleatorizados que midieran los efectos del ejercicio físico sobre el DMO; utilizando términos descriptores del medical Subject Healdinas. Para lo cual se encontraron 333 estudios controlados aleatorizados con niveles de evidencia entre 1+ y 1-, presentando variedad en los tipos de ejercicios utilizados y la mayoría evalúan la DMO por medio de la absorciometría de energía dual de rayos X. Es decir, su conclusión permite establecer que tanto el entrenamiento aeróbico como el entrenamiento de fuerza, muestran efectos sobre el metabolismo óseo, los cuales parecen generarse más por un efecto de disminución por la tasa de pérdida de hueso que por un aumento de la DMO. Donde los resultados están igualmente

asociados con el tiempo de intervención, encontrándose cambios positivos a largo plazo. El efecto sobre las caídas y el riesgo de fracturas es controversial.

Por su parte, Cossio (5), hace alusión a la densidad mineral ósea en una muestra de jóvenes chilenos de diversas modalidades deportivas, donde el objetivo conllevó a comparar y analizar la densidad mineral ósea en función de la maduración biológica. Estableciéndose una muestra de 146 adolescentes de sexo masculino, con un rango de edad entre 6 a 18 años, organizados en 5 grupos de trabajo: grupo control 40 estudiantes, canotaje 30 estudiantes, ciclismo 14, fútbol 28 y natación 34 respectivamente. Evaluándose el peso, estatura, altura, tronco, se calculó el IMC y la maduración biológica por medio de años de pico de velocidad de crecimiento.

En síntesis, los adolescentes que practican fútbol evidenciaron mayor densidad mineral ósea con relación a las demás modalidades deportivas y el grupo control además la maduración somática juega un papel relevante en el incremento de DMO, particularmente en los futbolistas. De ahí, que se sugiere desarrollar actividades físico deportivas de alto impacto, durante y después de producirse la mayor biología en adolescentes de edad escolar (5).

3 ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Son diferentes los estudios que evidencian como la base para una buena salud ósea está dada a partir de un desarrollo adecuado del contenido mineral óseo y esto se marca en las primeras edades, donde, es relevante la vigilancia del crecimiento y maduración del sistema esquelético (6, 7). El diagnóstico de la salud ósea es importante ya que con ello se pueden determinar la acumulación mineral ósea máxima en edades pediátricas y la acumulación de los máximos de masa ósea en edades adultas, por tanto, el poder determinar la masa mineral ósea permite tener adecuados diagnósticos de la salud mineral ósea en el infante y la masa mineral ósea máxima óptima es el mejor medio de prevenir la osteoporosis en la edad adulta (8).

La densidad mineral ósea (DMO) se refiere a la cantidad de minerales (por lo general, calcio y fósforo) que contiene cierto volumen de hueso. Este tejido es sensible a diversos estímulos mecánicos, principalmente a los resultantes de la gravedad y las contracciones musculares (9). Durante la fase de crecimiento, la DMO aumenta progresivamente en los hombres, llegando a alcanzar, al final de la adolescencia, cerca del 95% , además el pico de masa ósea por lo general se presenta entre la segunda y tercera década de vida (10). En ese contexto, la etapa de la adolescencia es considerada como un momento crítico para la adquisición de masa ósea (11), puesto que se producen cambios significativos durante el proceso de crecimiento y la maduración biológica. La valoración de la DMO durante la maduración presenta la mejor oportunidad

Así mismo, son muchos los factores que influyen en la mineralización de los huesos en la infancia y la adolescencia, entre los cuales se incluyen, aunque algunos factores no son modificables (sexo, edad, grupo étnico, herencia, menopausia, fenotipo pequeño) hay otros susceptibles de cambiarse (factores nutricionales, estilo de vida, peso bajo, caídas, tabaco, alcohol, café, medicamentos sobre los cuales sí se puede actuar (12).

La actividad física desempeña un papel importante en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles y disminuye el riesgo de obesidad, actuado en la regulación del

balance energético y preservando o manteniendo la masa magra en detrimento de la masa grasa (13,14). Así mismo, la Actividad Física como medio para aumentar las ganancias óseas es un factor importante, pero también se plantea cuál etapa del ciclo de vida es la más acorde para ejercer este estímulo. Las edades ideales para estimular el hueso a través del ejercicio físico y obtener respuestas óseas positivas son la infancia y la adolescencia, argumentando que el pico de masa ósea se alcanza cerca del 90% a los 20 años, tanto en hombres como en mujeres, siendo la edad más influenciada para generar cambios positivos en el hueso (15).

Diferentes estudios muestran los beneficios y efectos de la actividad física y del deporte sobre la densidad mineral ósea, entre los cuales se encuentran esfuerzos físicos que conllevan cargas de alto impacto durante su ejecución (saltos, carreras, giros, cambios de dirección...), realizadas antes de la maduración del esqueleto, tienen una gran influencia en el crecimiento de la masa ósea y aquellas que implican la utilización de la masa muscular influye sobre el incremento de la fuerza y esto es factor de reducción de la incidencia de fracturas y la reducción en un 40% el riesgo de sufrir osteoporosis a lo largo de la vida, además de otras ganancias no solo mejora la densidad mineral ósea sino también el equilibrio, la marcha, la coordinación, la fuerza muscular y el tiempo de reacción, todos ellos factores que reducen el riesgo de caídas y de fracturas, que es el desenlace más dramático de la osteoporosis (16). También se resalta como algunas modalidades deportivas tales como el fútbol (17, 18), baloncesto o voleibol entre otras ⁷, poseen un alto contenido osteogénico, debido a las constantes fuerzas de reacción que se producen entre el niño y la superficie de juego, durante su desarrollo (19, 20).

El ejercicio controlado, junto a una dieta equilibrada que reduzca el consumo de sodio y cubra los requerimientos diarios de calcio y vitamina D, puede contribuir significativamente a la prevención de sintomatología y desarrollo de enfermedades como la tan temida osteoporosis. Los factores nutricionales son importantes como reguladores de la masa ósea, a través de distintos mecanismos: proporciona vitaminas, sales minerales de calcio, fósforo y magnesio, interacciona con hormonas y factores locales de crecimiento para la mineralización y crecimiento del hueso, y aporta nutrientes energéticos y plásticos necesarios

para la síntesis de la matriz del cartílago y del hueso (21, 1). El aporte nutricional en los deportistas es determinante para su rendimiento profesional. Dicho aporte pudiera verse comprometido si no están bien informados sobre las dietas equilibradas en energía y nutrientes. Muchos factores intervienen en que sus dietas sean inadecuadas; entre ellos, la falta de controles y asesoramiento apropiado (22). Las necesidades energéticas de los deportistas infantiles y juveniles no han sido muy estudiadas. Los deportistas más jóvenes difieren de los de edades superiores en cuanto a sus necesidades específicas, ya que necesitan un mayor consumo de proteínas por kilogramo de peso corporal; además, aquéllos utilizan como combustible un mayor porcentaje de grasa durante el entrenamiento (23, 24).

El consumo de dietas bajas en energía conducirá de manera inevitable a deficiencias nutricionales, entre ellas de calcio. Esto dará lugar a una alta incidencia de fracturas de estrés cuando el aporte de este elemento en la dieta es deficitario (11). Para deportistas de alto nivel una ingesta deficitaria de calcio conlleva mayor riesgo de fracturas, ya que en la adolescencia el consumo de calcio es necesario para conseguir un pico máximo de mineralización ósea. La evaluación de la densidad mineral ósea se ha realizado tradicionalmente por la densitometría ósea cuyo objetivo es identificar a las personas con riesgo de fragilidad ósea para establecer, guiar y monitorear su tratamiento posteriormente (25).

En este contexto, la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) se ha convertido en el estándar de oro para medir la BMD y el contenido mineral óseo (BMC) de niños y adolescentes en todo el mundo. Esto se debe a su velocidad, alta precisión, seguridad, baja emisión de radiación, amplia accesibilidad y alto índice de reproductibilidad (99%), su escaso error de precisión (1%), el limitado tiempo que se precisa para su realización (3-5 minutos) y su mínima dosis de radiación (0,02% de límite anual establecido para la población (26). Sin embargo, este método tiene de igual forma algunos limitantes como el costo de dicha valoración, ya que se ha incrementado últimamente por el uso de programas y softwares y el desarrollo de estándares específicos para regiones geográficas particulares (27, 28), aspectos que hoy pueden considerarse como limitantes para su uso y aplicación para ciertos

contextos socioculturales, además, puede proporcionar resultados contradictorios cuando es utilizado por países que no tienen estándares nacionales disponibles (29).

Se han venido planteando ecuaciones de regresión para predecir la salud ósea de niños y adolescentes basadas en indicadores antropométricos para proponer valores de referencia según la edad y el sexo. Estos autores establecen que, la antropometría puede ser un método alternativo de bajo costo y fácil de usar en contextos epidemiológicos y los resultados de este estudio han posibilitado confirmar que las variables antropométricas longitud del antebrazo, el diámetro del fémur y el APVC fueron variables que predijeron la DMO y BMC en niños y adolescentes de ambos sexos, donde a partir de cuatro modelos propuestos se encontraron una alta precisión en sus coeficientes de regresión, Además de lo anterior también pudieron establecer un buen acuerdo (trazado de Bland-Altman) con el método de referencia DXA ya que los límites del 95% son estrechos y los coeficientes de correlación son altamente significativos, lo que pudo y estos apoyan la reproducibilidad de las ecuaciones propuestas y por tanto, con base en las cuatro ecuaciones para estimar la salud ósea, se desarrollaron percentiles para cada edad y sexo (30).

Las conclusiones de estudio de Chile³⁰ permite establecer la hipótesis de cómo los años de velocidad pico de altura (PHV) basados en variables antropométricas, longitud del antebrazo y diámetro del fémur además de predecir la salud ósea de niños y adolescentes sirve para correlacionar BMD y BMC respecto variables definidas en función a la edad y el sexo en adolescentes colombianos.

De acuerdo con los anteriores planteamientos surge la siguiente pregunta de investigación:

3.1 Pregunta de investigación

¿Cuáles son las variables predictoras de la salud ósea en escolares entre 8 y 16 de la ciudad de Villavicencio?

4 JUSTIFICACIÓN

La evaluación de la salud ósea en niños y adolescentes, es importante, puesto que permite identificar a los niños y adolescentes que pueden estar con bajos niveles de acumulación de mineral óseo, o con riesgo futuro de padecer osteoporosis, debido posibles bajas densidades de mineralización ósea (DMO). permitiendo tener una referencia nacional y en la misma pendiente determinar la correlación buscada, permitiendo tener un sustento actual y científico determinante en futuros problemas de salud, fortaleciendo la prevención a través de la obtención de datos referenciales y el resultado determinante en el aporte a las políticas en la salud pública (30).

La Organización Mundial de la salud propone que la actividad física, como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos exige un gasto de energía (29), y además hoy se ha convertido en una estrategia de promoción de la salud y para ello establece una serie de beneficios que se pueden obtener a partir de su práctica, por su parte Peña sugiere que las edades ideales para estimular el hueso a través del ejercicio físico y obtener respuestas óseas positivas son la infancia y la adolescencia, argumentando que el pico de masa ósea se alcanza cerca del 90% a los 20 años, tanto en hombres como en mujeres (15).

De igual forma otra investigación demuestran que los estudiantes que realizaban mayor actividad física presentaron mayor masa magra, menor tejido graso y la densidad mineral ósea fue mayor en diferentes puntos del cuerpo, como el cuello femoral, el fémur total y el cuerpo total, tanto en hombres como en mujeres (32). En este sentido la realización de la presente investigación busca evidenciar como los niveles de actividad física en los escolares determinan en gran medida la salud ósea de los mismos, ya que al identificar la densidad mineral ósea de los participantes, se podrán aportar nuevos elementos científicamente validados para incentivar la realización de la actividad física a edades tempranas, y generar conciencia de los resultados de ésta en el fortalecimiento de los huesos, su crecimiento y la importancia de la reserva de calcio para edades futuras, de tal forma que se pueda así prevenir la osteoporosis en la edad adulta, ya en las personas mayores una de las causas de

la pérdida de calcio se produce por falta de ejercicio.

Determinar la densidad mineral ósea en niños y adolescentes a partir de los hallazgos del estudio de Gómez et al (30) donde la antropometría juega papel importante es muy relevante ya que permite establecer que los usos de estos instrumentos no invasivos ayudan a identificar a los niños con posibles problemas subyacentes en la mineralización ósea durante la etapa de crecimiento y la maduración biológica, resultados que pueden ser utilizados e implementados en contextos clínicos y epidemiológicos durante la infancia y la adolescencia. Además, esta nueva manera de evaluación de la densidad mineral ósea donde las referencias basadas en variables antropométricas, reducen drásticamente los costos y su uso e implementación puede ser ventajoso para las clínicas de salud y las instituciones educativas donde los recursos y las infraestructuras son limitados ya que como bien se ha planteado las formas de evaluación tradicional de la salud ósea en muestras pediátricas de varios países del mundo (30, 31) utilizaron equipos sofisticados y costosos.

El uso de percentiles basados en variables antropométricas simples y el control de la maduración somática mediante APHV podría servir para ayudar a los profesionales e investigadores a mejorar la atención de la salud ósea de niños y adolescentes. Además, esto podría ayudar a comparar y clasificar a los niños según los puntos de corte establecidos (normal, osteopenia y osteoporosis). Estos valores de referencia deberían mostrar aplicaciones prácticas para detectar anomalías esqueléticas en niños y adolescentes.

Existe un gran vacío en el conocimiento en el área para el caso colombiano y seguramente los resultados podrán fundamentar procesos de promoción de la salud en una población que ha sido valorada y reconocida como la más importante en la escala de desarrollo humano desde lo biológico y psicosocial. Este proyecto se articuló a la línea de investigación “Actividad física y deporte” del grupo de investigación Cuerpo Movimiento de la UAM, puesto que se dirige a la valoración de la salud ósea de los escolares a través de medios y métodos antropométricos, fortaleciendo los procesos que tienen que ver con actividad física y el deporte, y, con la posibilidad de establecer posibles predictores de la esta salud ósea.

De igual manera el desarrollo de este trabajo pretendió establecer los percentiles predictivos de salud ósea en la población participante, y dado que es un estudio multicéntrico los resultados generados en el momento de su consolidación aportarán elementos a nivel nacional para la toma de decisiones en relación a la actividad física en la población escolar y adolescentes y su importancia en función a su desarrollo antropométrico.

La viabilidad de ésta propuesta se expresó en que contó con los recursos humanos y materiales para el logro de sus objetivos, además, existe un interés en función de los resultados que ésta pueda brindar como aporte a la Maestría de actividad física y deporte, y a la línea de investigación en la cual se inscribe, éstos podrán articularse al currículo del programa y a los trabajos de proyección derivados de la línea enmarcados en la importancia de promover la adopción de aquellas medidas preventivas y terapéuticas encaminadas a promover una salud ósea óptima durante la infancia y adolescencia a través de la actividad física y el deporte (33-35).

Los escolares participantes tuvieron la posibilidad de retirarse voluntariamente en cualquier fase del proceso de evaluación, igualmente, el presente estudio se consideró como investigación con riesgo mínimo” de acuerdo al artículo 11 de la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud colombiano, ya que se emplearon pruebas de evaluación no invasivas, que no atentaron contra la integridad física y moral de los escolares participantes del estudio. Adicionalmente esta investigación cumplió con los principios enunciados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial(32), Por otra parte, se respetaron los derechos de autor de los diferentes insumos teóricos y evaluaciones utilizadas, citando las respectivas referencias bibliográficas.

5 REFERENTE TEÓRICO

5.1 Salud ósea en niños y adolescentes.

Al hablar de salud ósea es necesario tener presente como los estilos de vida juegan un papel importante en la etapa de crecimiento en los niños por cuanto desarrollan las bases para una buena salud en edades futuras. Una adecuada alimentación, descanso y ejercicio físico, son elementos esenciales para el desarrollo infantil. Llevar a cabo un estilo de vida activo en edades tempranas, participando en actividades físico-deportivo en las que se produzcan impactos y fuerzas que generen estímulos en la masa ósea, va a permitir garantizar un capital óseo mayor que asegure la reducción de problemas óseos en la etapa adulta (36).

Moreno et al, (37), plantean como la articulación de actividades físico deportivas y una adecuada alimentación reduce el riesgo de padecer diferentes enfermedades como la osteoporosis, la obesidad, la hipertensión arterial, la diabetes y problemas cardiovasculares, y otras enfermedades como el incremento en las fracturas de los huesos (33), debido a que cada día los niños realizan menos actividad física lo que conlleva a la posibilidad de poseer una baja en la densidad mineral ósea (DMO) (34, 35), siendo la adolescencia una de las etapas más sensible en el desarrollo óseo de los sujetos y donde en gran porcentaje los recursos óseos en la edad adulta han sido obtenidos en éstas etapas (36, 37).

Es importante destacar como, a pesar de que el pico de masa ósea se alcanza alrededor de los 25-30 años, es en la adolescencia donde se aprecian las mayores ganancias en la masa ósea, especialmente entre los 11 y 14 años en el caso de las chicas y entre los 14 y 16 en el caso de los chicos, pudiendo alcanzar hasta un 51% del pico de masa ósea en este periodo de desarrollo puberal (38). Dentro de las enfermedades óseas es importante destacar la osteoporosis como uno de los mayores problemas de salud para el mundo, tanto por su extensión como por sus consecuencias socioeconómicas. El riesgo de presentar una fractura osteoporótica a lo largo de la vida es aproximadamente del 40%. Se estima en el año 2050, la incidencia en todo el mundo de fractura de cadera aumentará un 310% en varones y un 240% en mujeres, alcanzando valores entre 4.5 y 6.3 millones de fracturas anuales (38), por tanto, es importante para la salud ósea del desarrollo de unos hábitos higiénico-dietéticos

correctos durante la infancia y la adolescencia (39).

5.2 Densidad mineral ósea

La densidad mineral ósea (DMO) se refiere a la cantidad de minerales (por lo general, calcio y fósforo) que contiene cierto volumen de hueso. Este tejido es sensible a diversos estímulos mecánicos, principalmente a los resultantes de la gravedad y las contracciones musculares ⁹. De hecho, se consideran como principales factores determinantes de la masa ósea máxima, la genética, el estado hormonal, ingestión de calcio y la actividad física (40, 9).

Durante la fase de crecimiento, la DMO aumenta progresivamente en los hombres, llegando a alcanzar, al final de la adolescencia, cerca del 95% (41), además el pico de masa ósea por lo general se presenta entre la segunda y tercera década de vida (10). En ese contexto, la etapa de la adolescencia es considerada como un momento crítico para la adquisición de masa ósea, puesto que se producen cambios significativos durante el proceso de crecimiento y la maduración biológica (11).

Lo anterior pone en evidencia la relevancia de una valoración de la DMO durante la maduración como una oportunidad para ganar densidad ósea, así como también para modificar el tamaño del esqueleto y su arquitectura en respuesta a las cargas mecánicas ⁴⁶. Además, puede ser la mejor época para apostar estrategias de prevención primaria que reduzcan la presencia de osteoporosis en la edad adulta (11, 42). En general, se acepta que el desarrollo adecuado del contenido mineral óseo durante el crecimiento y la maduración biológica es una clave para la salud del esqueleto durante la vida adulta (43).

Los métodos de cuantificación de la masa ósea más utilizados son los indirectos, entre los cuales se encuentran: la histología/histomorfometría, la micro tomografía y la micro resonancia magnética y los indirectos como la radiología simple (cualitativa), los índices radiológicos (Shing, Meunier), Radiogrametría Índices de Nordin-Barnet, Morgan..., Técnicas densitométricas, técnicas densitometría fotónica dual (DPA), axiales: Tomografía axial cuantitativa (QCT), la densitometría radiológica de doble energía (DXA) (columna

lumbar, cadera), las técnicas de densitometría radiológica monoenergética periféricas: (SXA), Densitometría fotónica simple (SPA), DXA periférica (pDXA) (radio, calcáneo, falanges), Tomografía periférica cuantitativa (QCTp), Ultrasonidos cuantitativos (QUS) y Radiogrametría digital cuantitativa (QDR).

5.2.1 Densitometría ósea.

La evaluación indirecta cuantitativa se puede llevar a cabo mediante diferentes técnicas densitométricas que se fundamentan en la alteración que produce el tejido óseo mineralizado sobre agentes físicos. Por su aplicación clínica, se pueden clasificar entre las que permiten evaluar hueso axial y las que exploran huesos periféricos ya que, por la metodología que emplean, no pueden acceder a huesos con abundante tejido blando adyacente (44).

Todas las técnicas han mostrado cierta capacidad de predecir el riesgo de fractura (45- 49). La capacidad de predicción del riesgo de fractura de la masa ósea evaluada por densitometría en diferentes sectores anatómicos se asocia a un mayor riesgo relativo de fractura en el mismo lugar anatómico donde se ha evaluado la misma. Pero, como puede observarse en el metaanálisis de Marshall, el riesgo relativo asociado a la predicción de cualquier tipo de fractura es muy similar (1,5 veces por cada desviación estándar que disminuye la masa ósea) con todas las técnicas, tanto axiales como periféricas (50).

Las técnicas axiales (DXA: *dual X-ray absorptiometry*; QCT: *Quantitative computed tomography*) permiten explorar vértebras y cadera. Mientras la QCT permite sustraer y analizar el hueso trabecular puro, mediante la DXA se debe evaluar conjuntamente. La DXA se ha impuesto como técnica densitométrica por diferentes razones: Permite explorar los sectores anatómicos donde asientan las fracturas osteoporóticas epidemiológicamente más relevantes, columna vertebral y extremidad proximal del fémur, tiene una excelente precisión que permite un control evolutivo en un plazo razonable, la evolución de la masa ósea en esos sectores con la edad es concordante con la epidemiología de la enfermedad, permite observar la respuesta terapéutica de la masa ósea, en huesos periféricos pueden no observarse cambios en enfermos con respuesta axial y disminución del riesgo de fractura (51 - 55).

Los diferentes densitómetros DXA se basan en el mismo principio: generación de una imagen digitalizada en función de la atenuación de dos haces colimados de rayos X, de alta y baja energía, de un determinado sector anatómico. Aunque existen diferencias en los tipos de filtros, número de detectores y emisores de rayos X, sistema de calibración y algoritmos para la selección de áreas de interés, son estos dos últimos los responsables de que no sean idénticos los valores obtenidos por densitómetros de diferentes casas comerciales (56).

El cálculo de la densidad se realiza a través de un proceso matemático que se inicia con la diferenciación del tejido óseo respecto a los tejidos blandos –diferencial de la captación del haz de baja y alta energía–, determinación del área explorada (cm^2), determinación del contenido mineral (CMO, g) y con el cociente de ambos se obtiene la densidad por unidad de superficie (DMO, g/cm^2) en cada subsector de la región ósea explorada (57).

Existen programas específicos para la exploración lateral de la columna lumbar, del antebrazo, exclusión de material protésico, análisis de escoliosis, huesos pequeños (que permite su utilización con animales de experimentación), así como densitómetros que permiten la exploración del cuerpo entero aportando información no sólo de la densidad mineral ósea sino también de la composición corporal de los tejidos blandos. Los tiempos de exploración se sitúan entre 8 y 15 minutos, si bien existen modos de una vez realizada la densitometría, hay que tener en cuenta los posibles factores que pueden influir en la correcta interpretación clínica de la misma: correcta colocación del paciente y selección de las áreas de interés (dependientes del técnico que realiza la exploración, evaluables mediante la inspección de la imagen) y, muy importantes, los dependientes del sujeto (58- 64).

Una vez obtenida la DMO en un determinado sujeto, ésta debe ser considerada en función de los valores de su población de control, bien respecto al pico de masa ósea de la población joven sana (puntuación T) o bien respecto a su grupo de edad y sexo (puntuación Z). En ambos casos se transforma el valor de la DMO en desviaciones estándar respecto al valor medio poblacional. La estandarización debe realizarse utilizando valores poblacionales

válidos, a ser posible, de la misma población estudiada. (65, 66), según estos autores las fórmulas utilizadas para alcanzar dichos valores son:

$$\text{Puntuación T} = \frac{\text{DMO sujeto} - \text{DMO "pico de masa ósea"}}{\text{Desviación estándar del "pico de masa ósea"}}$$
$$\text{Puntuación Z} = \frac{\text{DMO sujeto} - \text{DMO media para su edad y sexo}}{\text{Desviación estándar de su grupo de edad y sexo}}$$

Algunos estudios donde se muestra relevancia sobre el análisis de la densidad mineral ósea y el contenido mineral óseo en niños, desde la utilización de absorciometría (DEXA) (45), buscó fue detectar BMD y BMC en niños saudíes y así poder detectar su relación con medida antropométrica, a partir del estudio de factores que afectan sus cambios especialmente el calcio sérico, la vitamina de nivel D; concluye como la densidad ósea promedio (DMO) de niños y adolescentes saudíes es menor que el de otras países como Estados Unidos, Brasil y los Iraníes. se encontró en 2.3% de niñas especialmente en la adolescencia. Los niños tienen más BMD y BMC que las niñas en todos los grupos de edad. El peso, la altura, el IMC son buenos predictores para cambios en BMD y BMC durante un período de crecimiento. La Vitamina D en este estudio muestra menos efecto en los cambios en la DMO y BMC.

Así mismo el estudio realizado por Hao Xu et al., (53), muestra como la densidad mineral ósea de la mano (DMO) en adultos se correlacionó significativamente con varios sitios esqueléticos, incluido el cuerpo total. Sin embargo, aún no se han explorado las relaciones entre las mediciones de la mano y del hueso corporal total para los niños. Se realizó un estudio corte transversal estudio de 892 niños chinos normales (511 varones, 381 mujeres) de entre 5 y 14 años mediante la medición de la DMO y el contenido mineral óseo (BMC) en la mano total, extremidad superior, cuerpo subtotal y cuerpo total usando absorciometría de rayos X de energía dual (DXA), encontrándose que la mano BMD y BMC aumentaron con la edad para ambos sexos. Las niñas tenían significativamente mayor BMD y BMC de la mano que los hombres. La edad explicó más varianza en la mano BMD. En este estudio se muestra la relevancia de la exploración DXA de mano como una herramienta nueva para la evaluación clínica del hueso y de la salud en los niños.

5.3 Antropometría

La antropometría corresponde a la sub-rama de la antropología biológica o física que estudia las medidas del hombre (53- 57), se refiere al estudio de las dimensiones y medidas humanas con el propósito de comprender los cambios físicos del hombre y las diferencias entre sus razas y sub-razas, así como la composición del cuerpo humano en diferentes edades y distintos grados de nutrición (56). Además de las variaciones de las dimensiones del cuerpo humano de acuerdo al sexo, edad, raza, nivel socioeconómico, etc., (57). Estas dimensiones son de dos tipos importantes: estructurales y funcionales. Las estructurales son las de la cabeza, troncos y extremidades en posiciones estándar. Mientras que las funcionales o dinámicas incluyen medidas tomadas durante el movimiento realizado por el cuerpo en actividades específicas ^{55, 56}. Su objetivo principal es determinar la masa corporal expresada por el peso, las dimensiones lineales como la estatura, la composición corporal y las reservas de tejido adiposo y muscular estimadas por los distintos tejidos superficiales: masa grasa y masa magra (55, 59).

Como se ha planteado inicialmente el proceso de evaluación por antropometría en el presente estudio se apoya en las variables desarrolladas en el estudio de Gómez et al (30), quienes hipotetizaron que los años de velocidad pico de altura (PHV) basados en variables antropométricas, longitud del antebrazo y diámetro del fémur podrían predecir la salud ósea de niños y adolescentes. Además, la creación de percentiles basados en el método LMS pueden contribuir a diagnosticar, clasificar y monitorear BMD y BMC en función de la edad y el sexo partiendo tiene su relevancia en la medida que busca.

Lo anterior refiere entonces que serán variables del estudio desde la antropometría, la altura vertical, la altura sentada (altura del tronco cefálico), la longitud del antebrazo (m) o la distancia entre los puntos radial y estiloide, el diámetro del fémur biepicondilar (cm), bajo el ritrprotocolo estandarizado del “grupo de trabajo internacional de la cineantropometría” descrito por Ross y Marfell-Jones (57). Además, se medirán las variables índices de masa corporal (IMC calculado a partir de la fórmula estandarizada $\text{masa corporal (kg)} / \text{altura}^2(\text{m})$) y la maduración biológica (58).

5.4 La actividad física y su relación con la densidad mineral ósea

Además de todos los beneficios que se suceden en el organismo a partir de la práctica de la actividad física, es de resaltar como ésta se convierte en un determinante mayor de la masa ósea, ya que ayuda a regular la síntesis del componente orgánico de la matriz ósea, el depósito de sales minerales, la orientación espacial de las fibrillas de colágeno mineralizadas y la orientación espacial de la arquitectura ósea. Sus efectos van en el sentido de optimizar la fuerza y la resistencia del hueso frente a los microtraumatismos y macrotraumatismos a los que está continuamente sometido, así mismo una inmovilización prolongada comporta una disminución de la densidad mineral ósea (59 -64). Mientras que el ejercicio físico continuado comporta un incremento en la densidad mineral ósea, sin que se conozcan bien los mecanismos a través de los cuales se producen estos cambios (61), está totalmente corroborado que los niños y adolescentes con actividad física apreciable tienen valores mayores de densidad mineral ósea que aquellos que tienen una actividad sedentaria. Las atletas de élite, corredoras y gimnastas, incluso a pesar de presentar cierto grado de hipogonadismo, tienen valores de densidad mineral ósea superiores a los individuos sedentarios (61).

Estudios controlados en adolescentes con diversos grados de actividad física han mostrado que el ejercicio prolongado estimula la aposición de masa ósea. Ciertos datos experimentales apuntan en el sentido de que el ejercicio estimula la formación ósea e inhibe la resorción ósea⁴⁶ y el aporte nutricional en los deportistas juega de igual manera papel determinante para su rendimiento profesional. Dicho aporte pudiera verse comprometido si no están bien informados sobre las dietas equilibradas en energía y nutrientes. Muchos factores intervienen en que sus dietas sean inadecuadas; entre ellos, la falta de controles y asesoramiento apropiado (61).

Otros estudios muestran como actividades físicas como la danza clásica, gimnastas de rítmica, deportistas de triatlón y jóvenes sedentarias (grupo control), mediante encuestas de registro de alimentos consumidos durante cinco días (63), donde se pudo comprobar que el

grupo de bailarinas, gimnastas y sedentarios consumieron dietas hipoenergéticas con respecto a las recomendaciones de la RDA (64), para esa edad. Dicha energía procedía sobre todo de los hidratos de carbono en el grupo que entrenaba resistencia (triatlón), al igual que el grupo de bailarinas y gimnastas, aunque con menor aporte. En las sedentarias el aporte se hacía a expensas de las grasas. En todas las deportistas el consumo de proteínas fue adecuado(63).

Por tanto, el consumo de dietas bajas en energía conducirá de manera inevitable a deficiencias nutricionales, entre ellas de calcio. Esto dará lugar a una alta incidencia de fracturas de estrés cuando el aporte de este elemento en la dieta es deficitario (65). Para deportistas de alto nivel una ingesta deficitaria de calcio conlleva mayor riesgo de fracturas, ya que en la adolescencia el consumo de calcio es necesario para conseguir un pico máximo de mineralización ósea. Sin embargo, existen más factores que intervienen en la mineralización ósea, como son: la edad, el índice de masa corporal, el desarrollo puberal, el tipo de hueso cortical o trabecular, el ejercicio físico y las características del mismo, y la presencia de alteraciones menstruales (66).

La deficiencia de calcio en la dieta está ampliamente descrita (67), y dependiendo del ejercicio físico realizado tendrá más o menos repercusiones. Por tanto, es imprescindible un adecuado asesoramiento nutricional. De ahí que se haya recomendado el aporte de calcio en cantidades mayores de 1.500 mg/día para los colectivos de mujeres que presenten alteraciones menstruales o trastornos del comportamiento alimentario (68).

El ejercicio constituye probablemente el estímulo más importante en el crecimiento y remodelación del hueso, contribuyendo además la presión y la tensión muscular y como se ha venido mencionando la actividad física contribuye al depósito de sales minerales, a la síntesis del componente orgánico de la matriz trabecular y a optimizar la fuerza y la resistencia del hueso frente a los traumatismos a que está sometido. La actividad física podría contribuir a reducir el riesgo de fractura, mejorando la resistencia y la calidad del hueso, a través de cambios en la arquitectura y características geo - métricas del mismo (69, 70).

De igual forma los estudios que sobre densidad mineral ósea (DMO) se han llevado a cabo en deportistas muestran resultados heterogéneos, posiblemente atribuibles a causas como: las diferentes técnicas de medición de la masa ósea empleada, el tipo de ejercicio, la intensidad y la duración del entrenamiento, el estado nutricional y la situación hormonal de los deportistas (71). La intensidad y el tipo del ejercicio tienen importantes repercusiones sobre la masa ósea.

Así, diferentes estudios (72), han demostrado una DMO mayor en las atletas de nivel alto y medio de competición, respecto a las de bajo nivel. El tipo de actividad deportiva no sólo condiciona diferentes modalidades de entrenamiento y grupos musculares implicados, sino también las características físicas y el tipo de nutrición de las deportistas. En este sentido, las nadadoras no necesitan un peso reducido para conseguir mejores rendimientos deportivos, por lo que su nutrición y peso corporal suelen ser mejores que en otro tipo de actividades. Es relevante también plantear que los beneficios del ejercicio físico en relación con la edad frente a la DMO son innumerables y siendo importante establecer que cuando el ejercicio se mantiene a lo largo de toda la vida, la DMO general y de cadera es entre un 5 y un 8% superior a las de sus homólogos inactivos, según los niveles de intensidad (15).

En la presente investigación se utilizará para evaluar los niveles de actividad física el cuestionario de actividad física en niños (PAQ-C) validado para Colombia por Herazo y Domínguez (73), que es un cuestionario que mide los niveles de actividad física moderada a vigoroso general en los últimos 7 días durante el año escolar; consta de diez preguntas con opciones de respuesta en una escala de cinco puntos. La primera pregunta indaga sobre las actividades realizadas durante el tiempo libre; las seis preguntas siguientes evalúan las actividades físicas realizadas en las clases de educación física, durante el receso, almuerzo, justo después de la escuela, en las tardes y los fines de semana; las dos últimas preguntas del cuestionario valoran la actividad física realizada durante el fin de semana y la frecuencia con que hizo actividad física cada día de la semana (anexo 2); la puntuación final del nivel de actividad física se deriva de las primeras nueve preguntas, la pregunta diez no se utiliza como parte de la puntuación total, pero sí para identificar al estudiante que tuvo una actividad inusual

durante la semana anterior (15, 74). Para calcular la puntuación final se estima la media de las 9 preguntas, donde una 1 indica baja actividad física y 5 indica alta actividad física.

6 OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Determinar las variables predictoras de la salud ósea en escolares entre 8 y 16 años de la ciudad de Villavicencio.

6.2 Objetivos específicos

- a) Caracterizar la variables sociodemográficas, antecedentes clínicos y uso de los medicamentos de los escolares participantes en el estudio.
- b) Determinar los niveles de actividad física de los escolares participantes en el estudio.
- c) Describir las características antropométricas de los escolares participantes en el estudio.
- d) Determinar la distribución de la densidad mineral ósea de los estudiantes participantes en el estudio, según sexo y edad.
- e) Establecer la relación de la Densidad mineral ósea con las variables de estudio en los participantes.
- f) Estimar el modelo predictivo de la salud ósea de los escolares participantes del estudio.

7 ESTRATEGIA METODOLÓGICA

7.1 Enfoque de investigación

La investigación pertenece a los estudios de análisis descriptivo transversal con una fase comparativa y predictiva con un enfoque cuantitativo empírico analítico, que pretendió, a través de una regresión logística, estimar un modelo de pronóstico para salud ósea en los escolares entre los 8 y 16 años de edad pertenecientes a colegios públicos y privados de la ciudad de Villavicencio (Meta) que cumplieran con los criterios de inclusión, los cuales fueron elegidos por aleatorización simple para la participación en la investigación.

7.2 Tipo de estudio

Descriptivo- transversal con una fase comparativa y predictiva.

7.3 Población

La población estuvo constituida por el total de escolares entre los 8 y 16 años de los colegios públicos y privados de Villavicencio. El diseño muestral fue probabilístico (muestreo aleatorio simple).

7.4 Muestra

Para la determinación del tamaño de la muestra se usaron los estimadores (media, desviación estándar y margen de error), del estudio referente de Gómez et al (30).

Tabla 1. Variables asumidas para el muestreo.

Variables	Media	DE	Var	ME	ME para Villavicencio	Tamaño muestras para Villavicencio
<i>Anthropometry</i>						
Chronological age (years)	12.95	3,84	14,7456	0,45	0.45	277
Biological age (APHV)			0			
Weight (kg)	51.84	18,94	358,7236	2,1	2.2	309
Standing height (cm)	151.72	19,25	370,5625	2	2.2	351
Sitting height (cm)	79.47	9,98	99,6004	1,1	1.1	313
Forearm length. (cm)	23.38	3,49	12,1801	0,4	0.4	289
Femur diameter (cm)	8.85	1,11	1,2321	0,12	0.13	324
Total						290

DE: Desviación estándar, Var: Varianza, ME: Margen de error

Con base en los anteriores estimadores (media y varianza), con una confiabilidad del 95% y un margen de error de 0,5% se trabajó con el promedio de los tamaños muestrales generado por las variables (ver tabla 2) se proporciona un tamaño muestral de 290 escolares.

7.4.1 Criterios de inclusión.

- a) Estudiantes con las edades establecidas en el estudio que se encontraban matriculados en las instituciones educativas privadas y públicas
- b) Diligenciamiento del consentimiento de los acudientes o padres de familia y asentimiento informado de los participantes en el estudio.
- c) Al momento de la prueba física estar apto para su desarrollo.
- d) Los colegios seleccionados para la valoración de los estudiantes contó con 50 o más alumnos matriculados y registrados en la Secretaria de Educación Municipal.

7.4.2 Criterios de exclusión.

- a) Estudiantes que al momento de la prueba presenten alguna patología.
- b) Colegios seleccionados para la evaluación de los estudiantes con menos de 50 alumnos matriculados y registrados en la Secretaria de Educación Municipal.

7.5 Técnicas e instrumentos

Para el desarrollo del estudio se emplearon las técnicas de observación y encuesta, recurriendo a la medición de variables antropométricas acorde a los lineamientos de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (57) y a formatos de encuesta para las variables sociodemográficas y de evaluación de la actividad Física PAQ-C (73) respectivamente.

El cuestionario de actividad física para niños (PAQ-C) ha mostrado una muy buena consistencia interna, alcanzando un coeficiente alfa de Cronbach de 0,73 y una buena confiabilidad, consiguiendo un coeficiente de correlación intraclase prueba – post prueba de 0,60 en población colombiana(73). En cuanto a la validez del cuestionario, se reportó en población española, una moderada correlación con la prueba no paramétrica de Spearman, alcanzando un valor de 0,34 frente a la actividad física reportada por acelerómetro (74).

Las variables antropométricas se valoraron en lugares aireados, privados, reservados y destinados especialmente al interior de las instituciones educativas donde se llevaron a cabo las mediciones. Durante las evaluaciones siempre se requirió la presencia de los acudientes de los escolares, los cuales pudieron observar permanentemente los procedimientos de medición utilizados, respetando siempre la privacidad y buenas costumbres culturales de la región. Las mediciones se programaron en horarios previamente convenidos con los rectores y directores de grupo de las instituciones educativas que hicieron parte de la investigación.

La masa corporal de los sujetos se valoró en una balanza OMRON, referencia HBF-510-LA, se define como la cantidad de materia del cuerpo y se calcula midiendo el peso, es decir, la fuerza que ejerce la materia en un campo gravitacional estándar. Para su medición, se solicitó a los sujetos permanecer de pie en el centro de la balanza sin apoyo y con su peso distribuido equitativamente en ambos pies. Posteriormente se registró el dato obtenido en una sola medición (57).

La altura vertical, en función del plano de Frankfort, se midió utilizando cinta métrica Stanley referencia 0433726 con precisión de 0,1 mm, la cual fue adosada a la pared en cada uno de los sitios destinados para las mediciones por las instituciones educativas. La medición se tomó como la distancia perpendicular entre el plano transversal del vértex y el inferior de los pies. Se solicitó a los sujetos estar de pie, con los talones juntos, glúteos y la región superior de la espalda en contacto con la cinta métrica. Se posicionó en plano de Frankfort verificando la transversalidad entre el orbitale y el tragion. Para tal fin, el evaluador posicionó sus pulgares en cada punto orbitale y sus dedos índices sobre cada punto tragion, verificando la alineación horizontal. Una vez obtenido plano de Frankfort, el evaluador reubicó sus pulgares en la región posterior de las orejas del sujeto evaluado para generar una tracción gentil de las mastoides solicitando una inspiración profunda y su retención al mismo tiempo. Inmediatamente se colocó una escuadra firmemente sobre el vértex y se comprimió el cabello lo máximo posible y se registró el valor de la altura vertical posterior a su lectura. Este procedimiento se repitió en dos ocasiones y se utilizó la media de éstas para el análisis de datos (57).

La altura sedente (altura del tronco cefálico), se midió igualmente con cinta métrica Stanley referencia 0433726 con precisión de 0,1 mm adosada a pared con la superposición inferior de banco antropométrico de 40 cm de altura, 50 cm de ancho y 30 cm de profundidad. En este banco los sujetos se pudieron sentar para facilitar la resta del resultado de la altura vertical y así obtener la altura sedente. La talla sedente se define como la distancia perpendicular entre los planos transversales del punto del vértex y la región inferior de los glúteos, con el sujeto en sedente.

Para su medición se utilizó el método de talla con tracción, sentando a los sujetos en sobre el cajón antropométrico, solicitando el descanso de las manos sobre los muslos, una inspiración profunda y la retención de la misma mientras se mantuvo la cabeza en el plano de Frankfort, provocando posteriormente una tracción moderada a partir de las apófisis mastoides. Posteriormente se posicionó una escuadra firmemente sobre el vértex y se comprimió el cabello lo máximo posible, registrándose el valor de la altura en sedente después de su

lectura. Este proceso se repitió en dos ocasiones y se utilizó la media de éstas para el análisis de datos (57).

La longitud del antebrazo se midió utilizando un calibrador antropométrico CESCORF de 60 cm de apertura con una precisión de 1 mm. La longitud se valoró tomando como referencia la distancia entre los puntos antropométricos radiale y stylium. Para esta medición, se solicitó a los sujetos adoptar una posición relajada, con los brazos colgados a ambos lados del cuerpo y el antebrazo en posición de semipronación (con el pulgar hacia adelante). Se posicionó posteriormente una rama del calibrador en la marca Radiale y otra en la marca Stylium, registrándose el valor de la longitud del antebrazo después de repetir en dos ocasiones alternadamente esta medición en el antebrazo derecho, el antebrazo izquierdo y la medida de diámetro biepicondilar femoral (57).

Para la medición del diámetro biepicondilar femoral (cm) se utilizó un calibrador antropométrico INNOVARE de 16 cm de apertura con una precisión de 1 mm. El diámetro biepicondilar femoral se define como la distancia lineal entre los epicóndilos lateral y medial del fémur. Para su medición, se solicitó a los sujetos adoptar una posición relajada en sedente con las manos alejadas de la región de las rodillas. La rodilla derecha se posicionó en flexión de 90 grados. El calibrador descansó en la superficie dorsal de las manos mientras que los pulgares descansaron en la región inferior de las ramas del calibrador, los dedos índices extendidos en el exterior de las ramas, los dedos medios libres para palpar los epicóndilos femorales firmemente y en círculo, los dedos índices libres para ejercer la presión necesaria sobre las laterales de las ramas para reducir el grosor del tejido blando superficial una vez las ramas estuvieron ubicadas encima de los epicóndilos. Posteriormente se registró la lectura en dos ocasiones de manera alternada con las medidas de longitud del brazo (64).

La longitud de los miembros inferiores se determinó calculando la diferencia entre la altura vertical y la altura sedente (74).

El índice de masa corporal (IMC) se calculó utilizando la fórmula estándar: masa corporal (kg) / altura² (m) propuesta por la OMS y se clasificó acorde a baremos internacionales de

bajo ($<18,5 \text{ Kg/m}^2$), normal ($18,5 - 24,9 \text{ Kg/m}^2$), sobrepeso ($25 - 29,9 \text{ Kg/m}^2$), obesidad I ($30 - 34,9 \text{ Kg/m}^2$), obesidad II ($35 - 34,9 \text{ Kg/m}^2$) y obesidad III ($>40 \text{ Kg/m}^2$) (20).

El pico de velocidad de crecimiento se calculó mediante fórmula de predicción propuesta por Mirwald et al, (58), la cual requiere la inclusión de la longitud de miembros inferiores, la altura sedente, la altura vertical, la edad y el peso, la cual se relaciona seguidamente para niños y niñas:

$$\text{PVC niños} = -9,232 + 0,0002708(LMI * AS) - 0,001663(E * LMI) + 0,007216(E * ES) + 0,02292(MC/AV)$$

$$\text{PVC niñas} = -9,37 + 0,0001882(LMI * AS) + 0,0022(E * LMI) + 0,005841(E * AS) - 0,002658(E * MC) + (0,07693 * (MC/AV))$$

Dónde: **LMI** = Longitud de miembros inferiores, **AS** = Altura sedente, **E** = Edad, **MC** = Masa corporal, **AV** = Altura vertical.

La densidad mineral ósea se calculó mediante fórmula de predicción propuesta por Gómez-Campos et al. (30), la cual requiere la inclusión de la velocidad pico de crecimiento, la longitud del antebrazo y el diámetro biepicondilar femoral, la cual se relaciona seguidamente para niños y niñas:

$$\text{DMO niños} = 0,605 + (0,056 * VPC) + (0,008 * LA) + (0,022 * DF)$$

$$\text{DMO niñas} = 0,469 + (0,027 * VPC) + (0,007 * LA) + (0,019 * DF)$$

Se utilizaron las técnicas de observación y encuesta. Los instrumentos empleados fueron el formato de encuesta de las variables sociodemográficas y de evaluación de la actividad Física PAQ-C (73), y de variables antropométricas. Las variables antropométricas se llevaron a cabo en cada una de las instituciones educativas privadas y públicas de Villavicencio.

La altura vertical se midió utilizando una cinta métrica, Stanley con número de referencia 0433726 con una precisión de 0.1 mm teniendo en cuenta el protocolo de Frankfurt. Cabe indicar que la cinta fue pegada a la pared en cada uno de los espacios ubicados para la medición, acorde con cada una de las instituciones educativas. Es así como la medición se

tomó teniendo en cuenta la distancia perpendicular entre el plano transversal del vértex y el inferior de los pies. Al igual se tuvo en cuenta la longitud del antebrazo (30m) o la distancia entre los puntos radiales y estiloides midiéndose a través de un antropómetro, la cual sirve para facilitar las mediciones de la profundidad del pecho y la distancia entre hombros con dos escalas diferentes (escala profundidad – convencional), la información técnica hace referencia a los siguientes aspectos:

- a) La lectura basada en aluminio anodizado.
- b) Comprende dos bloques de nylon (uno fijo y uno de deslizamiento).
- c) Dos laminas móviles ("L") de acero inoxidable.
- d) Sensibilidad: 1 mm.
- e) Rango de lectura: 550 mm útiles.
- f) Dimensiones: 35 mm x 30 mm x 655 mm.
- g) Peso: 700 g con el embalaje.

Incluye

- a) Barra Aluminio con graduación dual en mm (1).
- b) Bloques de sujeción en Nylon (2).
- c) Barras en L en Acero Inoxidable (2).
- d) Forro de transporte (1).

Posteriormente, se llevó a cabo la toma del diámetro del fémur biopicondilar (cm), midiéndose con un antropómetro sirviendo de herramienta de comodidad y facilidad de lectura, por su tamaño y diseño. También presenta información técnica relacionada con:

- a) Rango: 0-164mm.
- b) Longitud Guías: 143mm.
- c) Resolución: 1mm.
- d) Peso: 110g.
- e) Fabricado en polietileno de alto impacto.

Seguidamente, se llevó a cabo el índice de masa corporal (IMC), se calculó utilizando la formula estándar masa corporal (kg) / altura ²(m), utilizando para el peso la balanza de control corporal OMRON modelo HBF-514C. En este orden de ideas, se solicitó a los estudiantes colocarse de pie, con los talones juntos, glúteos y la parte superior de la espalda en contacto

con la cinta métrica. Se posicionó en el plan de Frankfort verificándose la transversalidad entre el arbitraje y tracción; con la finalidad de evaluar la posición de sus pulgares en cada punto orbital y sus dedos índices sobre cada dedo tracción, verificando a su vez la alineación horizontal. En tal sentido obtenido el plano de Frankfort, el investigador reubicó sus pulgares en la región posterior de las orejas del estudiante generando una tracción juntal de las mastoides, solicitando una inspiración amplia y su retención al mismo tiempo. Seguidamente se colocó una escuadra sobre el vertex y se comprime el cabello en lo posible, registrándose el valor de la altura vertical, posterior a la lectura, procedimiento que se repitió en dos ocasiones utilizando la media de esta para el respectivo análisis de investigación.

Operacionalización de Variables

Tabla 2 Operacionalización de variables

Variable	Valor	Descripción	Índice
Edad	8 a 16 años	Tiempo que una persona ha vivido desde su nacimiento a la fecha de la evaluación	Años
Nivel escolaridad	Años escolaridad	Periodo, medido en años escolares, que el niño ha permanecido en el sistema educativo formal	Grado que está cursando
Sexo	Masculino Femenino	Característica biológica y genética que divide a los seres humanos en dos posibilidades solamente: mujer u hombre	Masculino- Femenino
Tipo de colegio	Oficial Privado	Tipología del colegio establecida por el MEN	Oficial – Privado
Estrato socioeconómico	Bajo-bajo Bajo Medio bajo Medio Medio alto Alto	Nivel de clasificación de la población con características similares en cuanto a grado de riqueza y calidad de vida, determinado de manera directa	1 2 3 4 5 6

Variable	Valor	Descripción	Índice
		mediante las condiciones físicas de las viviendas y su localización,	
Actividad Física que realiza	Actividad física realiza	Actividades que realiza en el tiempo libre	Nombre de la actividad física
Frecuencia de práctica de Actividad física en tiempo libre	Número de veces que realiza actividad física	Actividades físicas realizadas en los últimos 7 días	No hago Casi nunca Algunas veces A menudo Siempre
Intensidad de práctica de AF	Intensidad de la actividad física	Veces que se hizo actividad física o fue activo	Ninguno 1 vez 2-3 veces 4 veces 5 veces 6 o más veces
	Días a la semana que se hizo actividad física	Día de la semana	Ninguno Un poco Normal Frecuente Muy frecuente
Autoeficacia hacia la actividad física		Actividad para definir autoeficacia	Si No
Gasto frente a pantalla	Computador Video juegos Televisión	Horas al día que permanece frente a la pantalla	Si No
Peso	Mayor a 0	Fuerza que ejerce un cuerpo sobre un punto de apoyo, originada por la acción del campo gravitatorio local sobre la masa del cuerpo.	Kilogramos (k)
Índice de masa corporal (IMC)	Mayor a 0	Medida de asociación entre el peso y la talla de un individuo, utilizada para determinar el grado de riesgo para la salud	k/cm ²
Altura vertical	Mayor de 0	Estatura del individuo: longitud desde el vértex de la cabeza hasta la base de sustentación en posición bípeda	cm

Variable	Valor	Descripción	Índice
Altura sentado	Mayor de 0	Distancia entre el vértex y el plano de sustentación, o bien la porción más inferior de la pelvis	cm
Longitud del antebrazo	Mayor de 0	Distancia entre los puntos cabeza y apófisis estiloides del radio	cm
Diámetro Fémur	Mayor de 0	Distancia entre los dos puntos más salientes de los condilos femorales	cm
Historia de fractura	Mayor de 0	Ha tenido fractura	Si No
Consumo de medicamentos	Mayor de 0	Consume o ha consumido medicamentos	Si No
Consumo de suplementos	Mayor de 0	Consume o ha consumido suplementos	Si No

7.6 Procedimiento

Se desarrolló el siguiente procedimiento, el cual es acorde a los planteamientos de los objetivos propuestos:

- a) Se solicitó permiso a la Secretaría de Educación del municipio, con la intención de comprometer a las partes interesadas en el desarrollo del proyecto.
- b) Una vez definido el muestreo y las instituciones educativas participantes se socializó la propuesta investigativa con cada uno de los directivos encargados de las instituciones educativas.
- c) Recolección de la información: Una vez obtenido la autorización para el desarrollo del proyecto por parte de los directivos de la Secretaría de Educación Municipal y los rectores de las diferentes instituciones educativas se procedió a diligenciar el consentimiento y asentimiento informado y posteriormente se realizará el diligenciamiento del instrumento y la evaluación antropométrica.
- d) Elaboración del informe final.

7.7 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó en el programa SPSS versión 24 (licenciado por la Universidad Autónoma de Manizales, Posteriormente se hizo la limpieza y depuración de los datos, el cual se llevó a cabo en la primera etapa del análisis, este correspondió al análisis univariado de las variables categóricas y la magnitud de la misma a través de la distribución de frecuencias absolutas y relativas. Se calcularon las medidas de tendencia central y de variabilidad o dispersión para variables cuantitativas incluidas en el estudio.

El análisis bivariado se desarrolló a partir de las posibles relaciones entre las variables de estudio. Para determinar la significancia estadística de las posibles relaciones resultantes se aplicaron pruebas paramétricas (Chi cuadrado y phi) establecidas a partir de las características propias de las variables categóricas (ordinales y nominales). Con el fin de establecer una relación entre variables, se empleó el supuesto de normalidad aplicando la prueba de Kolmogorov-smirnov ya que la muestra era >50 , la cual indicó que los datos no tenían una distribución normal, por ello se procedió trabajar con el estadístico de Spearman y se hicieron relaciones con pruebas no paramétricas (U-Mann-Whitney, Kruskal-Wallis) dependiendo de las características de las variables cualitativas. Por último se hizo el análisis multivariado el cual buscó la construcción de un modelo de regresión lineal.

8 RESULTADOS

8.1 Análisis univariado

Tabla 3 Distribución de la muestra según variables sociodemográficas

VARIABLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SEXO		
Hombre	148	51
Mujer	142	49
EDAD		
8-10	95	32,8
11-13	112	38,6
14-16	83	28,6
TIPO DE COLEGIO		
Oficial	190	65,5
Privado	100	34,5
ESTRATO		
Bajo	125	43,1
Medio	165	56,9
GRADO ACTUAL		
2 primaria	4	1,4
3 primaria	24	8,3
4 primaria	36	12,4
5 primaria	51	17,6
6 bachillerato	40	13,8
7 bachillerato	38	13,1
8 bachillerato	38	13,1
9 bachillerato	28	9,7
10 bachillerato	18	6,2
11 bachillerato	13	4,5

Fuente. Elaboración propia

En la investigación se evaluaron un total de 290 estudiantes tanto de colegios públicos como privados en la ciudad de Villavicencio (tabla 2), en cuanto al sexo la participación fue muy similar respecto. En lo que corresponde a la edad, los participantes del estudio están entre los 8 hasta los 16 años, respecto al estrato socioeconómico se halló que 5 de cada 10 estudiantes corresponden al estrato medio, con respecto al grado escolar, se encuentran en mayor porcentaje de grado 5°, seguido del grado 6°, 7° y 8° respectivamente.

Tabla 4 Distribución de la población evaluada según la condición de salud y medicamentos

VARIABLE		FRECUENCIA	PORCENTAJE
Ha sufrido fractura	NO	257	88,6
	SI	33	11,4
Consume medicamentos	NO	273	94,1
	SI	17	5,9
Consumo de suplementos nutricionales	NO	251	86,6
	SI	39	13,4

Fuente. Elaboración propia

Para la caracterización de antecedentes clínicos, la tabla anterior indica que en mayor porcentaje los participantes no presenta fracturas, no consumen medicamentos y el 13,4% consumen suplementos nutricionales. De aquellos participantes que presentaron fractura, la parte de cuerpo donde más se ha presentado fracturas es en los MMSS, de los participantes que han consumido medicamentos el más consumido es el antialérgico, y finalmente la ayuda nutricional que más se ha consumido son las vitaminas.

Tabla 5 Distribución de la población participante según el nivel de actividad física

Nivel de actividad física	Frecuencia	Porcentaje
Muy baja	37	12,8
Baja	142	49,0
Moderada	98	33,8
Intensa	13	4,5
Total	290	100,0

Fuente. Elaboración propia

La tabla anterior muestra que el nivel de actividad física de la población evaluada, en mayor porcentaje fue nivel bajo, seguida por el nivel moderado.

Tabla 6 Distribución de la población participante según el nivel de actividad física

Nivel de actividad física	Frecuencia	Porcentaje
Inactivo	179	61,7
Activo	111	38,3
Total	290	100,0

Fuente. Elaboración propia

La tabla anterior permite observar que la población evaluada en su mayor porcentaje es físicamente inactiva.

Tabla 7 Distribución de la población participante acorde al nivel de actividad física según la edad y el sexo

Físicamente activo				
Edad			Frecuencia	Porcentaje
8-10	Hombre	Inactivo	26	55,3
		Activo	21	44,7
	Mujer	Inactivo	30	62,5
		Activo	18	37,5
11-13	Hombre	Inactivo	36	63,2
		Activo	21	36,8
	Mujer	Inactivo	37	67,3
		Activo	18	32,7
14-16	Hombre	Inactivo	22	50,0
		Activo	22	50,0
	Mujer	Inactivo	28	71,8
		Activo	11	28,2

Fuente. Elaboración propia

La tabla anterior muestra que en cuanto al nivel de actividad física, según la edad son más inactivas las mujeres y esta inactividad se mantiene a medida que se avanza en la edad.

Tabla 8 Descriptivos de las variables antropométricas de la población participante en el estudio

VARIABLE	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Peso (kg)	15,60	90,60	46,45	14,01795
Índice de masa corporal (kg/m ²)	9,4	37,2	20,1	3,6800
Altura vertical (cm)	116	182	150,32	13,926
Altura sentado (cm)	62	98	78,25	6,905
Apvh (cm/años)	-5,0	2,9	-,880	2,0054
Longitud antebrazo derecho (cm)	16,6	27,2	21,73	2,2973
Diámetro del fémur (cm)	7,0	10,3	8,65	,7235
Miembros inferiores (cm)	51,3	91,0	72,06	7,5921

Fuente. Elaboración propia

En cuanto a los descriptivos de las variables se evidencia en la tabla anterior como la media del IMC de los participantes es $20,1\text{kg/m}^2 \pm 3,68\text{ kg/m}^2$; una media para el peso de $46,45 \pm 14,01\text{ Kg}$; para la altura vertical la media presento un valor de $150,32 \pm 13,92\text{ cms}$; con relación a la altura sentada se obtuvo una media de $78,25 \pm 6,90\text{ cm}$, la longitud del brazo derecho obtuvo una media de $21,73 \pm 2,29\text{ cm}$, para la longitud del diámetro del fémur la media fue de $8,65 \pm 0,72\text{ cm}$, finalmente para los miembros inferiores la media fue de $72,06 \pm 7,5\text{cm}$.

Tabla 9 Distribución del DMO según el sexo y la edad de la población de estudio

Sexo d	Edad (años)	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
HOMBRE	8	13	0,63	0,78	0,70	0,04538
	9	17	0,68	0,84	0,73	0,04815
	10	17	0,7	0,85	0,78	0,04847
	11	24	0,73	1	0,84	0,05944
	12	15	0,8	0,95	0,85	0,04518
	13	18	0,85	1,03	0,97	0,04475
	14	12	0,97	1,08	1,02	0,03927
	15	20	0,97	1,16	1,06	0,04713
	16	12	1,01	1,18	1,11	0,05424
MUJER	8	15	0,63	0,69	0,66	0,01846
	9	11	0,68	0,74	0,71	0,02145
	10	22	0,68	0,79	0,72	0,02385
	11	19	0,72	0,81	0,76	0,02786
	12	16	0,75	0,85	0,79	0,02804
	13	20	0,77	0,85	0,82	0,02037
	14	18	0,81	0,86	0,83	0,01495
	15	14	0,82	0,87	0,85	0,01512
	16	7	0,83	0,89	0,87	0,0216

Fuente. Elaboración propia

La tabla anterior muestra que a medida que aumenta la edad aumenta el DMO tanto para hombres como para mujeres, así mismo, en la densidad mineral ósea (DMO) de la población

escolar general evaluada, obtuvieron un mínimo de $0,63\text{g/cm}^2$ y un máximo de $1,18\text{ g/cm}^2$ y la media con un valor de $0,83\text{g/cm}^2 \pm 0,13\text{ g/cm}^2$.

Tabla 10 Distribución de la velocidad pico de crecimiento (APVH) según el sexo y la edad de la población de estudio

Sexo	Edad (años)	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
HOMBRE	8	13	-5	-3,6	-4,315	0,3955
	9	17	-4,3	-2,7	-3,724	0,4893
	10	17	-3,9	-2,3	-3,129	0,5034
	11	24	-3,4	-0,9	-2,367	0,5467
	12	15	-2,5	-1,2	-1,927	0,459
	13	18	-1,9	0,4	-0,539	0,5585
	14	12	-0,3	0,9	0,225	0,4475
	15	20	-0,1	2,5	0,9	0,613
	16	12	0,9	2,7	1,775	0,6552
MUJER	8	15	-3,9	-2,9	-3,213	0,2615
	9	11	-2,6	-1,6	-2,055	0,4108
	10	22	-2,6	-0,9	-1,664	0,4006
	11	19	-1,6	-0,2	-0,832	0,4282
	12	16	-0,5	1,3	0,263	0,45
	13	20	0,2	1,7	0,935	0,4017
	14	18	0,6	1,7	1,256	0,3347
	15	14	1,8	2,5	2,157	0,2027
	16	7	2,2	2,9	2,614	0,2854

Fuente. Elaboración propia

La tabla anterior muestra como en los hombres las medias de la APVH son negativas en edades entre los 8 y 13 años, mientras que para las edades de 14 a 16 años hay una relación positiva y se evidencia que aumenta acorde a la edad. Para el caso de las mujeres la APVH son negativas de los 8 a 11 años y positiva para las edades de 12 a 16 años.

8.2 Análisis bivariado

Tabla 11 Resumen. Asociación entre el nivel de actividad física y las variables socio demográficas

Variable	Chi-cuadrado	Significancia
Sexo	3,157	0,076
Tipo de colegio	2,545	0,111
Estrato	0,592	0,441
Ha sufrido fractura	0,271	0,603
Consume medicamentos	0,590	0,443
Consume suplementos	0,144	0,704

Fuente. Elaboración propia

La tabla anterior evidencia como al asociar el nivel de actividad física con las variables sociodemográficas, se encontró que no existe asociación estadísticamente significativa con ninguna de estas variables.

Tabla 12 Pruebas de normalidad

Variables	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
Edad (años)	0,116	290	0,000
Peso kg	0,057	290	0,025
Talla cms	0,06	290	0,014
Índice de masa corporal (Kgs/cm ²)	0,058	290	0,021
Altura vertical (cms)	0,051	290	0,068
Altura sentado(cms)	0,062	290	0,009
Longitud antebrazo derecho(cms)	0,054	290	0,038
Diámetro del fémur (cms)	0,059	290	0,017
Apvh (años)	0,08	290	0,000
Dmo	0,15	290	0,000
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Fuente. Elaboración propia

La tabla anterior evidencia que la variable altura vertical muestra normalidad en la prueba aplicada, las demás variables no se comportan de manera paramétrica.

Tabla 13 Coeficiente de correlación entre el DMO y variables de estudio

			DMO	
Rho de spearman	Edad (años)	Coeficiente de correlación	,838**	
		Sig. (bilateral)	0,000	
	Peso kg	Coeficiente de correlación	,810**	
		Sig. (bilateral)	0,000	
	Altura vertical	Coeficiente de correlación	,888**	
		Sig. (bilateral)	0,000	
	Altura sentado	Coeficiente de correlación	,869**	
		Sig. (bilateral)	0,000	
	Longitud antebrazo derecho	Coeficiente de correlación	,878**	
		Sig. (bilateral)	0,000	
	Diámetro del fémur	Coeficiente de correlación	,828**	
		Sig. (bilateral)	0,000	
	Índice de masa corporal	Coeficiente de correlación	,432**	
		Sig. (bilateral)	0,000	
	Apth	Coeficiente de correlación	,676**	
		Sig. (bilateral)	0,000	
	** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).			

Fuente. Elaboración propia

La tabla anterior evidencia la correlación de la variable DMO con las demás variables cuantitativas, donde se puede evidenciar una correlación positiva y estadísticamente significativa.

Tabla 14 Relación del DMO con las variables de estudio (U de Mann-Whitney)

Variable		Rango promedio	U mann whitney	Significancia
Sexo	Hombre	178,730	5590,000	0,000*
	Mujer	110,867		
Tipo de colegio	Oficial	144,930	9392,000	0,874
	Privado	146,580		
Ha sufrido fracturas	No	143,586	3748,500	0,278
	Si	160,409		
Consume medicamentos	No	146,198	2130,000	0,570
	Si	134,294		
Consume suplementos o ayudas nutricionales	No	146,319	4689,000	0,673
	Si	140,231		
Nivel de actividad física	Inactivo	142,391	9378,000	0,422
	Activo	150,514		
Estrato categoría	Bajo	149,616	9798,000	0,467
	Medio	142,382		

Fuente. Elaboración propia

La anterior tabla muestra que la relacionar el DMO con las variables de estudio, se evidencio Qque las diferencias de las medias del el sexo con el DMO son estadísticamente significativa.

Tabla 15 Relación del DMO con las variables de estudio (Kruskal-Wallis)

Variable		Rango promedio	Kruskal-Wallis	Significancia
Grado Actual	2 primaria	76,25	149,051779	0,000*
	3 primaria	25,35		
	4 primaria	80,83		
	5 primaria	106,13		
	6 secundaria	151,05		
	7 secundaria	181,01		
	8 secundaria	198,71		
	9 bachillerato	194,88		
	10 bachillerato	204,31		
	11 bachillerato	257,96		
Comuna	1	106,10	44,305594	0,000*
	2	182,89		
	3	141,55		
	4	156,19		
	5	169,34		
	6	203,76		
	7	165,83		
	8	100,58		
Nivel de Actividad Física	Muy baja	157,26	2,164767	0,539
	Baja	138,52		
	Moderada	149,84		
	Intensa	155,58		

Fuente. Elaboración propia

La anterior tabla muestra que al comparar el DMO con las variables de estudio, se evidenció que hay relación estadísticamente significativa entre las variables grado actual y comuna.

8.3 Análisis multivariado.

Modelo de regresión lineal.

A continuación se presenta el modelo de regresión lineal para el estudio de la ciudad de Villavicencio, es de resaltar que para este modelamiento se incluyen las variables que en el análisis bivariado fueron estadísticamente significativas: edad, altura vertical sentado media, longitud de antebrazo derecho media, diámetro del fémur, IMC, APVH, sexo, grado actual, comuna.

La fórmula utilizada para el desarrollo de este modelo fue: $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi} + \varepsilon$

El modelo establecido para la ciudad de Villavicencio fue el siguiente:

$$\text{DMO: } - 0,203 + 0,021 * \text{EDAD} + 0,006 * \text{AS} + 0,011 * \text{LAD} + 0,022 * \text{DF} - 0,084 * \text{SE} - 0,005 * \text{GA}$$

Sig <0,05

F= 699,663 Sig.= 0,000

$r^2 = 0,972$

Edad (E), Altura sentado (AS), Longitud antebrazo derecho (LAD), Diámetro del fémur (DF), Sexo del evaluado (SE), Grado actual (GA).

Como se observa el r cuadrado muestra que el modelo global tiene un muy buen ajuste, es decir, el 94,6 % del DMO de los escolares de la ciudad de Villavicencio es explicado por las variables anterior mente registradas en el modelo. El estadístico F 699,663 que se registra en el modelo, muestra que el modelo global es significativo <0,05.

Individualmente cada uno de los coeficientes que acompañan a las variables son estadísticamente significativo, es decir guardan relación con el DMO, como se observan en las variables (edad, altura sentado, longitud brazo derecho y diámetro del fémur) muestran una relación positiva con el DMO, el coeficiente que acompaña la variable (sexo del evaluado y grado actual) es negativo, que indica que una mujer tiene en promedio un DMO menor $0,085\text{g/cm}^2$ que el hombre, que a menor grado escolar mayor el DMO en los estudiantes en $-0,006\text{ g/cm}^2$.

Pronostico. Dado que el modelo cumple con todos los pasos para la validación, se procede a hacer una predicción establecido para el presente proyecto de la ciudad de Villavicencio, en donde se selecciona un individuo sexo masculino con las siguientes características: Edad: 9 años, altura sentado: 63cm, longitud antebrazo derecho: 17,5cm, diámetro del fémur: sexo: 0, grado actual: 3, presentando un DMO de $0,68\text{ g/cm}^2$, mientras que una mujer con las mismas características tienen un DMO de $0,60\text{ g/cm}^2$, por tanto una mujer tiene una diferencia del DMO de $0,084\text{ g/cm}^2$ con respecto a la del hombre.

9 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Participaron en el presente estudio 290 escolares en el área urbana de la ciudad de Villavicencio en edades comprendidas entre 8 a 16 años, con el fin de determinar las variables predictoras de la salud ósea. En cuanto a las variables sociodemográficas los escolares participantes tenían una edad promedio de $11,86 \pm 2,39$ años, estos datos son similares a los encontrados en el estudio de Galindo et al (75) quienes trabajaron con escolares con edades promedio de 11.42 años, pero diferente al estudio de Palomino et al (76), donde la población evaluada tenía una media de edad de $14,62 \pm 2,01$ años, siendo esta mayor a la del presente estudio.

En cuanto al sexo, la participación fue muy similar tanto en hombres como en mujeres (51% - 49% respectivamente), dato muy similar al estudio desarrollado por Velásquez et al (77) en el municipio de Villamaria donde la distribución del sexo en la población evaluada fue de 50%, para ambos sexos, mientras para el estudio de Patiño y Tabares (78), registraron una participación mayor en las mujeres 50,4%.

Para la variable tipo de colegio la participación fue mayor en colegios oficiales con un 65,5%, similar en el estudio de Martínez et al, (79) y diferente a lo encontrado en el estudio de Escobar et al (80), quienes evaluaron 302 estudiantes donde el 87,4% en colegios oficiales.

En cuanto a la variable estrato, la participación de los escolares fue en mayor porcentaje del estrato medio con un 56,9%, mientras que para Arango y Valencia (81) el estrato que más se reportó con un 42% fue el estrato medio, por el contrario, en el estudio de Torres (82), se observa mayor participación de la población evaluada en cuanto al estrato medio con un 62% y el cual conto con una población de estudio menor (50 estudiantes) a la del vigente estudio.

Para la variable grado escolar, el presente estudio registro datos desde el grado 2° al grado 11° y donde la mayor participación fue del grado 5° con un 17,6%, datos similares a los encontrados por Salamanca et al (83), donde la población evaluada cursaban los grados de

2° a 5° siendo y del estudio de Tercedor (84), donde la muestra del estudio que realizaron fue de 519 escolares entre niños y niñas, y cursaban 5°.

Según la condición de salud y consumo de medicamentos se evidencio que el tan solo el 11,4% de los escolares estudiantes evaluados reportaron haber presentado alguna fractura ósea y la zona del cuerpo que más registro fueron los miembros superiores, como lo muestra López (85), quien plantea como las “Fracturas infantiles más frecuentes esguinces y epifisiolisis”, la zona del cuerpo que reporta mayor frecuencia es la de los miembros superiores, datos que concuerdan con el estudio de Bassini et al (86) quien asume que las “fracturas en niño”, en los miembros superiores tienen mayor incidencia en la edad escolar, ratificando lo encontrado en el estudio actual.

Para el consumo de medicamentos y suplementos el 5,9% manifestó estar consumiendo algún medicamento y el 13,4% estar consumiendo algún suplemento vitamínico, mientras en el estudio realizado por Mestanza et al (87), el medicamento más usado por los niños son los antibiótico, esto debido a su fácil adquisición en farmacias; para el estudio de Dalmau (88) se evidencia un déficit en el consumo de suplementos por parte de los niños, entre estos tan solo el 10% consumen vitamina A, siendo este consumo muy similar al actual estudio.

En cuanto al nivel de actividad física, se evidencio que el 49% de los escolares tienen un nivel de actividad físico bajo, el 33,8% realizan actividad física de forma moderada, el 12,8% la realización de actividad física es muy baja y finalmente tan solo el 4,5% realizan actividad física de forma intensa, se puede afirmar que la población escolar para Villavicencio es físicamente inactiva con un 61,7%, datos similares a los del estudio realizado por Salamanca et al(83) en 5 colegios de la ciudad de Bogotá donde evaluaron el nivel de actividad física de los escolares durante el recreo, encontraron que el nivel de actividad física de los escolares en mayor porcentaje estuvo en el nivel moderado con 62,8% niños y 64,6% las niñas, resultados que duplican los datos obtenidos en el presente estudio para el nivel de actividad física moderada, mientras que en el estudio realizado en la ciudad de barranquilla por Cervantes De la Torre et al, (89), se evidencio que los escolares entre los 6 y los 12 años son físicamente inactivos con un 75%, resultados de que asemejan al actual estudio, en el

(informe 2016: actividad física en niños y adolescentes en España) evidencia que para el año 2015 en cuanto a los hábitos deportivos de la población escolar, los niños entre 6 a 18 años practican deporte (el 71% declaran que una parte de esta actividad física la realizan con algún familiar) mostrando que realizan mayor actividad física frente a los escolares del presente estudio; en otro estudio realizado por Zurita et al (90), evaluaron 160 escolares entre el grado 5° y 6° con edades comprendidas entre los 10 y 12 años, encontraron que tienen un nivel de actividad física medio o moderado con un 51,9%, dato mayor al presente estudio en cuanto a este nivel de actividad física.

Para la variable distribución de la población participante acorde al nivel de actividad física según edad y sexo, se evidencio que tanto hombres como mujeres son físicamente inactivos en un 57% y 67% respectivamente, en cuanto a la edad, se observó que entre los 11 y 13 años son más inactivos físicamente con un 63,2% hombres y un 67,3% las mujeres, para el estudio realizado por Prieto-Benavides et al, (91), en el cual evaluaron a 149 escolares entre las edades de 9 y 17 años en la ciudad de Bogotá, encontraron que tan solo el 42,3% de los niños y el 31% de las niñas eran físicamente activos, datos que se asemejan a los del presente estudio con respecto al porcentaje de inactividad física, en otro estudio realizado por Cervantes De la Torre et al. (89), evaluaron a 247 estudiantes y se encontró que el 52% de las niñas y el 53% de los niños son físicamente inactivos cifras que se acercan a las halladas en el presente estudio, en otro estudio realizado por Alvis-Chirinos et al. (92), quienes evaluaron el nivel de actividad física de 1.241 escolares en tres ciudades de ese país con un promedio de edad de $8,8 \pm 0,2$ años, se encontró que los niños con un promedio de 72,6% eran físicamente más activos que las niñas con un promedio de 46,5%, siendo estos escolares más físicamente activos frente a los del presente estudio.

En cuanto a los descriptivos de las variables antropométricas de la población participante en el estudio, se evidencio que, el promedio del índice de masa corporal (IMC) de los escolares fue de $20,1 \text{kg/m}^2$ (considerado normal peso según la tabla de referencia de la OMS), un promedio de peso en 46,45kg, altura vertical de 150,32cm, altura sentado 78,25cm, longitud antebrazo derecho con una media de 21,73cm, diámetro del fémur 8,65cm y longitud de miembros inferiores 72,06cm, para el estudio realizado por Zapata et al (93), en la ciudad

de Bogotá y que contó con una población de 1.035 escolares en edades entre 6 y 17 años, se encontró que la media del IMC fue de $20,45\text{kg/m}^2$, resultado similar al del presente estudio, en otro estudio realizado por Arango et al.⁸¹ que contó con la participación de 312 escolares, encontraron una media del IMC de $20,4\text{ kg/m}^2 \pm 3,07\text{ kg/m}^2$, dato similar al del presente estudio.

En el estudio desarrollado por Rodríguez et al.(94), en el cual se evaluaron 856 estudiantes pertenecientes a la provincia de Catamarca, Argentina, encontraron que la media del peso fue de $59,83 \pm 13,47\text{kg}$, en este mismo estudio la media de la altura vertical fue de $1,60 \pm 0,06\text{m}$, estos resultados son mayores tanto en peso como altura en comparación a los datos obtenidos en el estudio actual, mientras que para el estudio realizado por Gálvez (95), con 216 escolares con edades comprendidas entre los 8 y 11 años pertenecientes a colegios públicos en España, se encontró que los escolares presentaron medias de peso $38,2\text{kg}$, talla $139,8\text{cm}$ e IMC $19,3\text{kg/m}^2$, datos menores a los encontrados en el presente estudio.

En cuanto a la medición de la longitud del antebrazo, se encontró en el estudio realizado por Cossio et al, (96), con 49 escolares que presentaban discapacidad intelectual y encontraron que para el antebrazo derecho la media fue de $21,56\text{cm}$, dato similar al presente estudio, mientras que para el estudio realizado por Rodríguez et al,(97) con una media de 21.2 ± 3.3 años de edad y donde la media de la longitud del brazo fue de $25.3 \pm 1.3\text{cm}$ (no se especifica lateralidad del segmento medida), dato superior al obtenido en el actual estudio.

Para la variable diámetro del fémur, se encontró que en el estudio mencionado anteriormente realizado por Rodríguez et al,(97) evidenciaron que la media del fémur para esa población de gimnastas fue de $9.5 \pm 0.4\text{cm}$, siendo este dato 1cm mayor al registrado en el actual estudio, de igual forma, en el estudio realizado por Brito et al, (98), en 114 estudiantes universitarios ecuatorianos, en el cual evidenciaron una media del diámetro biepicondileo del fémur de $9,58 \pm 0.69\text{cm}$, resultado igual al anterior estudio y que sigue siendo superior al estudio actual.

En cuanto a la variable longitud de miembros inferiores, en un estudio realizado por Del Pino et al, (99), en el cual se encontró que la media de la longitud de miembros inferiores para la población niño/niñas entre los 8 y 16 años fue de 69,91cm, dato menor a las del actual estudio.

Para la variable distribución de la densidad mineral ósea (DMO) según el sexo y la edad de la población de estudio, se encontró que, a medida que aumenta la edad aumenta el DMO tanto para hombres como para mujeres, así mismo, en la densidad mineral ósea (DMO) de la población escolar general evaluada, se obtuvieron los siguientes registros: un mínimo de $0,63\text{g/cm}^2$ y un máximo de $1,18\text{g/cm}^2$ y la media con un valor de $0,83\text{g/cm}^2 \pm 0,13\text{g/cm}^2$; en el estudio realizado por Gómez-Campos et al,(103) en el cual se evaluó el DMO en jóvenes chilenos practicantes de diferentes modalidades deportivas y del cual conto con una población de 146 adolescentes de sexo masculino con edades comprendidas entre los 10 y 18 años de edad, de esta población el grupo control fue de 40 escolares y del cual se evidencia una media del DMO de $1,04 \pm 0,14\text{g/cm}^2$ (escolares, grupo control), dato mayor al obtenido en la media del DMO para los niños ($0,90\text{g/cm}^2$) en el presente estudio, a diferencia en el estudio realizado por Iglesias ⁴⁷ en el cual se determinó el DMO por DXA encontraron una media de $0,76 \pm 0,17\text{g/cm}^2$ y una vez finalizado el tratamiento la media del DMO fue de $0,788 \pm 0,19\text{g/cm}^2$, datos que la ser comparado con el actual estudio, son menores.

En cuanto a la variable distribución de la velocidad pico de crecimiento (APVH) según el sexo y la edad de la población de estudio, para el presente estudio presentó los siguientes resultados, en los hombres las medias de la APVH son negativas en edades entre los 8 y 13 años, mientras que para las edades de 14 a 16 años hay una relación positiva y se evidencia que aumenta acorde a la edad. Para el caso de las mujeres la APVH son negativas de los 8 a 11 años y positiva para las edades de 12 a 16 años; así mismo, se evidencia que la edad de maduración biológica para los hombres es a los 14 años y mujeres a los 12 años de edad, llegando a la edad de maduración biológica primero las mujeres y dos años después los hombres, para el estudio realizado por Cossío et al. (102), evidenciaron que los escolares evaluados, las niñas encontraron su APVH primero que los hombre 12 y 15 años respectivamente, datos similares a los del actual estudio; mientras que, el estudio realizado por Gómez-Campos et al, (103), quienes evidenian como la edad de maduración (APVH)

para estas niñas fue a los $13,03 \pm 0,27$ años, un año más tardío que los datos encontrados en el presente estudio referente a las niñas.

Se encontró que no existe asociación estadísticamente significativa con ninguna de las variables, caso similar, se encontró en el estudio de García et al (48) quienes no encontraron asociación estadísticamente significativa con estas variables sociodemográficas; el estudio de Castillo et al. (104), quienes encontraron diferencia entre el nivel de actividad física y el sexo; en otro estudio realizado por González Mesa et al. (105), evidenciaron que existe diferencia estadísticamente significativa entre la práctica de la actividad física y la variable sexo, el estudio de Zurita et al. (90) encontraron diferencias estadísticamente significativa entre la actividad física y el género.

En cuanto al DMO y las variables de estudio, se encontró diferencia estadísticamente significativa con la variable sexo, datos diferentes al estudio de Solís et al. (106), quienes no encontraron diferencia estadísticamente significativa entre el DMO y la variable sexo, de igual forma Suárez et al. (107), encontraron que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre el DOM y el nivel de actividad física.

Las variables altura sentado, longitud del antebrazo derecho, diámetro del fémur, sexo del evaluado, y grado actual se convierten en las predictoras de la DMO; datos contrarios a los encontrados en el estudio de Vania et al, (108), en Cuernavaca México, encontraron que las variables predictoras de la densidad mineral ósea son el peso, el porcentaje de grasa y la densidad mineral ósea materna; así mismo Gómez et al. (103), encontraron que las variables predictoras de la densidad mineral ósea fueron longitud del antebrazo, diámetro del fémur, y el pico de velocidad de crecimiento (APVH), variables que se asemejan a las encontradas en el presente estudio.

Los resultados del presente estudio también son similares con lo reportado por Gómez-Campos et al. (103), quienes reportan como variables predictoras de la densidad mineral ósea características antropométricas correspondientes a la longitud de antebrazo y diámetro del fémur una vez contrastadas con mediciones por (DXA). También, Miller et al.(109),

encontraron que variables como la altura vertical, el diámetro biestiloideo, el diámetro biepicondilar humeral y el diámetro biacromial fueron igualmente predictores de la densidad mineral ósea. Por su parte Silva et al, (110), determinaron que la edad de desarrollo biológico, el peso corporal y la altura vertical también fueron predictores de la densidad mineral ósea en varones adolescentes.

Otros autores, aunque no han estimado la densidad mineral ósea específicamente, han intentado predecir la masa músculo-esquelética también contrastando con mediciones con (DXA) tanto en niños como en adolescentes, encontrando que variables como la altura vertical, el género, el área muscular del brazo, el área muscular del muslo, el área muscular de la pierna y el peso pueden predecir esta variable (111- 113)

Las correlaciones observadas en estas investigaciones y la nuestra entre la densidad mineral ósea y las variables antropométricas parecen estar apoyadas principalmente en la dependencia de la densidad mineral ósea con la longitud de los huesos y su diámetro, es decir, la presencia de huesos cortos y de pobre diámetro se relacionan con bajos niveles de densidad mineral ósea con sus consecuencias en materia de salud ósea tanto agudas como crónicas (103).

En este escenario, las variables antropométricas toman un valor inestimable dado que, con mediciones simples de bajo costo fácilmente aplicables a grandes poblaciones se puede llegar a un acercamiento bastante preciso de la salud ósea en niños y adolescentes, lo cual permite toma de decisiones efectivas para la promoción de la salud y prevención de la enfermedad músculo-esquelética a edades tempranas fortaleciendo las acciones de detección temprana y protección específica en materia de salud en población colombiana.

Una limitación encontrada en esta investigación está relacionada con las variables comprendidas para el estudio; en este caso el nivel educativo no fue considerado en los documentos consultados; sin embargo, se podría afirmar que el nivel educativo en estos escolares tiene el mismo comportamiento que la edad al relacionarla con la DMO; esto porque los escolares con menos años generalmente están en grados escolares inferiores y

viceversa. Entonces, se podría aseverar que la DMO tiende a ser mayor en los escolares con mayor nivel educativo.

10 CONCLUSIONES

En el presente estudio participaron 290 escolares de la ciudad de Villavicencio Meta, con edades comprendidas entre los 8 y 16 años, encontrándose relación muy similar respecto al sexo, 7 de cada 10 escolares evaluados pertenecían a colegios oficiales, se encontraron datos de estrato bajo y medio, en donde 6 de cada 10 escolares pertenecían a estrato medio, con respecto al grado escolar, se encuentran en mayor porcentaje de participación en el grado 5°, seguido del grado 6°, 7° y 8° respectivamente.

Los escolares participantes mostraron que en cuanto al nivel de actividad física el 49% de los escolares tienen un nivel de actividad físico bajo, el 33,8% realizan actividad física de forma moderada, el 12,8% la realización de actividad física es muy baja y finalmente tan solo el 4,5% realizan actividad física de forma intensa, concluyendo que con 61,7% son físicamente inactivos y siendo en mayor porcentaje la mujeres físicamente inactivas con un y 67%.

Así mismo, en cuanto las variables antropométricas, se evidencia un IMC de los participantes promedio de $20,1\text{kg/m}^2$, una media para el peso de 46,45kg, para la altura vertical la media presento un valor de 150,32cm, con relación a la altura sentada se obtuvo una media de 78,25 cm, la longitud del brazo derecho obtuvo una media de 21,73 cm, para la longitud del diámetro del fémur la media fue de 8,65 cm y finalmente para los miembros inferiores la media fue de 72,06 cm.

En la asociación del nivel de actividad física con las variables sociodemográficas, se encontró que no existe asociación estadísticamente significativa con ninguna de estas variables. Para la correlación de la variable DMO con las variables cuantitativas, se evidencio una correlación positiva y estadísticamente significativa con todas ellas (edad, peso, altura vertical, altura sentado, longitud del antebrazo derecho, diámetro del fémur, IMC, APVH).

Se estableció que el DMO de los escolares de la ciudad de Villavicencio es explicado por las variables altura sentado, longitud de antebrazo, diámetro del fémur, sexo y grado actual. El

estadístico F: 699,663 que se registra en el modelo, muestra que el modelo global es significativo $<0,05$.

11 RECOMENDACIONES

Implementar programas de actividad física, recreación y deporte, dentro de las instituciones oficiales y privadas de la ciudad de Villavicencio, teniendo presente los resultados que se obtuvieron en el presente estudio, promoviendo y potenciando los hábitos y estilos de vida saludable de los escolares, según las recomendaciones nacionales e internacionales.

Socializar los resultados obtenidos a la Secretaria de Educación de Villavicencio, así mismo, en las instituciones educativas participantes del estudio, dando a conocer la relevancia de los resultados obtenidos en cuanto nivel de actividad física, ecuación del modelo de regresión lineal del DMO, su importancia y beneficios para la comunidad de escolares de la capital metense tanto en hábitos saludables, como de salud ósea.

Instruir a toda la comunidad educativa (en especial a los docente de educación física) y de entrenadores deportivos de la ciudad de Villavicencio, en el uso adecuado de la ecuación del modelo de regresión lineal del DMO establecida en el presente estudio con parámetros locales, como herramienta predictoras de la salud ósea, siendo esta de fácil acceso y bajo costo.

Realizar este estudio en otras poblaciones y municipios del departamento del Meta, con el fin de obtener más datos y realizar comparaciones según características sociodemográficas.

La temática aborda vinculada a la salud ósea de niños y adolescentes, debe ser centro de atención de los sistemas de protección temprana y atención específica del modelo de promoción de la salud y prevención de la enfermedad en infantes y adolescentes dada la vinculación existente entre la construcción de reserva ósea en estas edades y la probabilidad de osteoporosis en el futuro. Por tanto es necesario y conveniente articular los entes gubernamentales encargados que fortalezcan la promoción de la salud en estas poblaciones.

12 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Galindo R., Núñez E., Martín Ñ., Díaz-Cordovés G., Sierra C., Urda A. Baja densidad mineral ósea en artritis idiopática juvenil: prevalencia y factores relacionados. *Rev. Anales de Pediatría*. (revista en internet). 2017. 87(4):218-225. Disponible en: <https://www.analesdepediatria.org/es-baja-densidad-mineral-osea-artritis-articulo-S1695403317300073>
2. Guerrero L. Consideraciones del ejercicio físico en la osteoporosis. *Rev. BioMed Research Internacional*, 2018(1): 1-10. Estados Unidos. 2018. Instituto Internacional de Ciencias del Ejercicio Físico y Salud. Disponible en: <https://g-se.com/consideraciones-del-ejercicio-fisico-en-la-osteoporosis-ft-M5c65e743f15b7>
3. Gómez R., Andruske C., Arruda M., Albornoz R., Bolaños M. Ecuaciones propuestos y valores de referencia para calcular la salud ósea en niños y adolescentes según la edad y el sexo. 2017. Chile.
4. Martínez R. Efectos del ejercicio físico sobre la densidad mineral ósea, en personas con osteoporosis: una revisión sistemática. *Rev. MC [Internet]*. 31dic. 2013 [citado 18jul. 2019]; 7(1):159-66. Available from: <https://revistas.iberamericana.edu.co/index.php/Rmcientifico/article/view/151>
5. Cossio M. Densidad mineral ósea de jóvenes practicantes de diversas modalidades deportivas. 2017. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/318842343_Densidad_mineral_osea_de_jovenes_practicantes_de_diversas_modalidades_deportivas
6. Gordon CM. Pediatric osteoporosis: where are we now?. *J Pediatr*. 2012;161:983–990.
7. Pekkinen H., Viljakainen E., Saarnio C., Lamberg-Allardt O., Mäkitie. Vitamin D is a major determinant of bone mineral density at school age, *PLoS One*. 7 (2012) e40090. doi:10.1371/journal.pone.0040090.
8. Sawyer AJ., Bachrach LK., Fung EF., eds. *Bone Densitometry in Growing Patients: Guidelines for Clinical Practice*. 2007. Totowa, New Jersey: Humana Press.
9. Andreoli A., Monteleone M., Van Loan M., Promenzio L., Tarantino U., De Lorenzo A. Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2001; 33(4):507-511.
10. Baxter-Jones AD, Faulkner RA, Forwood MR, Mirwald RL, Bailey DA. Bone mineral accrual from 8 to 30 years of age: an estimation of peak bone mass. *J Bone Miner Res*. 2011;26(8):1729–39.
11. Ackerman K, Misra M. Bone Health in Adolescent Athletes with a Focus on Female Athlete Triad. *Phys Sportsmed*. 2011;39(1):131–141.

12. Bachrach LB, Sills IN. Clinical report-bone densitometry in children and adolescents. *Pediatrics*. 2011;127.
13. Secien-Palacin JA., y Jacoby ER. Sociodemographic and enviromental factors associated with sports physical activity in the urban population of Peru. *Rev Panam Salud Publica*; 2003, vol 14, No 4 255-264.
14. World Health Organization. Report of a WHO consultation on Obesity. Reventing and managing the global epidemic. WHO, Genebra, 1998.
15. Peña, A. Efectos del ejercicio sobre la masa ósea y la osteoporosis. *Rehabilitación*, 37(6), 2003; 339-53.
16. Karlsson, M., Nordqvist, A., & Karlsson, C. Physical activity increases bone mass during growth. *Food & Nutrition Research*, 52, 2008. 10.3402/fnr.v52i0.1871
17. Glden, S.A. Abrams, Optimizing bone health in children and adolescents, *Pediatrics*. 134 (2014): 229–243. doi:10.1542/peds.2014-2173.
18. Hui, S., Slemenda, C., & Johnston, C. Age and bone mass as predictors of fracture in a prospective study. 1988. *Journal of Clinical Investigation*, 81, 1804-9.
19. Plaza-Carmona M, Ubago-Guisado E, Sánchez- Sánchez J, Felipe J, Fernández-Luna A. Composición corporal y condición física en niñas pre-púberes nadadoras y futbolistas. *Journal of Sport and Health Research*. 2013;5(3):251-8.
20. Ubago-Guisado E, Gómez-Cabello A, Sánchez- Sánchez J, García-Unanue J, Gallardo L. Influence of different sports on bone mass in growing girls. *Journal of Sports Sciences*. 2015 (ahead-of-print):1-9.
21. Hayslip CC, Klein TA, Wray HL, Duncan WE. The effects of lactation on bone mineral content in healthy postpartum women. *Obstet Gynecol* 1989; 73: 588-592.
22. Affinito P, Tommaselli GA, di Carlo C, Guida F, Nappi C. Changes in bone mineral density and calcium metabolism in breastfeeding women: a one year follow-up study. *J Clin Endocrinol Metab* 1996; 81: 2314-2318.
23. López JM, González G, Reyes V, Campino C, Díaz S. Bone turnover and density in healthy women during breastfeeding and after weaning. *Osteoporos Int* 1996; 6: 153-159.
24. Kalkwarf HJ, Specker BL, Ho M. Effects of calcium supplementation on calcium homeostasis and bone turnover in lactating women. *J Clin Endocrinol Metab* 1999; 84: 464.
25. Polatti F, Capuzzo E, Viazzo F. Bone mineral changes during and after lactation. *Obstetrics & Gynecology* 1999; 94: 52- 56.

26. Gordon CM, Bachrach LK, Carpenter TO, Crabtree N, El-Hajj Fuleihan G, Kutilek S, et.al. Dual Energy X- ray Absorptiometry Interpretation and Reporting in Children and Adolescents: The 2007 ISCD Pediatric Official Positions. *Journal of Clinical Densitometry: Assessment of Skeletal Health*. 2008; 11(1): 43e58
27. Bachrach LK. Osteoporosis and measurement of bone mass in children and adolescents. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2005; 34:521–535. <https://doi.org/10.1016/j.ecl.2005.04.001> PMID: 16085157
28. Boroncelli GI, Saggase G. Critical age and stages of puberty in the accumulation of spinal and femoral bone mass: The validity of bone mass measurements. *Horm Res*. 2000; 54(Suppl 1):2–8.
29. Rizzoli R, Bianchi ML, Garabedian M, McKay HA, Moreno LA. Maximizing bone mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly. *Bone*. 2010; 46: 294–305. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2009.10.005> PMID: 19840876
30. Gómez-Campos R, Andruske CL, Arruda Md, 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*, 2017; 12(7): 1-14.
31. Organización Mundial de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Obtenido de <http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/> (5 de 1 de 2017).
32. Reuter, C., Stein, C., Vargas, D. Massa óssea e composição corporal em estudantes universitarios. *Revista da Associação Medica do Brasileira*. 2012; 58 (3), 328-34.
33. Boot AM, Ridder MAJ, Pols HAPP, Krenning EP, Muinck Keizer-Schrama SMPF. Bone Mineral density in children and adolescents: Relation to puberty, calcium Intake, and physical activity. *J Clin Endocrinol Metab*. 1997; 82:57–62.
34. Gonc, Alves EM, Ribeiro RR, Carvalho WRGd, de Moraes AM, Roman EP, Santos KD, et al. Brazilian Pediatric Reference Data for Quantitative Ultrasound of Phalanges According to Gender, Age, Height and Weight. *PLoS ONE*. 2015; 10(6): e0127294
35. Sopher AB, Fennoy I, Oberfield SE. An update on childhood bone health: mineral accrual, assessment and treatment. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2015; 22: 35-40.
36. Aznar S, Webster T. *Actividad Física y Salud en la Infancia y la Adolescencia. Guía para todas las personas que participan en su educación: Ministerio de Sanidad y Consumo*; 2006.
37. Moreno LA, Gracia-Marco L. Prevención de la obesidad desde la actividad física: del discurso teórico a la práctica. *Anales de Pediatría*. 2012;77(2):136–. 248.

38. Cooper C, Campion G, Melton LJ. Hip fractures in the elderly: a world-wide projection. *Osteoporosis International*. 1992;2:285-9.
39. Gracia-Marco L, Rey-López J, Santaliestra-Pasías A, Jiménez-Pavón D, Díaz L, Moreno L, et al. Sedentary behaviours and its association with bone mass in adolescents: the HELENA cross-sectional study. *BMC public health*. 2012;12(1):971.
40. Vicente-Rodríguez G, Ortega FB, Rey-López JP, España-Romero V, Blay VA, Blay G, et al. Extracurricular physical activity participation modifies the association between high TV watching and low bone mass. *Bone*. 2009;45:925–30.
41. Glastre C, Braillon P, David L, Cochat P, Meunier PJ, Delmas PD. Measurement of bone mineral content of the lumbar spine by dual energy X-ray absorptiometry in normal children: correlations with growth parameters. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 1990;70(5):1330-3.
42. Matkovic V, Fontana D, Tomanic C, Goel P, Chesnut CH. Factors which influence peak bone mass formation: A study of calcium balance and the inheritance of bone mass in adolescent females. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1990;52:878-88.
43. MacKelvie KJ, Khan KM, McKay HA. Is there a critical period for bone response to weight-bearing exercise in children and adolescents? a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*. 2002;36(4):250-7.
44. Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obesity reviews*. 2004;5(s1):4-85.
45. Lehtonen-Veromaa M, Mottonen T, Nuotio I, Heinonen OJ, Viikari J. Influence of physical activity on ultrasound and dual-energy x-ray absorptiometry bone measurements in peripubertal girls: A cross-sectional study. *Calcif Tissue Int* 2000;66:248–254.
46. Marcus R. Role of exercise in preventing and treating osteoporosis. *Rheum Dis Clin North Am*. 2001; 27:131-41.
47. Merrilees MJ, Smart EJ, Gilchrist NL, March RL, Maguire P, Turner JG, Frampton C, Hooke E. Effects of dairy food supplements on bone mineral density in teenage girls. *Eur J Nutr*. 2000;39(6):256–262.
48. Alwis G, Linden C, Ahlborg HG, Dencker M, Gardsell P, Karlsson MK. A 2-year schoolbased exercise program in pre-pubertal boys induces skeletal benefits in lumbar spine. *Acta Paediatr*. 2008; 97(11):1564–1571.
49. Grampp S., Genant HK., Mathur A., Lang P., Jergas M., Takada M., Comparisons of noninvasive bone mineral measurements in assessing age-related loss, fracture discrimination, and diagnostic classification. *J Bone Miner Res*. 1997; 12: 697-711.

50. Marshall D, Johnell O, Wedel H. Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *BMJ*. 1996, 312: 1254-9.
51. Gómez C. Valores de la densidad mineral ósea (BMD) en columna lumbar y cadera de la población sana española. En: Díaz Curiel M, Díez Pérez A, Gómez Alonso C, FHOEMO, SEIOMM, RPR, editors. *Nuevas Fronteras en el Estudio de la Densidad Ósea en la Población Española*. Alcorcón, Madrid: Edimsa 1996; 73-94.
52. Gihan YA, Essam EA, Waleed HA, Nagah MA, Eglal H AG. Bone mineral density & bone mineral content in Saudi children, risk factors and early detection of their affection using dual-emission X-ray absorptiometry (DEXA) scan. *Egyptian Pediatric Association Gazette* 65 (2017) 65–71.
53. Hao Xu, Jia-Xuan Chen, Tian-Min Zhang, Jian Gong, Qiu-Lian Wu, Jin-Ping Wang. Correlation between hand and total body bone density in normal Chinese children. *Bone* 41 (2007) 360–365.
54. ISAK. International standards for Anthropometrics Assessments. 2001. Unerdale: ISAK. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=>.
55. Sillero Quintana M. Universidad Politécnica. Módulo de Kineantropometría. Texto Guía. Facultad de ciencias de Actividad Física y del Deporte I.N.E.F. (Madrid–España). 2005- 2006.
56. Gonzales Caballero P. Ceballos Días J. Manual de Antropometría. (Cuba). 2003. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://ict.udg.co.cu/educaci%c3%b3n%20f%c3%adsica/medicina%20deportiva.pdf>.
57. Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinantropometría. Pruebas fisiológicas del atleta de élite; *Human Kinetics : Champaign, IL, EE. UU.*, 1991; pp. 223-308.
58. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. Una evaluación de la madurez a partir de mediciones antropométricas. *Medicina y Ciencia en Deportes y Ejercicio*. 2002; 34: 689-694.
59. Janz K. Physical activity and bone development during childhood and adolescence. Implications for the prevention of osteoporosis. *Minerva Pediatr* 2002; 54: 93-104.
60. Henderson NK, White CP, Eisman JA. The roles of exercise and fall risk reduction in the prevention of osteoporosis. *Endocrinol Metab Clin North Amer* 1998; 27: 369-387.
61. Muñoz V., Barrios G., Garrido J., Argente I. Ejercicio físico y masa ósea en adolescentes deportistas. *rev esp pediatr* 2003;59(1):61-69.

62. Carrascosa A, Yeste D, Audi L. Crecimiento y mineralización del tejido óseo. En: Argente J, Carrascosa A, Gracia Ri Rodríguez F (eds.). Tratado de Endocrinología Pediátrica y de la Adolescencia. Barcelona: Ediciones Doyma; 2000. p. 113-130.
63. Muñoz MT, Garrido G. Aspectos nutricionales y endocrinológicos en adolescentes deportistas. *Rev Esp Pediatr* 2001; 57 (2): 106-120.
64. National Research Council. Recommended Dietary Allowances. 10 th edition. National Academy of Press. Washington DC; 1989: 24-38.
65. Webster B, Barr S. Calcium intakes of adolescent female gymnasts and speed skaters: lack of association with dieting behavior. *Int J Sport Nutr* 1995; 5: 2-12.
66. Del Río L, Carrascosa A, Pons F, Guisinyé M, Yeste D, Domenech FM. Bone mineral density of the lumbar spine in white mediterranean spanish children and adolescents: change related to age, sex and puberty. *Pediatr Res* 1994; 35: 362- 366.
67. Tucker KL. Colas but not other carbonated beverages, are associated with low bone mineral density in older women: The Framingham Osteoporosis Study. *Am J Clin Nutr* 2006;84(4):936-42.
68. Rojano MD, Aguilar MG, López MG, Cortés EL, Hernández CM, Canto CT et al. Risk factors and impacto on bone mineral density in postmenopausal Mexican mestizo women. *Menopause* 2011;18(3):302-06.
69. Henderson NK, White CP, Eisman JA. The roles of exercise and fall risk reduction in the prevention of osteoporosis. *Endocrinol Metab Clin North Amer* 1998; 27: 369-387.
70. Heany RP. Pathophysiology of osteoporosis. *Endocrinol Metab Clin North Amer* 1998; 27: 255-265.
71. Magnusson H, Linden C, Karlsson C, Obrant KJ, Karlsson MK. Exercise may induce reversible low bone mass in unloaded and high bone mass in weight-loaded skeletal regions. *Osteoporos Int* 2001; 12: 950-955.
72. Matsumoto T, Nakagawa S, Nishida S, Hirota R. Bone density and bone metabolic markers in active collegiate athletes: findings in long-distance runners, judoists and swimmers. *Int J Sports Med* 1997; 18: 408-412.
73. Herazo-Beltrán, A. y Domínguez-Anaya, R. Confiabilidad del cuestionario de actividad física en niños colombianos. *Rev. salud pública.* 14 (5): 802-809, 2012.
74. Martínez G. D. Martínez D. V. Pozo T, Welk GJ, Villagra A, Calle ME, et al. Fiabilidad y validez del cuestionario de actividad física PAQ-A en adolescentes españoles. *Rev. Esp Salud pública.* 2009; 83 (3): 427-439.

75. Galindo B, Núñez E, Martín L, Díaz G, Sierra C, Urda A. Low bone mineral density in juvenile idiopathic arthritis: Prevalence and related factor. *An Pediatr (Barc)*. 2017; 87(4): 218-225.
76. Palomino C, Reyes F, Sánchez A. Niveles de actividad física, calidad de vida relacionada con la salud, autoconcepto físico e índice de masa corporal: un estudio en escolares colombianos. *Biomédica*. 2018; 38(1): 224-231.
77. Velasquez E. Determinantes sociales de la salud predictores de la condición física saludable en escolares entre 12 y 18 años en el municipio de Villamaria. Universidad Autónoma de Manizales. 2018. Disponible en: http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/182/1/Deter_socia_salud_predic_condi_f%C3%ADs_salud_escola_12_18_a%C3%B1os_Villamaria.pdf
78. Patiño B, y Tabares M. Determinantes sociales de la salud predictores de la condición física saludable en escolares entre 12 y 18 años en la ciudad de Dosquebradas Risaralda. Universidad Autónoma de Manizales. 2018. Disponible en: <http://repositorio.autonoma.edu.co/xmlui/handle/11182/187?locale-attribute=en>
79. Martínez A, Martínez J, Martínez L. Hábitos de actividad física y su asociación con adiposidad en escolares de 12 a 18 años de edad del municipio de Montería. Universidad de Córdoba. 2009. Disponible en: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/123456789/763>
80. Escobar L, Orozco A, Pantoja C. Determinantes sociales de la salud predictores de la condición física saludable en escolares entre 12 y 18 años del municipio de Chinchiná, Caldas. Universidad Autónoma de Manizales. 2018. Disponible en: <http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/handle/11182/185>
81. Arango A, Valencia N. Determinantes sociales de la salud predictores de la condición física saludable en escolares entre 12 y 18 años en la ciudad de Manizales Caldas. Universidad Autónoma de Manizales. 2018. Disponible en: http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/179/1/Deter_Socia_salud_pedic_condi_f%C3%ADs_salud_escol_12_18_a%C3%B1os_Manizales.pdf
82. Torres J. Relación entre el nivel de actividad física, hábitos de estudio y el rendimiento académico de los estudiantes del colegio Enrique Olaya Herrera en Bogotá D.C. Universidad Santo Tomás. 2017. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10193/Torresjairo2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
83. Salamanca N, Sandoval C, Páez C. Niveles de actividad física en el recreo, en escolares de cinco instituciones públicas de Bogotá, Colombia. Universidad del Rosario. Disponible en: <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/12815/ARTICULO%20SOPLAY%20FINAL.%2016.pdf?sequence=1>

84. Tercedor P. Estudio sobre la relación entre actividad física habitual y condición física – salud en una población escolar de diez años de edad. Universidad de Granada. 1998. <http://digibug.ugr.es/handle/10481/28540>
85. López – Olmedo J. Fracturas infantiles más frecuentes. Esguinces y epifisiolisis. *Pediatr Integral* 2019; XXIII (4): 221.e1 – 221.e14.
86. Bassini O, Fiscina S, Miscione H. fracturas en el niño. *Medicina Infantil*, 2006; 13 (3): 269-275.
87. Mestanza F, y Pamo O. Estudio muestral del consumo de medicamentos y automedicación en Lima Metropolitana. 2013. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/299524658_Estudio_muestral_del_consumo_de_medicamentos_y_automedicacion_en_Lima_Metropolitana
88. Dalmau J. Fórmulas de continuación y fórmulas de crecimiento. *Acta Pediatr Esp*, 2005; 63:471-475.
89. Cervantes de la Torre K, Amador E, Arrazola M. Nivel de actividad física en niños de edades de 6 a 12 años en algunos colegios de Barranquilla-Colombia, en el año 2014-2015. *Biociencias*, 2017; 12 (1): 17 – 23.
90. Zurita F., Ubago J. L, Puertas P, González G, Castro M, Chacón R. Niveles de actividad física en alumnado de Educación Primaria de la provincia de Granada Physical activity levels of Primary Education students in Granada. *Retos*, 2018; 34(1): 218-221.
91. Prieto D, Correa J. E, Ramírez R. Niveles de actividad física, condición física y tiempo en pantallas en escolares de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL. *Nutr Hosp*. 2015; 32(5): 2184-2192.
92. Alvis-Chirinos K, Huamán-Espino L, Pillaca J, Aparco J. P. Medición de la actividad física mediante acelerómetros triaxiales en escolares de tres ciudades del Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2017; 34(1): 28-35.
93. Zapata DM, Hernández E, Mancera E, Preciado D, Sanjuanelo D. Caracterización del índice de masa corporal en escolares que participaron dentro del programa de deporte escolar 40X40 en Bogotá, D.C. *Rev. Fac. Med*. 2016; 64 Supl: S119-26.
94. Rodríguez C, Castillo S, Arbinaga F. Comparación del índice de masa corporal en escolares de Catamarca establecido por técnicas antropométricas, de autoinforme y test de figuras. *Arch Argent Pediatr* 2019;117(3):e218-e223 / e218.
95. Galvéz Casas A. Actividad física habitual de los adolescentes de la región de Murcia. Análisis de los motivos de práctica y abandono de la actividad físico-deportiva.2004. Universidad de Murcia. Disponible en: <https://www.efdeportes.com/efd107/motivos-de-practica-y-abandono-de-la-actividad-fisico-deportiva.htm>

96. Cossio-Bolaños M, Vidal-Espinoza R, Lagos-Luciano J. Perfil antropométrico en función del estado nutricional de niños con discapacidad intelectual. *Rev. chil. pediatr.* 2015; 86 (1): 18-24.
97. Rodríguez- Bies E, y Berral de la Rosa FJ. Estudio morfológico en gimnastas Argentinos de alto rendimiento. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 2006; 8(4): 16-24.
98. Brito V, Contreras T, Barreto J. Análisis de la Composición Corporal en Estudiantes de la Carrera de Cultura Física de la Universidad de Cuenca 2015. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas* . 2016; 15(1): 40-48.
99. Del Pino M, Orden A, Arenas M, Caíno S, Fano V. Referencias Argentinas de estatura sentada y longitud de miembros inferiores de 0 a 18 años. *Medicina Infantil* 2016; 23(1): 279 - 286.
100. Gómez-Campos R, Cofré Huenul R, Urra Albornoz C, Luarte-Rocha C, Ibáñez Quispe V, Cossio Bolaños M. Densidad mineral ósea en una muestra de jóvenes chilenos practicantes de diversas modalidades deportivas. *Salud Uninorte*, 2017; 33 (1): 48-57.
101. Iglesias C. Análisis de la densidad mineral ósea en niños celíacos. Efecto de la exclusión del gluten de la dieta. Universidad de León. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=55620>
102. Cossío Bolaños M, Méndez Cornejo J, Luarte Rochad C, Vargas R, Canqui B, Gomez Campo R. Patrones de actividad física de adolescentes escolares: validez, confiabilidad y propuesta de percentiles para su evaluación *Physical activity patterns of school adolescents: Validity, reliability and percentiles proposal for their evaluation. RevChilPediatr*, 2016; 87(6): 1-11.
103. Gomez-Campos, R, Camargo, C, Arruda, M, Cossio-Bolanos, M. Crecimiento físico y estado nutricional de gimnastas rítmicas de élite. *Nutr. clín. diet. hosp.* 2013; 33(1):31-37.
104. Castillo Viera E, Tornero Quiñones I, García Araujo JA. Relación entre actividad física, alimentación y familia en edad escolar. *Retos*, 2018; 34 (1): 85-88.
105. González González de Mesa, C, Cuervo Tuero, C, Cachón Zagalaz, J, Zagalaz Sánchez, M. Relación entre variables demográficas, la práctica de ejercicio físico y la percepción de la imagen corporal en estudiantes del grado de magisterio. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 2016; 29 (1): 90-94.
106. Solís Alfonso L, Fernández-Britto J. Caracterización de la densidad mineral ósea en columna lumbar y caderas según factores de riesgo aterogénico en fallecidos. *Revista Cubana de Medicina Militar* 2013;42(2):134-144.

107. Suárez Cortina L, Moreno Villares J, Martínez Suárez V, Aranceta Bartrina J, Dalmau Serra J, Gil Hernández A, Lama More R, Martín Mateos M, Pavón Belinchón P. Ingesta de calcio y densidad mineral ósea en una población de escolares españoles (estudio CADO). *An Pediatr (Barc)*. 2011;74(1):3—9.
108. Vania - Padilla A, Lamadrid-Figueroa H, Cruz-Valdez A. El peso, el porcentaje de grasa y la densidad mineral ósea materna son determinantes de la densidad mineral ósea en mujeres adolescentes y adultas jóvenes. *Bol Med Hosp Infant Mex*, 2007; 64(1): 72-82.
109. Miller JZ, Slemenda CW, Meaney FJ, Reister TK, Hui S, Johnston CC. The relationship of bone mineral density and anthropometric variables in healthy male and female children. *Bone Miner*. 1991;14(2):137–52.
110. Silva CC, Goldberg TBL, Teixeira AS, Dalmas JC. A predictive analysis from bone mineral density among eutrophic Brazilian male adolescents. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2006;50(1):105–13.
111. Poortmans JR, Boisseau N, Moraine JJ, Moreno-Reyes R, Goldman S. Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(2):316–22.
112. Quiterio AL, Carnero EA, Silva AM, Bright BC, Sardinha LB. Anthropometric models to predict appendicular lean soft tissue in adolescent athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(4):828–36.

ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado.

FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES.

Investigación: Actividad física y salud ósea en escolares entre 8 y 16 años de la ciudad de villavicencio.

Ciudad y fecha: _____

Yo, _____
una vez informado sobre los propósitos, objetivos, procedimientos de evaluación que se llevarán a cabo en esta investigación y los posibles riesgos que se puedan generar de ella, autorizo a, estudiantes de la maestría en Actividad Física y Deporte de la Universidad Autónoma de Manizales, para la realización de la evaluación de mi hijo

_____ llevando a cabo los siguientes procedimientos, según el instrumento de evaluación a mí explicado:

1. Recolección de datos sociodemográficos como por ejemplo edad, sexo, nivel escolar, estrato entre otros
2. Diligenciamiento preguntas sobre Actividad Física como por ejemplo tiempo de práctica y frecuencia de práctica.
3. Medición de peso, Altura vertical, altura sentado, longitud del antebrazo y diámetro del fémur
4. Evaluación de la DMO por antropometría.

Adicionalmente se me informó que:

Su participación en esta investigación es completamente libre y voluntaria, y está en libertad de retirarse de ella en cualquier momento.

No recibiremos beneficios personales de ninguna clase por la participación en este proyecto de investigación. Sin embargo, se espera que los resultados obtenidos permitan mejorar los procesos de evaluación de la salud mineral ósea en los niños.

Toda la información obtenida y los resultados de la investigación serán tratados confidencialmente. Esta información será archivada en papel y medio electrónico. El archivo del estudio se guardará en la Universidad Autónoma de Manizales bajo la responsabilidad de los investigadores.

Puesto que toda la información en este proyecto de investigación es llevada al anonimato, los resultados personales no pueden estar disponibles para terceras personas. El principal riesgo

que puede correr durante este estudio es una caída, para lo cual se tomarán todos los cuidados preventivos del caso.

Hago constar que el presente documento ha sido leído y entendido por mí en su integridad de manera libre y espontanea.

Firma padre o acudiente

Cedula de ciudadanía No. _____ de _____

Firma del Estudiante _____

* Aprobado por el Comité de Bioética de la UAM:

Anexo 2. Instrumento de recolección de información.

Objetivo: Recolectar la información para determinar las variables predictoras de la salud ósea en adolescentes entre 8 y 16 años de la ciudad de Villavicencio

CIUDAD DE LA VALORACIÓN: _____

COLEGIO _____

PRIVADO _____ **OFICIAL** _____

DATOS PERSONALES					
Nombre _____	Apellidos _____				
Edad: _____ años.	Fecha de nacimiento _____				
Género: M _____ F _____	Grado que cursa actualmente _____				
Dirección _____					

Barrio _____					

Comuna _____					

Teléfono _____					

EVALUACIÓN NIVELES DE ACTIVIDAD FÍSICA (PAQ-C)					
<p>1. La actividad física en su tiempo libre: ¿ha hecho usted cualquiera de las siguientes actividades en los últimos 7 días (la semana pasada)? ¿Si la respuesta es sí, cuántas veces? (Marque sólo un círculo por fila).</p>					
Actividad	Nunca	1-2 veces	3-4 veces	5-6 veces	7 veces o mas
Saltar la cuerda					
Patinaje en línea					
Jugar tenis					
Caminar como ejercicio					
Montar bicicleta					
Saltar o correr					
Hacer aeróbicos					
Nadar					
Jugar beisbol o softball					
Bailar					
Ping Pong					
Patinar en monopatín					
Jugar futbol					

Jugar volibol					
Jugar basquetbol					
Artes Marciales (karate, taekwondo)					
Otros					

2. En los últimos 7 días, durante las clases de educación física (EF), ¿con qué frecuencia estuviste muy activo (jugando fuerte, corriendo, saltando, lanzando)? (Marque uno sólo.)

NO hago EF _____ Casi nunca _____ Algunas veces _____
A menudo _____ Siempre _____

3. En los últimos 7 días, ¿qué hiciste la mayor parte del tiempo de recreo? (Marque uno sólo.)

Sentarse (hablando, leyendo, haciendo trabajos escolares) _____ Mantenerse parado o caminado por los alrededores _____ Correr o jugar un poco _____
Correr o jugar bastante _____ Correr o jugar fuerte mucho tiempo _____

4. En los últimos 7 días, inmediatamente después de la escuela, ¿Cuántas veces hiciste deportes, bailó, o jugó en juegos en los que usted fue muy activo? (Marque uno sólo.)

Ninguno ____ 1 vez en la última semana ____ 2 o 3 veces en la última semana ____
4 veces en la última semana ____ 5 veces o más en la última semana ____

5. En los últimos 7 días, en las tardes ¿cuántas veces hiciste deportes, bailó, o jugó en juegos en los que fue muy activo? (Marque uno sólo.)

Ninguno ____ 1 vez en la última semana ____ 2 o 3 veces en la última semana ____
4 a 5 veces en la última semana ____ 6 a 7 veces en la última semana ____

6. ¿El último fin de semana, ¿cuántas veces hiciste deportes, bailó, o jugó en juegos en los que fue muy activos? (Marque uno sólo.)

Ninguno ____ 1 vez ____ 2 o 3 veces ____ 4 a 5 veces ____ 6 o más veces ____

7. ¿Cuál de las siguientes frases es la mejor descripción para los últimos 7 días? Leer todas las cinco opciones antes de tomar una decisión sobre la respuesta que lo describe a usted.

- Toda o la mayor parte de mi tiempo libre se dedicó a hacer actividades que suponen poco esfuerzo físico.
- A veces (1o 2 veces la semana pasada) hice actividades físicas en mi tiempo libre (por ejemplo, jugué deportes, fui a nadar, monté bicicleta, hice ejercicios aeróbicos).

- c. A menudo (3 a 4 veces la semana pasada) hice actividades físicas en mi tiempo libre.
- d. Bastante a menudo (5 a 6 veces la semana pasada) hice actividades físicas en mi tiempo libre.
- e. Muy a menudo (7 o más veces la semana pasada) hice actividades físicas en mi tiempo libre.

8. Marque la frecuencia con que hizo la actividad física (como practicar deportes, juegos, bailar, o cualquier otra actividad física) por cada día de la semana pasada.

Día de la semana	Ninguno	Un poco	Normal	Frecuente	Muy frecuente
Lunes					
Martes					
Miércoles					
Jueves					
Viernes					
Sábado					
Domingo					

9. ¿Estuvo usted enfermo la semana pasada, o algo le impidió hacer sus actividades físicas normales? (Marque uno).

Si _____ No _____ En caso afirmativo, ¿qué le impidió? _____

ESCALA DE AUTOEFICACIA HACIA LA ACTIVIDAD FÍSICA

Yo creo que puedo:		
	SI	NO
Hacer algo de actividad física después de la escuela la mayoría de los días entre semana		
Hacer actividad física después de la escuela aunque también vea TV o juegue videojuegos		
Hacer ejercicio o deporte después de la escuela aunque mis amigos quieran que haga alguna otra cosa		
Correr al menos 8 minutos sin parar		
Hacer actividad física aunque haga calor o frío afuera		
Hacer ejercicio aunque me sienta cansado		
Hacer actividad física aunque tenga mucha tarea		
Hacer actividad física aunque me quede en casa		
Hacer ejercicio o algún deporte aunque mis amigos crean lo contrario		
Hacer actividad física aunque tenga otras clases en las tardes		
Yo creo que		
Tengo la habilidad necesaria para jugar el deporte que quiera o para hacer ejercicio		

Alguno de mis padres (o adulto que me cuida) puede llevarme a practicar deporte o hacer ejercicio en la tarde		
---	--	--

Gasto frente a una pantalla durante un día a la semana y los fines de semana

ACTIVIDAD	SI	NO	Horas al día	Días a la semana
Computador				
Video juegos				
Televisión				

EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA (IMC)

Peso: _____ Talla: _____ IMC: _____

Altura vertical: Toma 1 _____ Toma 2: _____ media: _____

Altura sentada: Toma 1 _____ Toma 2: _____ media: _____

APVH _____

Longitud del antebrazo derecho: Toma 1 _____ Toma 2: _____ media: _____

Longitud del antebrazo izquierdo: Toma 1 _____ Toma 2: _____ media: _____

Diámetro del fémur: Toma 1 _____ Toma 2: _____ media: _____

BMC

Absorciometría dual DEXA _____

Anexo 3. Protocolo por antropometría.

A continuación, se describe el protocolo por antropometría a realizar en la presente investigación. Se aclara que dicho procedimiento es adaptado del estandarizado del "grupo de trabajo internacional de la cineantropometría" descrito por Ross y Marfell-Jones (73) haciendo uso de las variables a tener en cuenta en la investigación.

La talla o estatura o Altura, es la distancia entre el vértex y las plantas de los pies del sujeto de estudio medido en cm. Hay que tener en cuenta las variaciones circadianas. Generalmente los individuos dan una talla mayor por la mañana que por la tarde, pudiendo haber diferencias de hasta un 1% a lo largo del día

Posición: La talla se puede medir en posición erecta o una posición de bipedestación estirado, dando en ambos casos valores ligeramente diferentes. El individuo se medirá preferentemente en posición de bipedestación estirado y para ello permanece de pie, guardando la posición de atención antropométrica con los talones, glúteos, espalda y región occipital en contacto con el plano vertical del tallímetro.

La cabeza, situada en el Plano de Frankfurt, no mantendrá contacto con el tallímetro. Técnica: El sujeto de estudio realizará una inspiración profunda en el momento de la medida. Puede ser ayudado por el antropometrista que efectuará una leve tracción en dirección ascendente con la mano situada en el maxilar inferior y los dedos en el proceso mastoideo, o en la región cervical para corregir el acortamiento de los discos intervertebrales. El antropometrista emplazará la rama móvil del tallímetro firmemente sobre el vertex, aplastando el pelo al máximo. La medida se toma al final de la inspiración profunda.

Instrumento de Medida: Tallímetro. Debe tener un rango de longitud mínimo de 60 a 120cm. La precisión requerida es de 0.1cm. Debe calibrarse periódicamente frente a una altura estándar.

La Talla o Altura Sentado Distancia entre el vértex y el plano de sustentación, o bien la porción más inferior de la pelvis, del sujeto de estudio medido en cm.



Posición: El individuo se sienta en un banco de altura conocida de 50 cms, cabeza en el Plano de Frankfurt, tronco erecto formando un ángulo de 90° con la horizontal, muslos a la misma altura que la articulación de la rodilla, manos apoyadas en los muslos y los pies apoyados en el suelo o plano de sustentación. La espalda y la región occipital en contacto con el plano vertical del tallímetro o del antropómetro.

Técnica: El sujeto de estudio mantendrá la mirada al frente y realizará una inspiración profunda en el momento de la lectura. El antropometrista le ayudará con una leve tracción en dirección ascendente desde el maxilar inferior

Instrumento: Antropómetro o Tallímetro. Banco de altura de 50 cm. Si es posible colocaremos el punto cero del instrumento de medida a nivel del asiento del banco, en caso contrario, la lectura de la medida se realizará restando a la lectura final la altura del banco (medida indirecta) o tomando el cero de la medida a nivel de la superficie del banco (medida directa).

$IC = (ES/ES) * 100$
 Donde:
 IC = Índice Cormac
 TS = Talla sentado en cms
 E = Estatura de pie en cms

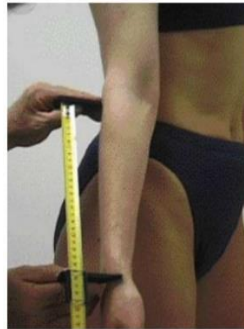
$IMC = \frac{MUS}{Est(cm)^2}$
 Donde:
 M = masa
 Est = Estatura

$IP = \frac{E}{\sqrt{M}} = \frac{E}{M^{0.5}}$

$IRMI = \frac{(ET-ES)}{ES} * 100$
 Donde:
 ET = Estatura total en cms
 ES = Estatura sentado en cms
 ET-ES = Longitud del miembro inferior (LMI)

La longitud del antebrazo: Es la distancia entre el punto radial y el estilóideo. El sujeto de estudio coloca los brazos en media supinación. Una de las ramas del calibre se coloca en la marca radial y la otra en la estilóidea. El calibre se ubica paralelo al eje longitudinal del radio. Se obtiene de la diferencia entre la altura radial y estilóidea.

Radial - Estilión



- Brazo levemente rotado y antebrazo levemente pronado.
- Longitud del antebrazo
- Distancia entre punto radial y estilión.

El diámetro del fémur biepicondilar (cm) se realiza ubicando al sujeto en una posición sentada relajada con las palmas de las manos apoyadas en los músculos. Se mide la distancia entre los dos puntos más destacados de los cóndilos femorales



Anexo 4. Tablas complementarias SPSS

Relación del DMO – sexo del evaluado.

Rangos				
	SEXO DEL EVALUADO	N	Rango promedio	Suma de rangos
DMO	HOMBRE	148	178,73	26452,00
	MUJER	142	110,87	15743,00
	Total	290		
Estadísticos de prueba^a				
				DMO
U de Mann-Whitney				5590,000
W de Wilcoxon				15743,000
Z				-6,893
Sig. asintótica(bilateral)				,000
a. Variable de agrupación: SEXO DEL EVALUADO				

Relación del DMO – tipo de colegio.

Rangos				
	TIPO DE COLEGIO	N	Rango promedio	Suma de rangos
DMO	OFICIAL	190	144,93	27537,00
	PRIVADO	100	146,58	14658,00
	Total	290		
Estadísticos de prueba^a				
				DMO
U de Mann-Whitney				9392,000
W de Wilcoxon				27537,000
Z				-,159
Sig. asintótica(bilateral)				,874
a. Variable de agrupación: TIPO DE COLEGIO				

Relación del DMO – ha sufrido fractura.

Rangos				
	HA SUFRIDO FRACTURA	N	Rango promedio	Suma de rangos
DMO	NO	257	143,59	36901,50
	SI	33	160,41	5293,50
	Total	290		
Estadísticos de prueba^a				
				DMO
U de Mann-Whitney				3748,500
W de Wilcoxon				36901,500
Z				-1,086
Sig. asintótica(bilateral)				,278
a. Variable de agrupación: HA SUFRIDO FRACTURA				

Relación del DMO – consume medicamentos.

Rangos				
	CONSUME MEDICAMENTOS	N	Rango promedio	Suma de rangos
DMO	NO	273	146,20	39912,00
	SI	17	134,29	2283,00
	Total	290		
Estadísticos de prueba^a				
				DMO
U de Mann-Whitney				2130,000
W de Wilcoxon				2283,000
Z				-,568
Sig. asintótica(bilateral)				,570
a. Variable de agrupación: CONSUME MEDICAMENTOS				

Relación del DMO – consume suplemento o ayuda nutricional.

Rangos				
	CONSUME SUPLEMENTO O AYUDA NUTRICIONAL	N	Rango promedio	Suma de rangos
DMO	NO	251	146,32	36726,00
	SI	39	140,23	5469,00
	Total	290		
Estadísticos de prueba^a				
				DMO
U de Mann-Whitney				4689,000
W de Wilcoxon				5469,000
Z				-,422
Sig. asintótica(bilateral)				,673
a. Variable de agrupación: CONSUME SUPLEMENTO O AYUDA NUTRICIONAL				

Relación del DMO – físicamente activo.

Rangos				
	FISICAMENTE ACTIVO	N	Rango promedio	Suma de rangos
DMO	INACTIVO	179	142,39	25488,00
	ACTIVO	111	150,51	16707,00
	Total	290		
Estadísticos de prueba^a				
				DMO
U de Mann-Whitney				9378,000
W de Wilcoxon				25488,000
Z				-,802
Sig. asintótica(bilateral)				,422
a. Variable de agrupación: FISICAMENTE ACTIVO				

Relación del DMO – estrato categoría.

Rangos				
	ESTRATO CAT	N	Rango promedio	Suma de rangos
DMO	BAJO	125	149,62	18702,00
	MEDIO	165	142,38	23493,00
	Total	290		
Estadísticos de prueba^a				
				DMO
U de Mann-Whitney				9798,000
W de Wilcoxon				23493,000
Z				-,728
Sig. asintótica(bilateral)				,467
a. Variable de agrupación: ESTRATO CAT				

Relación del DMO – grado actual.

Rangos			
	GRADO ACTUAL	N	Rango promedio
DMO	2	4	76,25
	3	24	25,35
	4	36	80,83
	5	51	106,13
	6	40	151,05
	7	38	181,01
	8	38	198,71
	9	28	194,88
	10	18	204,31
	11	13	257,96
		Total	290
Estadísticos de prueba^{a,b}			
			DMO
H de Kruskal-Wallis			149,052
G1			9
Sig. asintótica			,000
a. Prueba de Kruskal Wallis			
b. Variable de agrupación: GRADO ACTUAL			

Relación del DMO – comuna

Rangos			
	COMUNA	N	Rango promedio
DMO	1	25	106,10
	2	9	182,89
	3	11	141,55
	4	56	156,19

	5	68	169,34
	6	17	203,76
	7	33	165,83
	8	71	100,58
	Total	290	
Estadísticos de prueba^{a,b}			
			DMO
H de Kruskal-Wallis			44,306
Gl			7
Sig. asintótica			,000
a. Prueba de Kruskal Wallis			
b. Variable de agrupación: COMUNA			

Relación del DMO – nivel de actividad física.

Rangos			
	NIVELACTIFICAT	N	Rango promedio
DMO	MUY BAJA	37	157,26
	BAJA	142	138,52
	MODERADA	98	149,84
	INTENSA	13	155,58
	Total	290	
Estadísticos de prueba^{a,b}			
			DMO
H de Kruskal-Wallis			2,165
Gl			3
Sig. asintótica			,539
a. Prueba de Kruskal Wallis			
b. Variable de agrupación: NIVELACTIFICAT			

Resumen del modelo.

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,972a	,944	,943	,03035
a. Predictores: (Constante), GRADO ACTUAL , SEXO DEL EVALUADO, DIAMETRO DEL FEMUR MEDIA , LONGITUD ANTEBRAZO DERECHO MEDIA , EDAD (AÑOS), ALTURA SENTADO MEDIA				

Prueba ANOVA.

ANOVA^a					
Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.

1	Regresión	4,386	6	,731	793,450	,000b
	Residuo	,261	283	,001		
	Total	4,647	289			
a. Variable dependiente: DMO						
b. Predictores: (Constante), GRADO ACTUAL , SEXO DEL EVALUADO, DIAMETRO DEL FEMUR MEDIA , LONGITUD ANTEBRAZO DERECHO MEDIA , EDAD (AÑOS), ALTURA SENTADO MEDIA						

Coefficientes (significancia).

Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	-,203	,028		-7,159	,000
	EDAD (AÑOS)	,021	,002	,400	11,176	,000
	ALTURA SENTADO MEDIA	,006	,001	,310	8,000	,000
	LONGITUD ANTEBRAZO DERECHO MEDIA	,011	,002	,190	6,062	,000
	DIAMETRO DEL FEMUR MEDIA	,022	,005	,125	4,703	,000
	SEXO DEL EVALUADO	-,084	,004	-,332	-19,990	,000
	GRADO ACTUAL	-,005	,002	-,096	-3,162	,002
a. Variable dependiente: DMO						
