



**ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD ÓSEA EN ESCOLARES ENTRE LOS 8 A 16  
AÑOS DE LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO**

**TESISTAS**

**Ft. PAOLA ALEXANDRA CHAPAL**

**Ft. Esp. LILIANA CRISTINA DAVILA CAICEDO**

**Lic CARLOS ALBERTO SALDAÑA TOBAR**

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

**ACTIVIDAD FISICA Y SALUD OSEA EN ESCOLARES ENTRE LOS 8 A 16  
AÑOS DE LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO**

**Ft. PAOLA ALEXANDRA CHAPAL  
Ft. Esp. LILIANA CRISTINA DAVILA CAICEDO  
Lic CARLOS ALBERTO SALDAÑA TOBAR**

**Informe final de investigación para optar al título de Magíster en Actividad Física y  
Deporte**

**Directores  
Dr. JOSE ARMANDO VIDARTE CLAROS  
Dra. CONSUELO VELEZ ALVAREZ**

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

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirnos haber llegado hasta este momento tan importante de nuestra formación profesional, por acompañarnos, guiarnos y por ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad y por darnos sabiduría para poder alcanzar nuestras metas propuestas.

A nuestros padres por brindarnos ese apoyo incondicional y estar pendientes de nuestro proceso de formación, por darnos una voz de apoyo cuando más la necesitábamos, por motivarnos y darnos la mano cuando sentíamos que el camino se terminaba y finalmente por hacer todo para que nosotras pudiéramos cumplir a cabalidad con nuestras metas planteadas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a la Universidad Autónoma de Manizales que contribuyo en nuestra formación no solo como profesionales sino también como seres humanos.

Al programa de Postgrados en especial a la Maestría en Actividad Física y Deporte por haber aportado grandes conocimientos y contribuir para nuestra formación como futuros magister, preparándonos así para intervenir a la población de manera integral.

De igual manera a todos nuestros docentes por brindarnos sus enseñanzas y contribuir con un granito de arena a nuestra formación como profesionales.

Y por último, agradecemos especialmente a todas las Instituciones Educativas de la Ciudad de Pasto, que voluntariamente aceptaron formar parte de nuestra investigación; ya que sin su colaboración no se pudiese haber hecho realidad este proyecto, como también a los estudiantes, que hicieron parte del grupo de estudio por su colaboración, dedicación y empeño.

## RESUMEN

**Objetivo.** Determinar las variables predictoras de la salud ósea en escolares entre 8 y 16 años de la ciudad de San Juan de Pasto. **Materiales y métodos.** Estudio descriptivo transversal con una fase comparativa y predictiva, con 324 escolares entre los 8 y 16 años de San Juan de Pasto. **Resultados.** La relación, según sexo y edad fue 1:1, con una media de  $12 \pm 2,58$  años para los escolares valorados, el nivel de escolaridad se encontró que el 48,5% pertenecen a educación secundaria, corresponden a la comuna 12 y son de estrato 3. El 84% de los escolares no presento fracturas, el 95,4% no consume medicamentos y el 81,5% no consume suplementos o ayuda nutricional. En cuanto al nivel de actividad física el 47,8% presentan nivel de actividad física baja. En las variables antropométricas se encontró que el IMC presento una media de  $19,5140\text{kg/m}^2$ , la longitud de antebrazo derecho  $17,8 \pm 3,0$  cms, el diámetro del fémur  $10,78 \text{ cms} \pm 1,98$  cms, y APVH  $-1-1739 \pm 2,265$ . En la asociación del nivel de actividad física y las variables sociodemográficas, se evidenció que existe asociación estadísticamente significativa con las variables sexo ( $p < 0,001$ ), grado ( $p < 0,001$ ) y consume suplementos ( $p < 0,009$ ). Con respecto al DMO se encontró asociación estadísticamente significativa con las siguientes variables Edad, sexo, IMC, Altura sentado, longitud de antebrazo derecho, diámetro de fémur y pico de velocidad de crecimiento. **Conclusiones.** El 54% de los escolares presentaron un nivel de actividad física inactivo. Las variables que tuvieron asociaciones estadísticamente significativas con la DMO fueron: Edad, sexo, IMC, Altura sentado, longitud de antebrazo derecho, diámetro de fémur y pico de velocidad de crecimiento.

**Palabras clave.** Actividad física, Antropometría, densidad ósea.

## ABSTRACT

**Objective:** To determine the predictive variables of bone health in schoolchildren between 8 and 16 years old in the city of San Juan de Pasto. **Materials and methods:** Descriptive cross-sectional study with a comparative and predictive phase, with 324 schoolchildren between the ages of 8 and 16 in San Juan de Pasto. **Results:** The ratio, according to sex and age was 1: 1, with an average of  $12 \pm 2.58$  years for valued schoolchildren, the level of schooling was found that 48.5% belong to secondary education, correspond to commune 12 and they are of stratum 3. 84% of schoolchildren do not show fractures, 95.4% do not consume medications and 81.5% do not consume supplements or nutritional support. Regarding the level of physical activity, 47.8% have a low level of physical activity. In the anthropometric variables it was found that the BMI had an average of  $19.5140\text{kg} / \text{m}^2$ , the right forearm length  $17.8 \pm 3.0$  cms, the diameter of the femur  $10.78 \text{ cms} \pm 1.98$  cms, and APVH  $-1-1739 \pm -2,265$ . In the association of the level of physical activity and sociodemographic variables, it was shown that there is a statistically significant association with the variables sex ( $p < 0.001$ ), grade ( $p < 0.001$ ) and consume supplements ( $p < 0.009$ ). Regarding BMD, a statistically significant association was found with the following variables Age, sex, BMI, sitting height, right forearm length, femur diameter and APVH. **Conclusions:** 54% of schoolchildren presented a level of inactive physical activity. The variables that had statistically significant association with BMD were: Age, sex, BMI, sitting height, right forearm length, femur diameter and peak growthrate.

**Keywords:** Physical activity, Anthropometry, BMD, APVH.

## CONTENIDO

1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	14
1.1	Planteamiento de la pregunta o problema de investigación y su justificación en términos de necesidad y pertinencia .....	15
1.2	Pregunta de investigación .....	17
2	JUSTIFICACIÓN.....	18
2.1	Factibilidad del proyecto .....	20
3	OBJETIVOS.....	22
3.1	Objetivo general.....	22
3.2	Objetivos específicos .....	22
4	REFERENTE TEÓRICO.....	23
4.1	contextualización de la ciudad de San Juan de Pasto .....	23
4.2	Salud ósea en niños y adolescentes.....	25
4.3	Densidad Mineral Ósea.....	26
4.4	Antropometría.....	27
4.5	La actividad física y su relación con la densidad mineral osea .....	28
5	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	31
6	ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	34
6.1	Tipo de estudio.....	34
6.2	Población .....	34
6.3	Muestra .....	34
6.3.1	Criterios de inclusión.....	35
6.3.2	Criterios De Exclusión .....	36
6.4	Técnicas e instrumentos.....	36
6.5	Procedimiento .....	39
6.6	Análisis estadístico .....	40
7	RESULTADOS.....	42
7.1	Análisis Univariado .....	42
7.2	Análisis Bivariado.....	49

7.3	Análisis Multivariado .....	53
8	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	55
9	CONCLUSIONES .....	64
10	RECOMENDACIONES .....	65
11	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	66
	ANEXOS .....	76

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Resumen ejecutivo .....	14
Tabla 2 Operacionalización de variables.....	31
Tabla 3 Variables asumidas para el muestreo. ....	35
Tabla 4 Distribución de la muestra según variables sociodemográficas. ....	42
Tabla 5 Distribución de la población según la condición de salud y medicamentos. ....	43
Tabla 6 Distribución de la población participante según el nivel de actividad física (PAQ-C).....	44
Tabla 7 Distribución porcentual del nivel de actividad física de la población de estudio. ....	44
Tabla 8 Distribución de la población participante acorde al nivel de actividad física según la edad y el sexo.....	44
Tabla 9 Distribución de la población participante acorde al nivel de actividad física según la edad y el sexo.....	45
Tabla 10 Descriptivos de las variables antropométricas en la población participante en el estudio. ....	46
Tabla 11 Distribución del DMO según el sexo y la edad de la población de estudio.....	47
Tabla 12 Distribución de la velocidad pico de crecimiento (APVH) según el sexo y la edad de la población de estudio.....	48
Tabla 13 Resumen de la asociación entre nivel de actividad física y las variables sociodemográficas. ....	49
Tabla 14 Prueba de normalidad.....	50
Tabla 15 Coeficiente de correlación entre DMO y variables de estudio.....	50
Tabla 16 Relación del DMO con las variables de estudio (U-Mann-Whitney). ....	51
Tabla 17 Relación del DMO con las variables de estudio (Kruskal-Wallis). ....	52

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Autorización investigación .....	76
Anexo 2. Consentimiento Informado .....	77
Anexo 3. Instrumento de recolección de información.....	79
Anexo 4. Protocolos de valoración antropométrica.....	83
Anexo 5. Resultados SPSS. Tablas complementarias .....	86

## **PRESENTACIÓN**

Se presenta el informe final de investigación para obtener el título como Magíster en Actividad Física y Deporte de la Universidad Autónoma de Manizales. Este trabajo hace parte del macroproyecto titulado actividad física y salud ósea en escolares entre los 8 a 16 años. Estudio multicéntrico, Macroproyecto adscrito a la línea de investigación en Actividad Física del Grupo de Investigación Cuerpo Movimiento de la UAM y realizado con 12 estudiantes de la cohorte III de la Maestría en Actividad Física y Deporte, en 8 municipios de Colombia. Se indagó a cerca de los determinantes sociales, para la evaluación de la actividad física en escolares entre 8 y 16 años, donde se utilizó el PAQ-C y se realizó una valoración antropométrica.

En el presente trabajo encontramos diferentes apartados, el primero está relacionada a la primera fase de la investigación donde se encuentran aspectos como la problematización, justificación, objetivos y antecedentes, en el que el lector podrá encontrar muchas de las razones por las que se propuso esta investigación, así mismo la importancia del estudio, utilidad y aplicabilidad de sus resultados, por otra parte en el documento se presenta el referente teórico, en el cual se describen los aspectos relacionados con el contexto donde se presenta el problema y el lugar donde se realizó la investigación, además de abarcar las categorías teóricas que permiten una mejor comprensión del área de estudio.

Por otra parte también se encuentra la metodología donde se detallan los procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección de información, para dar continuidad a los resultados del proceso investigativo, donde se evidencian los hallazgos que fueron determinantes para el cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto; los cuales permiten de esta manera hacer referencia a la discusión de resultados donde se realiza una relación teórica, argumentando la validez de lo encontrado en la investigación. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones; todo lo anterior soportado con los diferentes referentes bibliográficos, anexando los documentos importantes que fueron inherentes al proceso de desarrollo del presente proyecto.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación hace parte de un estudio multicéntrico realizado en la maestría Actividad física y deporte de la Universidad Autónoma de Manizales, el proyecto lleva por nombre Actividad física y salud ósea en escolares entre 8 a 16 años de la ciudad de San Juan de Pasto, en donde se presentan los resultados de este estudio. El desarrollo de investigación hace parte del grupo cuerpo y movimiento desde la línea Actividad Física y Deporte, el propósito principal para continuar con el estudio se basó principalmente en la construcción de nuevo conocimiento en el área de la actividad física y deporte y así mismo en el campo de fisioterapia y las áreas a fin.

El propósito principal del estudio fue determinar las variables predictoras de la salud ósea en adolescentes entre 8 y 16 años en escolares de la ciudad de San Juan de Pasto, La intervención del estudio se llevó a cabo dentro del contexto educativo, la población fue de 324 escolares de colegios públicos y privados de la ciudad anteriormente mencionada, inicialmente se presenta el área problemática evidenciando los vacíos en el conocimiento encontrados mediante la búsqueda de antecedentes, los cuales permitieron hacer el planteamiento de la pregunta de investigación, posterior a esto se formulan los objetivos tanto general como específicos los cuales a lo largo de la investigación se fueron desarrollando.

Luego se continua con el referente teórico en donde se encuentran temáticas como: salud ósea en niños y adolescentes, densidad mineral ósea, antropometría, actividad física y su relación con la densidad mineral ósea; es importante resaltar que uno de los temas más relevantes dentro del estudio es la densidad mineral ósea definida como la cantidad de minerales (por lo general, calcio y fósforo) que contiene cierto volumen de hueso; además de que cada vez brinda un gran aporte a la salud ósea en esta población, genera un reconocimiento científico y académica a nivel nacional e internacional, en cuanto al nivel de actividad física la cual aporta grandes beneficios a partir de su práctica, es un determinante para adquirir masa ósea debido a 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, para la medición de los niveles de actividad física en niños se utiliza el cuestionario PAQ-C, el cual mide los niveles de actividad física moderada a vigorosa en los últimos 7 días durante el año escolar, 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; además de esto se tiene en cuenta las variables sociodemográficas como aspectos que condicionan el nivel de vida de una persona.

En la parte de la metodología se presentan cada uno de los elementos que hacen parte de este apartado, indica específicamente el diseño muestral, el análisis estadístico y los criterios que se tienen en cuenta para la investigación, posterior a esto se muestran los resultados del presente estudio con el fin de dar a conocer lo alcanzado y planteado en cada uno de los objetivos, inicialmente se realizó un análisis univariado que resalta principalmente la descripción de las variables, en el análisis bivariado parte de las asociaciones, relaciones de variables y pruebas de normalidad para la investigación y finalmente en el análisis multivariado el cual se establece mediante las variables más significativas dentro del estudio las cuales permitieron establecer el modelo de regresión .Finalmente, en la discusión de los resultados se evidencia y resalta lo encontrado en la población con lo encontrado en otras investigaciones lo cual permiten el avance científico en la temática. Las conclusiones y recomendaciones obtenidas de la presente investigación las cuales invitan a continuar con el proceso investigativo.

## 1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

**Tabla 1 Resumen ejecutivo**

Título: Actividad física y salud ósea en escolares entre 8 a 16 años de la ciudad de San Juan de Pasto.			
Investigadores Principales: Liliana Cristina Dávila Caicedo, Paola Alexandra Chapal, Carlos Alberto Saldaña Tobar.			
Total, de Investigadores: 3			
Nombre del Grupo de Investigación: Cuerpo Movimiento (UAM) Colciencias Clasificación A			
Línea de Investigación: Actividad física y deporte			
<b>Entidad: Universidad Autónoma de Manizales</b>			
Dirección: Antigua Estación del Ferrocarril		Teléfono (68)8727272	Fax (68) 810290
Nit: 890805051-0		E-mail: <a href="mailto:uam@autonoma.edu.co">uam@autonoma.edu.co</a>	
Ciudad: Manizales		Departamento: Caldas	
Sede de la Entidad: Antigua estación del ferrocarril Manizales			
<b>Tipo de Entidad: Educativa UAM</b>			
Universidad Pública:	Universidad Privada: <b>X</b>	Entidad Pública:	ONG:
<b>Lugar de Ejecución del Proyecto: San Juan de Pasto</b>			
Ciudad: Pasto		Departamento: Nariño	
Duración del Proyecto (en meses): 24 meses			
Costo Total del Proyecto:			
<b>Descriptor / Palabras claves:</b> Actividad física, Antropometría, DMO, APVH.			

## 1.1 Planteamiento de la pregunta o problema de investigación y su justificación en términos de necesidad y pertinencia

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 (1-7). El diagnóstico de la salud ósea es importante, ya que con ello se puede 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- 10).

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 (11). Durante la fase de crecimiento, la DMO aumenta progresivamente en los hombres, llegando 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 (12). En ese contexto, la etapa de la adolescencia es considerada como un momento crítico para la adquisición de masa ósea (13), 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 (14 -18).

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

balance energético y preservando o manteniendo la masa magra en detrimento de la masa grasa (19, 20). 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 (21).

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 (22-25). También se resalta como algunas modalidades deportivas tales como el fútbol (6, 24), 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 (26-28).

En Chile Gómez- Campos et al., 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 (29). 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

an) con el método de referencia DXA ya que los límites del 95% son estrechos y los coeficientes de correlación son altamente significativos 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.

Las conclusiones de estudio de Chile (29) 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:

## 1.2 Pregunta de investigación

¿Cuáles son las variables predictoras de la salud ósea en adolescentes entre 8 y 16 años de la ciudad de San Juan de Pasto?

## 2 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 a 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 (29).

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 (30), 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 (21).

De igual forma las investigaciones realizadas por Reuter en 2012, demostraron 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 (31).

En este sentido la realización de la presente investigación buscó 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.

Determinar la densidad mineral ósea en niños y adolescentes a partir de los hallazgos del estudio de Gómez-Campos et al (29) 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 (32-35) utilizaron equipos sofisticados y costosos.

El uso de percentiles basados en variables antropométricas simples y el control de la maduración somática mediante APVH pueden servir para ayudar a los profesionales e investigadores a mejorar la atención de la salud ósea de niños y adolescentes. Además, esto puede 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.

La novedad de la investigación radicó en la valoración de la variable de interés a través de técnicas y pruebas científicamente validadas que dieron garantía para la fiabilidad de los resultados obtenidos. Este tipo de trabajos cobra cada vez más relevancia y reconocimiento por parte de la comunidad científica y académica nacional e internacional, puesto que 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 la población de escolares.

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 articula 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 esta salud ósea.

## 2.1 Factibilidad del proyecto

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 aportaron 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 expresa en que se contó con los recursos humanos, técnicos, materiales y financieros para el logro de sus objetivos, no se encuentran elementos que obstaculizaron su desarrollo, 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 tal como lo afirma Sopher (36).

Los escolares participantes tuvieron la posibilidad de retirarse voluntariamente en cualquier fase del proceso de evaluación, igualmente, el presente estudio se considera 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 atentan contra la integridad física y moral de los escolares participantes del estudio.

Adicionalmente esta investigación cumple con los principios enunciados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (37), Por otra parte, se respetaron los derechos de autor de los diferentes insumos teóricos y evaluaciones utilizadas, citando las respectivas referencias bibliográficas.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

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

#### **3.2 Objetivos específicos**

- 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 en el estudio.
- Describir las características antropométricas de los escolares participantes en el estudio.
- Establecer la densidad mineral ósea de los escolares participantes en el estudio.
- Determinar la relación de la densidad mineral ósea con las variables de estudio en los participantes
- Estimar el modelo predictivo de la salud ósea en los escolares participantes.

## 4 REFERENTE TEÓRICO

En el presente referente teórico se desarrolla lo concerniente al sustento conceptual que aborda las diferentes categorías teóricas que permitieron la comprensión del área de estudio.

### 4.1 contextualización de la ciudad de San Juan de Pasto

La presente investigación se desarrolló en la ciudad de San Juan de Pasto, de manera general se puede decir que es un municipio colombiano; capital del departamento de Nariño, la cual se encuentra ubicada en el centro oriente del departamento, al sur occidente de Colombia, en cuanto a la organización político-administrativa se divide en 12 comunas y 17 corregimientos.

Fue fundada el 24 de junio de 1537 por Sebastián de Belalcazar, el gentilicio de sus habitantes es Pastuso y cuenta con una población aproximada de 455.863 habitantes, pero 381.629 pertenecen a la zona urbana. Geográficamente, ocupa una superficie con una extensión aproximada de 1.181 kilómetros cuadrados de superficie, de los cuales el área urbana es de 14,7 km<sup>2</sup>, se encuentra a una altitud de 2.527 metros sobre el nivel del mar, tiene una temperatura promedio de 14° C. Geograficamente se encuentra bien posicionado tanto por su proximidad a la zona de frontera con el Ecuador, como por hacer parte de las vertientes andina, pacífica y amazónica, además de tener ríos, lagunas, cerros y un volcán.

Hoy es una ciudad con diferentes actividades económicas culturales y turísticas. De su actividad cultural son de resaltar su festividad principal que es el Carnaval de Negros y Blancos y de sus sitios turísticos el Santuario de la Virgen de las Lajas.

El origen del nombre viene del etnónimo de los pastos, Pas=gente y to=tierra o gente de la tierra, el nombre oficial del municipio es Pasto, y su cabecera municipal, que corresponde al área urbana, se conoce como San Juan de Pasto, en honor a su patrono san Juan Bautista. Según las cifras presentadas por el DANE del censo 2005, la composición etnográfica de la ciudad es: mestizos o blancos (97,6%), afrocolombianos (1,6%) e indígenas (0,8%).

Esta investigación se desarrolló en el contexto educativo de la ciudad de Pasto por lo tanto es necesario referirse a la situación de la educación en la ciudad, de lo cual se puede decir que Pasto cuenta con una población estudiantil aproximada de 77.635 estudiantes (Datos tomados de Secretaria de Educación 2018).que son atendidos en alrededor de 50 establecimientos educativos de carácter público y 100 de carácter privado, en los cuales se ofrecen los servicios de educación en los niveles de preescolar, básica primaria, básica secundaria y media.

El proyecto de investigación se desarrolló en las diferentes instituciones educativas tanto privadas como públicas, donde se seleccionaron 324 estudiantes a través de un muestreo aleatorio simple (MAS). Con el cual se seleccionaron 9 colegios privados (Champagnath, La Presentación, Colegio Musical Británico, Colegio Nuestra Señora Del Carmen, Comfamiliar, Imaculada, Instituto San Francisco de Asis, San Felipe Neri, San Francisco Javier) y 9 colegios públicos (Ciudad de pasto, institución educativa municipal heraldo romero sanchesz, institución educativa municipal La Normal, Institución educativa municipal libertad, Institución Educativa Municipal Microempresarial, Institución educativa Municipal Técnico Industrial, Institución educativa San Juan Bosco, Institución Educativa Luis Eduardo Mora Osejo, Liceo de la Universidad de Nariño), el proceso de selección de los estudiantes que conformaron el grupo objeto de la investigación, debían cumplir con los criterios de inclusión como edades entre los 8 y 16 años de edad y estar matriculados en las instituciones educativas respectivas, de cada institución se tomó una muestra de 18 estudiantes, con una distribución homogénea en sexo y edad.

En general el grupo objeto de este estudio se veía en buenas condiciones físicas, la totalidad de los estudiantes presentaron una buena disposición para diligenciar la encuesta, además todos diligenciaron el consentimiento de los acudientes y/o padres de familia y firmaron voluntariamente su asentimiento informado.

En estas instituciones se contó con todo el apoyo y la disposición por parte de las directivas, en cuanto al área de educación física los docentes encargados estuvieron prestos a colaborar

con los escenarios deportivos, materiales, diligenciamiento de formatos y se contó con el apoyo oportuno de su parte.

#### 4.2 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 (37).

Moreno et al, 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 (38), y otras enfermedades como el incremento en las fracturas de los huesos (39), 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) (40, 41), 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 (42, 43).

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 (44). 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 (42), por

tanto, es importante para la salud ósea del desarrollo de unos hábitos higiénico-dietéticos correctos durante la infancia y la adolescencia (45).

### 4.3 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 (46). 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 (46, 47).

Durante la fase de crecimiento, la DMO aumenta progresivamente en los hombres, llegando a alcanzar, al final de la adolescencia, cerca del 95% (48), además el pico de masa ósea por lo general se presenta entre la segunda y tercera década de vida (12). En ese contexto, la etapa de la adolescencia es considerada como un momento crítico para la adquisición de masa ósea (13), puesto que se producen cambios significativos durante el proceso de crecimiento y la maduración biológica.

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 (59). Además, puede ser la mejor época para apostar estrategias de prevención primaria que reduzcan la presencia de osteoporosis en la edad adulta (13, 49). 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 (50).

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)

#### 4.4 Antropometría

La antropometría corresponde a la sub-rama de la antropología biológica o física que estudia las medidas del hombre (51,52). 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 (53). Además de las variaciones de las dimensiones del cuerpo humano de acuerdo al sexo, edad, raza, nivel socioeconómico, etc. (53) 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 (52,53). 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 (52).

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 Campos (54), 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 (55). Además, se medirán las variables índices de masa corporal (IMC calculado a partir de la fórmula estandarizada masa corporal (kg) / altura <sup>2</sup>(m) y la maduración biológica (56).

#### 4.5 La actividad física y su relación con la densidad mineral ósea

Además de todos los beneficios que 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 (57, 58). 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 (58), 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 (59).

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 ósea (60) y el aporte nutricional en los deportistas juega de igual manera papel determinante para su rendimiento profesional.

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 (58, 61).

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 (62). La intensidad y el tipo del ejercicio tienen importantes repercusiones sobre la masa ósea.

Así, diferentes estudios (63) 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 (64).

En la presente investigación se utilizó para evaluar los niveles de actividad física el cuestionario de actividad física en niños (PAQ-C) validado para Colombia por Herazo y Domínguez (65), 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 3); 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 (64, 66). 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.

## 5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 2 Operacionalización de variables**

<b>Variable</b>	<b>Valor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Índice</b>
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.	Años
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 mediante las condiciones físicas de las viviendas y su localización.	0 1 2 3 4 5 6
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 AF	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 AF	Día de la semana.	Ninguno Un poco Normal Frecuente Muy frecuente
Autoeficacia hacia la AF		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 <sup>2</sup>
Altura vertical	Mayor de 0	Estatura del individuo: longitud desde el vértex de la cabeza hasta la base de sustentación en posición bípeda.	Centímetros (Cms)
Altura sentada	Mayor de 0	Distancia entre el vértex y el plano de sustentación, o bien la porción más inferior de la pelvis.	Centímetros (Cms)
Longitud del antebrazo	Mayor de 0	Distancia entre los puntos radial y estiloides	Centímetros (Cms)

Diámetro Fémur	Mayor de 0	Distancia entre los dos puntos más salientes de los conos femorales	Mm
Ha sufrido fracturas	Mayor de 0	Ha sufrido fracturas	Si/No
Consumo de medicamentos	Mayor de 0	Ha consumido o consume medicamentos	Si/No
Consumo de suplementos	Mayor de 0	Ha consumido o consume suplementos	Si/No

## 6 ESTRATEGIA METODOLÓGICA

### 6.1 Tipo de estudio

La investigación pertenece a los estudios de análisis descriptivo transversal con una fase comparativa y predictiva 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 San Juan de Pasto (Nariño) que cumplieran con los criterios de inclusión, los cuales fueron elegidos por aleatorización simple para la participación en la investigación.

### 6.2 Población

La población estuvo constituida por el total de escolares entre los 8 y 16 años pertenecientes a las instituciones educativas públicos y privados de la ciudad de San Juan de Pasto, cuyo marco muestral fue suministrado a 31 de mayo de 2018 con un total de 11.037 estudiantes del sector pertenecientes al sector oficial y 4.278 estudiantes pertenecientes al sector privado.

### 6.3 Muestra

Para la determinación del tamaño de muestra se usaron los estadísticos media, desviación estándar y margen de error correspondientes a las variables edad cronológica, peso, talla sedente, talla bípeda, longitud del antebrazo y diámetro del fémur del estudio de Gómez-Campos et al. (29), las cuales se detallan en la tabla 3, con el respectivo tamaño de muestra para cada una de las variables. Se estableció una confiabilidad del 95% y un margen de error específico para cada una de las variables determinantes del estudio de Gómez-Campos et al. (29), estableciéndose el promedio de los tamaños muestrales arrojados para cada una de las variables determinantes, obteniéndose un tamaño muestral total de 290 sujetos. Finalmente, previendo pérdida de información estimada en 10%, se realizó ajuste al valor muestral total, obteniéndose un valor de muestra final correspondiente a 324 sujetos.

**Tabla 3 Variables asumidas para el muestreo.**

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

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

Una vez establecido el tamaño muestral, acorde a información suministrada por la Secretaría Municipal de Educación de Pasto (Nariño), se determinó la existencia de 50 instituciones educativas públicas y 100 privadas, de las cual se incluyeron 9 públicas y 9 privadas en el estudio. Los escolares se distribuyeron acorde a la edad y el sexo, arrojando así un total de 18 sujetos por cada rango de edad y genero correspondiente. Tanto la institución educativa con los sujetos de estudio fue asignados al estudio por aleatorización simple, utilizando para ello el comando de números aleatorios del sistema de complementos de análisis de datos de Microsoft Excel versión 8.1

### 6.3.1 Criterios de inclusión

- Estudiantes con las edades establecidas entre los 8 y 16 años que se encontraban matriculados en las instituciones educativas públicas y privadas de la ciudad de San Juan de Pasto (Nariño).
- Diligenciamiento del consentimiento informado de acudientes y/o padres de familia y asentimiento informado de los escolares participantes en el estudio.

- Estar apto cognitivamente para el desarrollo de los cuestionarios de actividad física, corporalmente íntegro y saludable para el desarrollo de los testeos antropométricos.
- La institución educativa seleccionada aleatoriamente debió haber contado con mínimo 50 alumnos matriculados y registrados en la secretaria de educación municipal de San Juan de Pasto.

#### 6.3.2 Criterios De Exclusión

- Presencia de patologías que al momento e los testeos impidan el desarrollo de las mismas.
- Presencia de dos o más fracturas durante los tres meses previos al desarrollo del estudio.

#### 6.4 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 (51) y a formatos de encuesta para las variables sociodemográficas y de evaluación de la actividad Física PAQ-C (102) 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 (65). 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 (66).

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, 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 (51).

La altura vertical, en función del plano de Frankfort, se midió utilizando cinta métrica Stanley 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, y los talones, 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 (51).

La altura sedente (altura del tronco cefálico), se midió igualmente con cinta métrica Stanley 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 (51).

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 (51).

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 (51).

La longitud de los miembros inferiores se determinó calculando la diferencia entre la altura vertical y la altura sedente (67).

El índice de masa corporal (IMC) se calculó utilizando la fórmula estándar: masa corporal (kg) / altura<sup>2</sup> (m) propuesta por la OMS y se clasificó acorde a baremos internacionales de bajo (<18,5 Kg/m<sup>2</sup>), normal (18,5 – 24,9 Kg/m<sup>2</sup>), sobrepeso (25 – 29,9 Kg/m<sup>2</sup>), obesidad I (30 – 34,9 Kg/m<sup>2</sup>), obesidad II (35 - 34,9 Kg/m<sup>2</sup>) y obesidad III (>40 Kg/m<sup>2</sup>) (20).

El pico de velocidad de crecimiento se calculó mediante fórmula de predicción propuesta por Mirwald et al. (68), la cual requiere la inclusión de la longitud de miembros inferiores, la altura sedente, la altura vertical, la edad y el peso, los cuales son determinantes implícitos de la densidad mineral ósea, la cual se relaciona seguidamente para niños y niñas:

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

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

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. (29), 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:

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

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

## 6.5 Procedimiento

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

- Reunión con Secretaría de Educación de San Juan de Pasto y sus funcionarios dando a conocer la importancia de la investigación con la intención de comprometer a las partes interesadas en el desarrollo del proyecto. ´
- Una vez definido el muestreo y las instituciones participantes se socializó la propuesta investigativa con cada uno de los directivos encargados de las instituciones educativas para la generación de espacios, recursos y compromisos de sus colaboradores en el desarrollo de la investigación.
- Capacitación a cada uno de los tesisistas en cuanto al manejo, utilización y desarrollo de los instrumentos y pruebas antropométricas a aplicar.
- Posterior a la capacitación, se realizó jornada de calibración de instrumentos a grupo de evaluadores, para la recolección de información.
- Recolección de la información: Una vez obtenido la autorización para el desarrollo del proyecto por parte de los directivos de las secretarías de Educación y los rectores de las diferentes instituciones educativas se procedió al diligenciamiento de los consentimiento y asentimiento informado de cada uno de los sujetos de estudio y sus acudientes previa explicación a cada uno de ellos de la naturaleza e importancia del estudio, indicando su alcance de riesgo mínimo y la garantía de respeto a la libertad de participación y a la custodia a la privacidad y confidencialidad de los datos.
- Elaboración del informe final.
- Socialización de los resultados.

## 6.6 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 indico que los datos no tenían una distribución normal, por ello se procedió trabajar con el estadístico e Sperman y se hicieron relaciones con pruebas no paramétricas (U-Mann-Whitney, Krus Kall-Wallis) dependiendo de las características de las variables cualitativas. Por último, se hizo el análisis multivariado el cual busco la construcción de un modelo de regresión lineal.

## 7 RESULTADOS

En la investigación se evaluaron un total de 324 escolares tanto de colegios públicos como privados de la ciudad de San Juan de Pasto.

### 7.1 Análisis Univariado

**Tabla 4 Distribución de la muestra según variables sociodemográficas.**

Variables sociodemográficas		Frecuencia	Porcentaje
<b>Sexo</b>	Hombre	162	50,0
	Mujer	162	50,0
<b>Edad</b>	8 – 10	108	33,3
	11 – 13	108	33,3
	14 – 16	108	33,3
<b>Tipo de colegio</b>	Oficial	162	50,0
	Privado	162	50,0
<b>Nivel educativo</b>	Primaria	116	35,8
	Secundaria	157	48,5
	Educación media	51	15,7
<b>Estrato</b>	1	50	15,4
	2	103	31,8
	3	155	47,8
	4	16	4,9
<b>Comuna</b>	1	8	2,5
	2	32	9,9
	3	43	13,3
	4	38	11,7
	5	20	6,2
	6	22	6,8
	7	11	3,4

	8	25	7,7
	9	14	4,3
	10	11	3,4
	11	8	2,5
	12	92	28,4

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las variables sociodemográficos se encontró que la distribución de los participantes en el estudio en cuanto al sexo tuvo una relación 1:1, la edad se distribuyó de manera equitativa en cada rango de edad, el tipo de colegio fue igualmente una muestra homogénea, en cuanto al nivel educativo se encontró que en menor porcentaje equivalente a un 15,7% pertenecen a educación media, 28,4% corresponden a la comuna 12 y 47.8% son de estrato 3.

**Tabla 5 Distribución de la población según la condición de salud y medicamentos.**

<b>Variable</b>	<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Fracturas	No	272	84
	Si	52	16
Consume medicamentos	No	309	95,4
	Si	15	4,6
Consume suplementos o ayuda nutricional	No	264	81,5
	Si	60	18,5

Fuente: Elaboración propia.

Para la caracterización de condición de salud, la tabla anterior indica que el 84% de la población participante no presenta fracturas, el 95,4% no consumen medicamentos y el 81,5% no consume suplementos. De aquellos participantes que han sufrido fractura, la parte del cuerpo donde más se ha presentado dicha fractura es en el miembro superior.

De los participantes que han consumido medicamento, el más consumido es el analgésico y finalmente, la ayuda nutricional que más se ha consumido son los suplementos nutricionales.

**Tabla 6 Distribución de la población participante según el nivel de actividad física (PAQ-C).**

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Nivel de actividad física	Muy baja	20	6,2
	Baja	155	47,8
	Moderada	124	38,3
	Intensa	25	7,7

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al nivel de actividad física, se evidencia como el mayor porcentaje de los estudiantes evaluados en la ciudad de Pasto presentan un nivel de actividad física baja, seguida nivel de actividad física moderada.

**Tabla 7 Distribución porcentual del nivel de actividad física de la población de estudio.**

Variable		Frecuencia	Porcentaje
Nivel de actividad física	Inactivo	175	54,0
	Activo	149	46,0
	Total	324	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al nivel de actividad física, se encontró que en mayor porcentaje los escolares son inactivos como se observa en la tabla 7.

**Tabla 8 Distribución de la población participante acorde al nivel de actividad física según la edad y el sexo.**

Sexo	Edad	Nivel Actividad Física	Frecuencia	Porcentaje
Hombre	8 – 10	Muy baja	1	1,9
		Baja	18	33,3
		Moderada	24	44,4
		Intensa	11	20,4
	11 – 13	Baja	27	50,0
		Moderada	23	42,6
Intensa		4	7,4	

Mujer	14 – 16	Muy baja	4	7,4
		Baja	22	40,7
		Moderada	22	40,7
		Intensa	6	11,1
	8 – 10	Muy baja	4	7,4
		Baja	28	51,9
		Moderada	20	37,0
		Intensa	2	3,7
	11 – 13	Muy baja	5	9,3
		Baja	33	61,1
		Moderada	15	27,8
		Intensa	1	1,9
14 – 16	Muy baja	6	11,1	
	Baja	27	50,0	
	Moderada	20	37,0	
	Intensa	1	1,9	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se observa que el mayor porcentaje tanto de hombres como mujeres de 11 a 13 años presentan un bajo nivel de actividad física; así mismo, se encontró un bajo porcentaje de mujeres que realizaron actividad física de manera intensa.

**Tabla 9 Distribución de la población participante acorde al nivel de actividad física según la edad y el sexo.**

Sexo del evaluado	Edad	Nivel Actividad física	Frecuencia	Porcentaje
Hombre	8 - 10	Inactivo	19	35,2
		Activo	35	64,8
	11 – 13	Inactivo	27	50,0
		Activo	27	50,0
	14 – 16	Inactivo	26	48,1
		Activo	28	51,9
Mujer	8 – 10	Inactivo	32	59,3

		Activo	22	40,7
	11 – 13	Inactivo	38	70,4
		Activo	16	29,6
	14 – 16	Inactivo	33	61,1
		Activo	21	38,9

Fuente: Elaboración propia.

El nivel de actividad física según la edad y el sexo muestra como los hombres en los diferentes rangos de edad son en mayor porcentaje activos y las mujeres en su mayoría son inactivas, siendo este valor más evidente, entre los 11 a 13 años.

**Tabla 10 Descriptivos de las variables antropométricas en la población participante en el estudio.**

<b>Variable</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>
Peso (kg)	20,11	84,40	43,0311	12,83197
Talla (cms)	115	191	146,82	14,470
Índice de masa corporal (Kg/m <sup>2</sup> )	13,67	29,87	19,5140	3,09484
Altura vertical (cms)	115	191	146,83	14,492
Altura sentada (cms)	46,00	95,60	77,9093	8,00642
Longitud antebrazo derecho (cms)	10,0	27,1	17,824	3,0930
Diámetro del fémur (cms)	6,2	14,2	10,784	1,9874
Longitud miembros inferiores (cms)	47,0	99,0	68,923	8,1675
APVH (cms/años)	-5,37	4,84	-1,1739	2,2656
Longitud antebrazo izquierdo (cms)	10,3	26,9	17,808	3,085

Fuente: Elaboración propia.

La población de estudio presento en la variable peso un promedio de  $43,03 \pm 12,83\text{kg}$ , en la talla la media fue de  $147 \pm 14\text{ cms}$ , la media del IMC la media fue de  $19,51 \pm 3,09\text{ Kg/m}^2$  que se encuentra dentro de los valores normales según la OMS (20), la altura sentado  $77,90 \pm 8,0\text{ cm}$ , la altura vertical  $146,83 \pm 14,4\text{ cms}$ , la longitud de antebrazo derecho  $17,8 \pm 3,0\text{ cms}$ , izquierdo  $17,808 \pm 3,0\text{cms}$ , el diámetro del fémur  $10,78 \pm 1,98\text{ cms}$ , la longitud de miembros inferiores  $68,9 \pm 8,16\text{ cms}$  y APVH -1-1739  $\pm 2,265\text{ años}$  (tabla 10).

**Tabla 11 Distribución del DMO según el sexo y la edad de la población de estudio.**

<b>Edad (años)</b>	<b>Sexo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>
8	Hombre	0,65	0,83	,7294	,04796
	Mujer	0,54	0,70	,6464	,04783
9	Hombre	0,66	0,88	,7704	,06264
	Mujer	0,56	0,75	,6528	,05782
10	Hombre	0,77	0,94	,8593	,04840
	Mujer	0,61	0,78	,6873	,05833
11	Hombre	0,76	1,02	,8807	,07642
	Mujer	0,60	0,77	,7073	,05390
12	Hombre	0,82	1,08	,9614	,06771
	Mujer	0,62	0,82	,7420	,05947
13	Hombre	0,90	1,13	1,0205	,07185
	Mujer	0,67	0,82	,7708	,05266
14	Hombre	1,01	1,24	1,1379	,06789
	Mujer	0,71	,87	,7870	,05172

15	Hombre	1,09	1,25	1,1846	,05349
	Mujer	,69	,84	,7950	,04742
16	Hombre	1,12	1,40	1,2608	,08147
	Mujer	,70	,87	,8253	,04166

Fuente: Elaboración propia.

El DMO de manera general tiene una media de  $0,8566 \pm 0,188$ . La tabla anterior evidencia como el DMO aumenta progresivamente con la edad, y por sexo el DMO de la población escolar es mayor en hombres que en mujeres.

**Tabla 12 Distribución de la velocidad pico de crecimiento (APVH) según el sexo y la edad de la población de estudio.**

Sexo del evaluado	Edad (años)	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Hombre	8	-4,49	-3,43	-3,9381	,35654
	9	-3,92	-2,14	-3,0770	,44996
	10	-2,94	-1,50	-2,0670	,43734
	11	-2,17	,19	-1,4312	,59670
	12	-1,33	,29	-,5994	,51189
	13	-,61	1,29	,4480	,53962
	14	,33	2,71	1,7213	,66815
	15	1,32	3,81	2,7042	,54685
	16	2,75	4,84	3,7145	,58872
Mujer	8	-5,37	-3,86	-4,3996	,40332
	9	-4,28	-3,14	-3,6549	,34603
	10	-3,65	-2,27	-3,1126	,39189
	11	-4,34	-2,02	-2,8086	,57860
	12	-2,75	-1,16	-2,0032	,37454
	13	-3,44	-,84	-1,4916	,59728
	14	-1,20	-,27	-,7122	,27280

	15	-,93	,11	-,4059	,28384
	16	-,41	,30	-,0165	,24044

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a la velocidad pico de crecimiento distribuida en sexo y edad se pudo evidenciar como para los hombres se tuvo una relación negativa entre las edades de 8-12 años, lo contrario sucede para los escolares de 13 años; se evidencia que su pico de maduración se alcanza en esta etapa de crecimiento, con respecto a las mujeres se pudo evidenciar que la relación es negativa en todos los rangos de edad, es decir que la población femenina no alcanza su pico de maduración.

## 7.2 Análisis Bivariado

**Tabla 13 Resumen de la asociación entre nivel de actividad física y las variables sociodemográficas.**

<b>Variabes Sociodemográficas</b>	<b>Chi cuadrado X<sup>2</sup></b>	<b>Significancia P valor</b>
Sexo	11,941	,001*
Tipo de colegio	3,591	,074
Grado	28,071	,001*
Estrato	1,445	,695
Ha sufrido fracturas	,401	,314
Consume medicamentos	4,735	,35
Consume suplementos	7,288	,009*

Fuente: Elaboración propia. \*Sig. < 0,05

La tabla 13 muestra como al asociar el nivel de actividad física con las variables sociodemográficas, se encontró que existe asociación estadísticamente significativa con las variables de sexo, grado escolar y consume suplementos.

**Tabla 14 Prueba de normalidad.**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	Gl	Sig.
Edad (años)	,114	324	,000
Peso (kg)	,063	324	,004
Índice de masa corporal (kg/cm <sup>2</sup> )	,066	324	,002
Altura vertical media (cm <sup>2</sup> )	,042	324	,200*
Altura sentado media (cm <sup>2</sup> )	,060	324	,008
Longitud antebrazo derecho media (cm <sup>2</sup> )	,052	324	,036
Díametro del fémur media (cm <sup>2</sup> )	,174	324	,000
Apvh (centiles)	,064	324	,003

Fuente: Elaboración propia. \*Sig.>0,05

La tabla anterior evidencia que solamente la variable altura vertical presenta una distribución normal, las demás variables no son normales, por tanto, se utilizara el estadístico de Spearman.

**Tabla 15 Coeficiente de correlación entre DMO y variables de estudio.**

Rho de Spearman	Edad (años)	Coefficiente de correlación	,630**
		Sig. (bilateral)	,000
	Peso (kg)	Coefficiente de correlación	,582**
		Sig. (bilateral)	,000
	Índice de masa corporal (Kg/m <sup>2</sup> )	Coefficiente de correlación	,273**
		Sig. (bilateral)	,000
	Altura vertical media (Cms)	Coefficiente de correlación	,689**
		Sig. (bilateral)	,000
	Altura sentado (Cms)	Coefficiente de correlación	,644**
		Sig. (bilateral)	,000
	Longitud antebrazo derecho (Cms)	Coefficiente de correlación	,719**
		Sig. (bilateral)	,000

	Longitud antebrazo izquierdo (Cms)	Coeficiente de correlación	,711**
		Sig. (bilateral)	,000
	Diámetro del fémur (Cms)	Coeficiente de correlación	,696**
		Sig. (bilateral)	,000
	APVH (Años)	Coeficiente de correlación	,842**
		Sig. (bilateral)	,000

Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior muestra una correlación positiva y estadísticamente significativa entre la variable DMO con las demás variables cuantitativas.

**Tabla 16 Relación del DMO con las variables de estudio (U-Mann-Whitney).**

Variable		Rango promedio	U mann-whitney	Significancia
Sexo	Hombre	223,42	3253,000	,000*
	Mujer	101,58		
Tipo de colegio	Oficial	167,26	12351,500	,361
	Privado	157,74		
Ha sufrido fracturas	Si	158,94	6103,000	,117
	No	181,13		
Consume medicamentos	Si	154,53	2198,000	,736
	No	162,89		
Nivel de actividad física	Inactivo	161,03	12781,000	,760
	Activo	164,22		

Fuente: Elaboración propia. \*Sig. < 0,05

La tabla 16 muestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre el DMO y sexo, en las demás variables no se encontró relación estadística.

**Tabla 17 Relación del DMO con las variables de estudio (Kruskal-Wallis).**

<b>Variable</b>	<b>Categoría</b>	<b>Rango promedio</b>	<b>Kruskal-wallis</b>	<b>Significancia</b>
Grado	Primaria	131,34	34,043	,000*
	Secundaria	166,01		
	Educación media	222,59		
Estrato	1	167,00	,360	,948
	2	163,65		
	3	161,38		
	4	151,84		
Comunas	1	228,88	26,513	,005*
	2	130,41		
	3	163,70		
	4	149,76		
	5	136,60		
	6	171,77		
	7	116,09		
	8	139,12		
	9	176,43		
	10	158,36		
	11	263,75		
	12	177,48		
Nivel de actividad física	No hace		,305	,959
	Muy baja	152,15		
	Baja	162,18		
	Moderada	164,55		
	Intensa	162,60		

Fuente: Elaboración propia. \* Sig <0,05

En la tabla anterior al comparar el DMO con las variables de estudio se evidencio que hay relación estadísticamente significativa entre la comuna y el grado.

### 7.3 Análisis Multivariado

A continuación, se presenta el modelo de regresión lineal para el estudio de San Juan de Pasto, es de resaltar que, para realizar este modelamiento, se incluyen las variables que en el análisis bivariado fueron estadísticamente significativas, tales como: Edad, sexo, IMC, grado escolar, comuna, Altura sentado, longitud de antebrazo derecho, diámetro de fémur y velocidad pico de crecimiento. La fórmula utilizada para el desarrollo de este modelo fue:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi} + E_i$$

El modelo establecido para la ciudad de San Juan de Pasto fue la siguiente:

$$\text{DMO} = 1.503 - 0,042 * \text{Sexo} - 0,029 * \text{Edad} - 0,003 * \text{Indice de Masa Corporal} - 0,006 * \text{Altura Sentada} + 0,006 * \text{Longitud Antebrazo Derecho} + 0,021 * \text{Diámetro de Fémur} + 0,106 * \text{Velocidad pico}$$

$$t = 85,515 * - 19,961 * - 48,761 * - 14,671 * - 35,092 * + 16,710 * + 49,907 * + 95,870 *$$

$$\text{Sig} < 0,05 *$$

$$F = 21150,102$$

$$\text{Sig} = 0,000$$

$$R^2 = 0,998 \text{ Coeficiente de determinación}$$

Como se observa el  $R^2$  muestra que el modelo global con 7 variables tiene un muy buen ajuste 0,998 es decir el 99% del DMO en los escolares es explicado por las variables: Edad, sexo, IMC, Altura sentado, longitud de antebrazo derecho, diámetro de fémur y velocidad pico de crecimiento El estadístico f: 21150,102 que se registra en el modelo muestra que el modelo global es significativo.

Individualmente cada uno de los coeficientes que acompañan a las variables son estadísticamente significativos en las variables: Longitud de antebrazo derecho, diámetro de fémur y APVH, las cuales guardan relación directa y positiva con el DMO. El coeficiente que acompaña las variables sexo, edad, IMC, altura sentado son negativos que indica que una mujer tiene en promedio un DMO de  $0,042\text{gr/cm}^2$  menor que en el hombre, que, a mayor edad, menor DMO en un  $0,029\text{gr/cm}^2$ ; a mayor IMC existe un DMO de  $0,003\text{gr/cm}^2$ , a mayor altura sentado menor DMO en un  $0,006$ .

### **Pronóstico.**

Dado que el modelo cumple con todos los pasos para la validación se procede hacer una predicción, en donde se selecciona un individuo sexo femenino con las siguientes características: 8 años de edad, con IMC de 16,26, altura sentado 67,25, longitud de antebrazo derecho 17, diámetro de fémur 10,1, APVH -3,91, presentando un DMO de: 0,67633 mientras que un hombre con las mismas características tiene un DMO de 0,7183, por lo tanto una mujer tiene una diferencia del DMO equivalente a 0,042.

## 8 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Actualmente una de las prioridades en el mundo es el incremento de los niveles de actividad física entre la población, la evidencia científica demuestra que los escolares que son físicamente activos tienen a futuro menor riesgo a padecer ciertas enfermedades (68). Sin embargo, a pesar de que los beneficios son claramente conocidos, la población escolar no está acumulando la cantidad de actividad física recomendada internacionalmente para obtenerlos (69); esto, acompañado al continuo desarrollo tecnológico y los cambios producidos en los estilos de vida implicados en la sociedad actual lo cual han generado niveles elevados de sedentarismo en un amplio rango de edades (70).

Teniendo en cuenta la anterior premisa, estas tendencias en salud merecen mayor atención sobre la inactividad física; como lo indica la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el informe del año 2016, que el 81% de los niños y adolescentes no alcanzan los niveles de actividad física recomendados por lo cual como lo mencionamos anteriormente y lo afirman otros autores los niveles de sedentarismo han aumentado (70, 71), situación que no solo sucede en Colombia sino en demás países (72), por lo que la literatura sugiere que la promoción de actividad física debe iniciar en etapas tempranas, porque es desde esta edad donde se empiezan a formar las bases de unos estilos de vida activos, elemento importante para en el futuro obtener beneficios tanto en la salud ósea y mental (73).

Como sabemos, la actividad física se puede medir de manera objetiva por diferentes métodos, al igual que la valoración de la DMO, que son muy eficientes pero costosos, sin embargo se han desarrollado otras herramientas que son viables para este grupo poblacional, teniendo en cuenta la primera premisa se puede evaluar con el cuestionario PAQ-C que es un cuestionario que contribuye a evaluar la actividad física en niños y niñas durante el año escolar, siendo este un método de fácil administración y una alternativa fiable para estudios epidemiológicos, por otra parte el DMO como lo reportan algunos autores como Gómez et al, (29) y los resultados del presente estudio, se puede establecer como variables antropométricas como edad, sexo, IMC, altura sentado, longitud de antebrazo derecho, diámetro de fémur y APVH, son predictoras del DMO lo cual permite identificar de manera temprana algunos factores de

riesgo en los escolares respecto a la salud ósea y de esta manera permite actuar oportunamente.

El presente proyecto de investigación tuvo como finalidad determinar las variables predictoras de la salud ósea; donde se contó con la participación de 324 escolares, que se encuentran entre las edades de 8 y 16 años de la ciudad de San Juan de Pasto; teniendo en cuenta las variables sociodemográficas en cuanto al sexo en el presente estudio se tuvo una relación de 1:1, lo que podemos afirmar que sucedió lo mismo con la edad y tipo de colegio ya que fueron datos homogéneos; en cuanto a los resultados se encontró para la edad una media de  $12 \pm 2,58$  años para los escolares valorados, lo anterior comparado con algunos estudios como el de Herazo & Domínguez (74), donde muestra una media de edad de  $9,3 \pm 1,0$ , no se evidencia semejanza alguna, por su parte McMurray et al, (75), en su estudio en escolares reporta que la media de la edad es de  $12,8 \pm 1,0$  siendo estos datos muy similares en los escolares de la ciudad de San Juan de Pasto del presente estudio, de la misma manera en el estudio de Prieto et al, (76), reporta una media de  $12,9 \pm 2,6$ , datos similares a los del presente estudio. Por otra parte, con respecto al tipo de colegio se encontró semejanza con los estudios realizados (77, 78) los cuales cumplían con las mismas características del presente artículo.

Teniendo en cuenta la variable nivel educativo del escolar, la mayoría de los participantes pertenecen a básica secundaria equivalente a un 48,5%. Para la variable estrato socioeconómico, este estudio indica que el 47,8% corresponde a estrato socioeconómico 3, al compararlo con el estudio realizado por Gonzales & Paz Ortega (78), en la ciudad de Popayán se encontró que el 30,91% pertenecen al estrato 3, lo cual refleja diferencias porcentuales con las encontradas en los escolares en la ciudad de Pasto. Lo cual se podría complementar según lo afirmado por Ford et al, (79), donde afirma que teniendo en cuenta el sexo, las mujeres con un nivel socioeconómico más alto dedican significativamente más tiempo cada semana a la actividad física en el tiempo libre, en cambio que las mujeres con un nivel socioeconómico más bajo practican la actividad física relacionada con el trabajo y actividades en el hogar, por otro lado los hombres con un nivel socioeconómico más bajo pasaban significativamente más tiempo cada semana caminando y haciendo tareas

domésticas, mientras que los hombres con un nivel socioeconómico más alto tendían a ser más activos en la actividad física únicamente en el tiempo libre.

Con relación a la condición clínica de los participantes, los hallazgos del presente estudio demuestra que la mayor proporción de los escolares no ha presentado fracturas representando un 84%, lo cual se puede justificar debido a que los huesos infantiles tienen una mayor capacidad de absorber los traumatismos y así mismo tienen una mayor capacidad de remodelación (80), además de confirmar por otra parte que cuando estas ocurren, según el estudio de Mann & Rajmarira (81), las fracturas más frecuentes ocurrieron dos veces más en la extremidad superior que en la extremidad inferior, lo que se asemeja con los resultados obtenidos en la ciudad de Pasto; de igual manera la mayor parte de escolares no consumen medicamentos en un 95,4%, sin embargo de los que si consumen, el medicamento más consumido es el analgésico, lo mismo sucede en el estudio realizado por Hermoza-Moquillaza et al, (82), en el cual menciona que de los tipos de fármacos más adquiridos fueron los AINES 30%; finalmente en cuanto a la variable de consume suplementos o ayudas nutricionales la mayor parte de los sujetos equivalente a 81,5%, no consume ninguna de las anteriores; por lo cual se hace hincapié en la necesidad de programas educativos preventivos y del control anual de salud con guía anticipatoria en hábitos alimentarios y actividad física para adolescentes, con el fin de promover hábitos alimentarios saludables hacia la vida adulta (83).

En cuanto al nivel de actividad física se encontró que en este estudio el mayor porcentaje de los niños son inactivos, estos datos son iguales a los trabajados por Giraldo et al, (84), donde afirman que la proporción de escolares de la muestra estudiada que no realizan actividad física fue alta.

Al analizar esta variable en función de la edad, se observa que los escolares de 8 a 10 años son los más activos, lo que se puede contrastar con el estudio de López et al, (85), quienes reportan en su estudio que los escolares de menor edad, equivalente a 8 años son ligeramente más activos, lo mismo sucede en cuanto al sexo donde se concluye que los hombres son más activos con respecto a mujeres, lo cual coinciden con los resultados reportados en el estudio de Perula et al, (86), presentando que aunque la prevalencia de ejercicio físico es elevada, va declinando con la edad, sobre todo en las niñas. Y el estudio de Giraldo et al, (84), que

muestran como el promedio de tiempo en actividades sedentarias incrementa con la edad para ambos sexos, identificando que los escolares más inactivos son de género femenino, datos similares son los aportados por Nuviala, et al, (87) que encuentran un 75% de niños que practican actividad física en su tiempo libre, mientras que las niñas se sitúan en un 58%; de la misma manera coincidimos con los resultados aportados por Vilchez (88) que encuentra claras diferencias en los porcentajes de la práctica entre varones y mujeres, situando a los varones en un 42% mientras que las chicas reducen su porcentaje a un 31%. Con base a lo anterior se encuentra similitud con los resultados del presente estudio, y así mismo aprueban esta misma teoría muchos más autores (89, 90), donde los resultados muestran que los niños realizan más actividad física que las niñas.

Con respecto a las variables de características antropométricas se encontró en este estudio que el peso corporal, reporta un promedio de  $43,03 \pm 12,83$ kg, con relación a la variable talla, se encontró una media de  $147 \pm 14$  cms; y en cuanto al IMC se tiene una media de  $19,51 \pm 3,09$  Kg/m<sup>2</sup> kg, siendo normal para la población estudiada según la clasificación de la OMS (20); al contrastar estos valores con investigaciones donde han tenido en cuenta el IMC como elemento evaluativo, en ellos se encuentran valores similares al obtenido en esta investigación; dentro de los cuales cabe resaltar estudio realizado en escolares colombianos de la ciudad de Ibagué (91) el cual reporta una media de  $20,0 \pm 3,3$  kg, estudio realizado en la ciudad de Bogotá en el año 2015 presentan una media de  $19,5 \pm 3,2$  (76), por su parte otro estudio realizado en Bogotá en el año 2016 (92) tiene una media de  $19,4 \pm 3,3$  kg; en Sevilla España (93), y Gualteros et al, (94) evidencia una media  $19,7 \pm 3,2$  kg lo cual muestra valores semejantes en los escolares evaluados en el presente estudio.

También se encontró que la variable de altura sentado presenta una media de  $77,90$  cms  $\pm 8,0$  cm, que como afirma el estudio de Khadilkar et al, (95, 96) estos resultados indican que, durante los años de la pubertad, el crecimiento del miembro inferior es más predominante que el crecimiento del tronco.

En otras investigaciones han estudiado la relación de la actividad física con algunos indicadores antropométricos en cuanto a porcentaje de grasa corporal, sin embargo se ha encontrado que existe falta de asociación los mismos, los cuales puede deberse a que la intensidad de las actividades realizadas no logra cambiar la composición corporal (84); En

este caso se mira la relación entre algunas variables antropométricas con la DMO donde es muy importante según los resultado del presente estudio resaltar algunas de ellas al igual que los resultados que arrojan el estudio de Gómez et al, (29).

Teniendo en cuenta la longitud de antebrazo derecho el presente estudio reporta una media de  $17,8 \pm 3,0$  cms , de igual forma se encontró que el diámetro de fémur en los escolares presento un promedio de  $10,78 \pm 1,98$  cms, estas medidas antropométricas en comparación con una investigación realizada por Elmond et al, (97) afirman que los brazos y antebrazos masculinos y femeninos tienen tasas de crecimiento similares de longitudes y circunferencias y además no encontraron diferencias significativas entre la extremidad derecha e izquierda para cada una de las 4 medidas tomadas. Con respecto a las medidas antropométricas hay estudios que usan algunas de estas medidas como longitud de antebrazo como una nueva herramienta para estandarizar los parámetros óseos (98-100, 101), con lo anterior como lo afirma Miller et al, (102), hay varias características identificables entre las variables antropométricas que parecen ejercer efectos diferenciales sobre el desarrollo esquelético en los niños.

En relación a la densidad mineral ósea en escolares de la ciudad de San Juan de Pasto distribuida por sexo y edad como se indica en el presente estudio el DMO aumenta progresivamente con la edad similar al que se encontró en la investigación realizado por Redón et al, (103) en donde se argumenta que existe una estrecha relación entre la edad y el DMO ya que a mayor edad aumenta considerablemente esta variable, de igual manera Del Rio et al. (34) en su estudio encontraron que el DMO aumenta significativamente con la edad y adicional a esto sus valores son mayores en hombres que en mujeres; como también lo reporta Ali et al. (104) en su investigación encontraron que el aumento del DMO es significativo con respecto a la edad y su valor fue mayor en niños que en niñas, finalmente Viña et al (105) concluyeron que el DMO es mayor en hombres debido a que son más sensible a los cambios óseos metabólicos. Estos datos son coherentes a los encontrados en el presente estudio.

Con respecto a la velocidad pico de crecimiento (APVH) en los escolares distribuida según sexo y edad el presente estudio evidencio relación positiva a partir de los 13 años, es decir su pico de maduración inicia a los 13 años de edad y en relación a las mujeres se obtuvo una

relación negativa, es decir no se evidencia un pico de maduración en la población escolar femenina, al compararlo con el estudio de Zugno et al, (106) se encontró similares resultados ya que los hombres a los 13 años alcanzaron su pico de maduración, y las mujeres de igual manera que en este estudio no se evidencia un pico de maduración. Benavides et al. (107). En su estudio de igual manera encontraron una relación negativa en los rangos de edades de los 8 a los 10 años, indicando que a partir de los 10 años inicia su pico de maduración, aunque las edades no son iguales se establece que los niños escolares maduran más rápido que las mujeres; El APVH podría servir para ayudar a profesionales e investigadores a mejorar la atención de la salud ósea de niños y adolescentes, logrando de esta manera que la búsqueda de antecedentes permitan establecer una comparación adecuada entre los escolares, y ser una herramienta para comparar y clasificar a los niños en cuanto a su salud ósea Para Gómez et al, (67).

Del Rio et al, (34) en su investigación encontró una correlación estadísticamente significativa entre los valores del DMO y la edad, altura y peso, datos similares a los encontrados en el presente estudio con las variables anteriormente mencionadas, es decir, que los escolares tuvieron una asociación estadísticamente significativa y su relación fue positiva, para Correa et al, (108) en su estudio después de clasificar su población en las categorías en normopeso, sobrepeso y obesidad, encontró que no hubo asociación estadísticamente significativa para la edad, la altura entre los grupos. Sin embargo, si hubo una asociación estadísticamente significativa en el peso, IMC concluyendo que los sujetos con sobrepeso y obesidad tienen mejores niveles de mineralización frente a los que se encuentran en normopeso.

Sierra et al, (109) en su investigación no encontraron asociación estadísticamente significativa, lo que le atribuyen que la mayor tendencia de los niños con sobrepeso para fracturar sus huesos se puede atribuir, a que son huesos adaptados para cargas musculares y no para cargas estáticas como el peso corporal; además se ha comprobado que los sujetos con sobrepeso tienen menor cantidad de hueso para su peso corporal que los que tienen normopeso.

Es importante resaltar que no hubo información precisa sobre la relación entre el grado de escolaridad y las comunas con el DMO como se evidencia en la investigación presentada ya que estas dos variables tuvieron asociación estadísticamente significativa en los escolares.

Otra investigación realizada en Chile por Gómez et al. (67) indica como el DMO en función del APVH incrementa de manera proporcional igual que el presente estudio en el cual se evidencio que esta variable en función del DMO tiene una correlación positiva y significativa, es importante resaltar que el APVH se ha introducido en los cálculos para controlar los ritmos de maduración somática, y de esta manera, se pueden hacer estimaciones apropiadas para los adolescentes que experimentan una maduración tardía, normal o acelerada; adicional a esto también se suma la práctica de una modalidad deportiva, aunque los resultados del presente estudio no tuvieron una significancia importante, los datos obtenidos en investigaciones de carácter internacional son una muestra de que la práctica de actividad física regular puede contribuir al aumento del DMO, mejorando de esta manera la salud ósea y por ende el incremento del DMO durante la infancia y la adolescencia y puede ser utilizado como herramienta para prevenir el riesgo de contraer la osteoporosis en edades más avanzadas.

El IMC en escolares de la ciudad de San Juan de Pasto también tuvo una asociación estadísticamente significativa con la variable DMO en comparación con otros estudios como el de Morillo et al (110) que evidenciaron una asociación significativa y en donde tuvo mayor predominio el normopeso, se cree que el mecanismo por el cual el DMO aumenta con el IMC es a través del impacto que ejerce el soportar un peso como lo evidencia la investigación, otra búsqueda bibliográfica concluyo que existe una relación significativa entre el DMO y el IMC en los adolescentes, es decir que a mayor IMC mayor mineralización debido a que es causante de la mayor carga mecánica que soportan los individuos o que se deba a que estos sujetos generan mayores fuerzas musculares durante la locomoción (67).

En cuanto a las variables antropométricas evaluadas en los escolares que juegan un papel importante y que son una herramienta alternativa de bajo costo y fácil de usar en contextos epidemiológicos, se evidencio poca información en la revisión literaria sobre las variables citadas en el presente estudio y las cuales tuvieron una gran asociación estadísticamente significativa en relación al DMO de la misma manera que en el estudio realizado en Chile por Gómez et al (29) la cual incluyeron: peso, IMC, altura sentado, longitud del antebrazo, diámetro del fémur y APVC fueron las variables que predijeron la DMO en niños y adolescentes, siendo este antecedente base para desarrollar la presente investigación similar

a los datos obtenidos los cuales permitieron establecer el modelo predictivo, luego de que la búsqueda exhaustiva arrojó pocos resultados satisfactorios y en donde se evidenció que la investigación realizada en Chile permitiría guiar el estudio y ayudaría a apoyar las correlaciones entre el DMO y las variables antropométricas evaluadas en los escolares de la ciudad de San Juan de Pasto definidas en función a la edad y el sexo que permitieron predecir la salud ósea en la población.

Finalmente se evidenció en otro estudio realizado por Vania et al (111) la magnitud de los coeficientes de correlación entre diversos sitios anatómicos estudiados, además se encontró la correlación positiva entre el DMO el IMC y el peso en mujeres adolescentes, utilizando el modelo de regresión múltiple.

El modelo global tiene un ajuste del 99% del DMO en los escolares entre los 8 a los 16 años de edad y está constituido por seis variables como la edad, el sexo, IMC, altura sentado, longitud de antebrazo derecho, diámetro de fémur y el APVH lo que indica que el modelo es significativo, cumple con todos los pasos para la validación y finalmente se estima una predicción de la salud ósea en la población.

Se puede afirmar que a pesar de que en las instituciones educativas brindan un espacio académico para la parte educación física, con lo reportado en este proyecto, es necesario sean guiadas estas actividades de acuerdo a las necesidades de los escolares, como potencializar habilidades y favorecer aún más su óptimo crecimiento, desde los campos de acción de la promoción, la prevención de y potencializarían de sus capacidades y aptitudes físicas.

MacKelvie, Khan y McKay (44) indicaron que, aunque existen estudios que develan que en atletas de élite retirados se mantienen los niveles de DMO en comparación con controles de edad similar, hoy son pocos los sustentos teóricos que apoyan como la actividad física tiene un efecto positivo sobre la salud ósea, especialmente si se realiza durante la infancia y, que las ganancias en el mineral óseo y la fuerza ósea del ejercicio en la infancia reducen el riesgo de fractura en la edad adulta; Lo anterior se ha presentado dado algunos estudios de seguimiento. También hay una heterogeneidad en esta influencia que puede estar asociada a las diferentes técnicas de medición de la DMO (110, 111).

Gihan et al, (112), indican que en todos los participantes, la altura, el peso, el IMC, el nivel de calcio, la vitamina D predijeron significativamente los cambios en la DMO con todos los modelos; otros autores indicaron que la DMO se correlacionan altamente con la edad, el peso, la altura, la masa magra corporal total para niños de 5 a 14 años. Algunas de estas variables fueron identificadas en esta investigación (112, 113).

## 9 CONCLUSIONES

- Los determinantes sociodemográficos de los escolares participantes del estudio se caracterizaron por ser una muestra homogénea en cuanto al tipo de colegio y el sexo, la edad tuvo una distribución equitativa en todos sus rangos, son de estrato 3 y habitan en la comuna 12, en cuanto al nivel educativo un bajo porcentaje de la muestra pertenecieron a la educación media.
- La condición de salud de los participantes se caracterizó porque la mayoría de los escolares no presentaron fracturas ni consumen medicamentos y un bajo porcentaje utilizan suplementos como ayuda nutricional.
- La actividad física evaluada por medio del cuestionario PAQ-C demostró que la mayoría de los participantes tuvieron un bajo nivel de actividad física sin embargo con relación al sexo y la edad los niños entre las edades de 8 y 10 años son físicamente activos en comparación con las niñas.
- La densidad mineral ósea de los participantes prescribió una media de  $0,8566 \pm 0,188$ , aumenta progresivamente con la edad y es mayor en el género masculino de los escolares.
- La distribución de la velocidad pico de crecimiento con relación al sexo y la edad mostro que los niños alcanzaron su pico de maduración a los 13 años mientras que en las mujeres la relación es negativa en todas las edades.
- El modelo global propuesto fue significativo ( $f:21150,1$ ) con un muy buen ajuste, es decir, el 99% del DMO en los escolares es explicado por variables como la edad, el sexo, IMC, altura sentado, longitud de antebrazo derecho, diámetro de fémur y velocidad pico de crecimiento.

## 10 RECOMENDACIONES

- La temática abordada, vincula la salud ósea de niños y adolescentes, la cual debe ser centro de atención para de los sistemas de protección temprana y atención específica del modelo de promoción de la salud y prevención de la enfermedad; dada la relación existente entre la construcción de reserva ósea en estas edades y la probabilidad de osteoporosis en el futuro; por tanto, es conveniente articular los entes gubernamentales encargados; para que fortalezcan la promoción de la salud en estas poblaciones., teniendo en cuenta la importancia que tiene el nivel de actividad física y las medidas antropométricas como predictores de la salud ósea en escolares.
- Capacitar a los padres de familia, docentes, directivos de los colegios de la ciudad de San Juan de Pasto y a los estudiantes sobre la importancia del hábito de la práctica de actividad física, ejercicio físico y deporte como beneficio para la salud ósea.
- A través de esta investigación se logró detectar la necesidad de implementar programas estandarizados de evaluación del nivel de actividad física, de acuerdo a cuestionarios que permitan identificar las variables que influyen directamente en la salud ósea y acorde a lo anterior implementar estrategias de promoción de la práctica física con el fin de mejorar la salud desde estas edades.
- Realizar actividades centradas en favorecer el acceso a las actividades deportivas extraescolares, reduciendo hábitos sedentarios y aumentando el nivel de práctica física en especial del género femenino; siendo estas, guiadas por profesionales idóneos que aporten de manera oportuna, continua y efectiva, evitando de esta manera la instauración de futuros problemas de salud ósea.

## 11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ma NS, Gordon CM. Pediatric osteoporosis: Where are we now? *J Pediatr* [Internet]. 2012;161(6):983–90. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2012.07.057>.
2. Kang MJ, Hong HS, Chung SJ, Lee YA, Shin CH, Yang SW. Body composition and bone density reference data for Korean children, adolescents, and young adults according to age and sex: results of the 2009–2010 Korean National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). *J Bone Miner Metab*. 2016;34(4):429–39.
3. Stagi S, Cavalli L, Lurato C, Seminara S, Brandi ML, De Martino M. Bone health in children and adolescents: The available imaging techniques. *Clin Cases Miner Bone Metab*. 2013;10(3):166–71.
4. Loomba-Albrecht LA, Styne DM. Effect of puberty on body composition. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2009;16(1):10–5.
5. Sopher AB, Fennoy I, Oberfield SE. An update on childhood bone health: Mineral accrual, assessment and treatment. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2015;22(1):35–40.
6. Golden NH, Abrams SA. Optimizing bone health in children and adolescents. *Pediatrics*. 2014;134(4):e1229–43.
7. Pekkinen M, Viljakainen H, Saarnio E, Lamberg-Allardt C, Mäkitie O. Vitamin D is a major determinant of bone mineral density at school age. *PLoS One*. 2012;7(7):e40090.
8. Sawyer AJ, Bachrach LK. Rationale for bone densitometry in childhood and adolescence. In: Sawyer AJ, Bachrach LK, Fung EB, editors. *Bone densitometry in growing patients: Guidelines for clinical practice*. Totowa, New Jersey: Humana Press; 2007.
9. Horlick M, Wang J, Pierson RN, Thornton JC. Prediction Models for Evaluation of Total-Body Bone Mass With Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Among Children and Adolescents. *Pediatrics*. 2004;114(3): e337–45.
10. Buttazzoni C, Rosengren BE, Karlsson C, Dencker M, Nilsson JÅ, Karlsson MK. A pediatric bone mass scan has poor ability to predict peak bone mass: An 11-year prospective study in 121 children. *Calcif Tissue Int*. 2015;96(5):379–88.
11. 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):507–11.

12. Baxter-Jones ADG, 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.
13. Ackerman KE, Misra M. Bone health and the female athlete triad in adolescent athletes. *Phys Sportsmed.* 2011;39(1):131–41.
14. Bachrach LK, Sills IN, Kaplowitz PB, Varma SK, Bloch CA, Clarke WL, et al. Clinical report - Bone densitometry in children and adolescents. *Pediatrics.* 2011;127(1):189–94.
15. Yeste D, Clemente M, Campos A, Fábregas A, Soler L, Carrascosa A. Osteoporosis en pediatría. *Rev Esp Endocrinol Pediatr.* 2017;8 (Suppl)(1):73–85.
16. Tucker KL, Morita K, Qiao N, Hannan MT, Cupples LA, Kiel DP. 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.
17. Rojano-Mejía D, Aguilar-Madrid G, López-Medina G, Cortes-Espinosa L, Hernández-Chiu MC, Canto-Cetina T, et al. Risk factors and impact on bone mineral density in postmenopausal Mexican mestizo women. *Menopause.* 2011;18(3):302–6.
18. Waugh EJ, Lam MA, Hawker GA, McGowan J, Papaioannou A, Cheung AM, et al. Risk factors for low bone mass in healthy 40-60 year old women: A systematic review of the literature. *Osteoporos Int.* 2009;20(1):1–21.
19. Seclén-Palacín JA, Jacoby ER. Factores sociodemográficos y ambientales asociados con la actividad física deportiva en la población urbana del Perú. *Rev Panam Salud Publica.* 2003;14(4):255–264.
20. World Health Organization. *Obesity: Preventing and managing the global epidemic.* Geneva; 2000.
21. Peña Arrebola A. Efectos del ejercicio físico sobre la masa ósea y la osteoporosis. *Rehabilitación* [Internet]. 2003;37(6):339–53. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7120\(03\)73405-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7120(03)73405-7)
22. Karlsson MK, Nordqvist A, Karlsson C. Physical activity increases bone mass during growth. *Food Nutr Res.* 2008;52(1):1871.
23. Vélez E, Arango F. ¿Tiene el ejercicio algún efecto benéfico en el mantenimiento y recuperación de la salud ósea? In: Patiño F, Márquez J, editors. *Actividad física y ejercicio físico en salud: Retos en un contexto globalizado.* Medellín: Funámbulos Editores; 2009. p. 95–109
24. Hui SL, Slemenda CW, Johnston CC. Age and bone mass as predictors of fracture in a prospective study. *J Clin Invest.* 1988;81(6):1804–9.

25. Gunter KB, Almstedt HC, Janz KF. Physical activity in childhood may be the key to optimizing lifespan skeletal health. *Exerc Sport Sci Rev.* 2012;40(1):13–21.
26. Plaza-Carmona M, Ubago-Guisado E, Sánchez-Sánchez J, Felipe JL, Fernández-Luna A, García-Unanue J, et al. Body composition and physical fitness in prepubertal girls swimmers and soccer players. *J Sport Heal Res [Internet].* 2013;5(3):251–8. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=sph&AN=99622210&site=ehost-live>.
27. Plaza-Carmona M, Vicente-Rodriguez G, Martín-García M, Burillo P, Felipe JL, Mata E, et al. Influence of hard vs. soft ground surfaces on bone accretion in prepubertal footballers. *Int J Sports Med.* 2014;35(1):55–61.
28. Ubago-Guisado E, Gómez-Cabello A, Sánchez-Sánchez J, García-Unanue J, Gallardo L. Influence of different sports on bone mass in growing girls. *J Sports Sci [Internet].* 2015;33(16):1710–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2015.1004639>.
29. Gómez-Campos R, Andruske CL, De Arruda M, 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):e0181918.
30. Organización Mundial de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Obtenido de <http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/> (5 de 1 de 2017).
31. Reuter C, Stein CE, Vargas DM. Massa óssea e composição corporal em estudantes universitários. *Rev Assoc Med Bras.* 2012;58(3):328–34.
32. Boot AM, De Ridder MAJ, Pols HAP, Krenning EP, De Muinck Keizer-Schrama sabine MPF. Bone mineral density in children and adolescents: Relation to puberty, calcium intake, and physical activity. *J Clin Endocrinol Metab.* 1997;82(1):57–62.
33. Lin L. A note on the concordance correlation coefficient. *Biometrics.* 2000; 56: 324–325.
34. Del Rio L, Carrascosa A, Pons F, Gusinyé M, Yeste D, Domenech FM. Bone mineral density of the lumbar spine in white mediterranean spanish children and adolescents: Changes related to age, sex, and puberty. *Pediatr Res.* 1994;35(3):362–6.
35. Gonçalves EM, Ribeiro RR, De Carvalho WRG, 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):1–16.
36. Sopher AB, Fennoy I, Oberfield SE. An update on childhood bone health: Mineral accrual, assessment and treatment. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2015;22(1):35–40.

37. Aznar-Lain S, Webster T. Actividad física y salud en la infancia y la adolescencia. Guía para todas las personas que participan en educación. Ministerio de Educación y Ciencia - Ministerio de Sanidad y Consumo; 2006.
38. Moreno LA, Gracia-Marco L. Prevención de la obesidad desde la actividad física: del discurso teórico a la práctica. *An Pediatría* [Internet]. 2012;77(2): 136.e1-136.e6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.angepedi.2012.04.011>.
39. Cooper C, Gampion G, Melton LJ. Hip fractures in the elderly: A world-wide projection. *Osteoporos Int*. 1992;2(6):285–9.
40. Gracia-Marco L, Rey-López JP, Santaliestra-Pasías AM, Jiménez-Pavón D, Díaz LE, Moreno LA, et al. Sedentary behaviours and its association with bone mass in adolescents: The HELENA cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2012;12(1):971.
41. 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* [Internet]. 2009;45(5):925–30. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bone.2009.07.084>.
42. 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. *J Clin Endocrinol Metab*. 1990;70(5):1330–3.
43. Matkovic V, Fontana D, Tominac C, Goel P, Chesnut CH. Factors that influence peak bone mass formation: A study of calcium balance and the inheritance of bone mass in adolescent females. *Am J Clin Nutr*. 1990;52(5):878–88.
44. MacKelvie KL, Khan KM, McKay HA. Is there a critical period for bone response to weight-bearing exercise in children and adolescents? A systematic review. *Br J Sports Med*. 2002;36(4):250–7.
45. Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: A crisis in public health. *Obes Rev*. 2004;5(Suppl. 1):4–85.
46. 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):507–11.
47. Lehtonen-Veromaa M, Möttönen 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(4):248–54.

48. Marcus R. Role of exercise in preventing and treating osteoporosis. *Rheum Dis Clin North Am.* 2001;27(1):131–41.
49. Merrilees M j., Smart EJ, Gilchrist NL, Frampton C, Turner JG, Hooke E, et al. Effects of dairy food supplements on bone mineral density in teenage girls. *Eur J Nutr.* 2000;39(6):256–62.
50. Alwis G, Linden C, Ahlborg HG, Dencker M, Gardsell P, Karlsson MK. A 2-year school-based exercise programme in pre-pubertal boys induces skeletal benefits in lumbar spine. *Acta Paediatr.* 2008;97(11):1564–71.
51. International Society for the Advancement of Kinanthropometry. International standards for anthropometrics assessment [Internet]. 2001. Available from: <http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=>
52. Sillero Quintana M. Módulo de Kineantropometría. Texto guía. Madrid - España: Facultad de Ciencias de Actividad Física y del Deporte I.N.E.F; 2006.
53. Gonzalez Caballero P, Ceballos Días J. Manual de antropometría [Internet]. 2003. Available from: [http://ict.udg.co.cu/educación física/medicina deportiva.pdf](http://ict.udg.co.cu/educación_física/medicina_deportiva.pdf).
54. Hayslip CC, Klein TA, Wray LH, Duncan WE. The effects of lactation on bone mineral content in healthy postpartum women. *Obstet Gynecol.* 1989;73(4):588–92.
55. Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. Physiological testing of the high-performance athlete. Champaign, Illinois: Human kinetics; 1991. 223–308
56. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sport Exerc* [Internet]. 2002;34(4):689–94. Available from: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00005768-200204000-00020>.
57. Janz K. Physical activity and bone development during childhood and adolescence: Implications for the prevention of osteoporosis. *Minerva Pediatr.* 2002;54(2):93–104.
58. Henderson KN, White CP, Eisman JA. The roles of exercise and fall risk reduction in the prevention of osteoporosis. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 1998;27(2):369–87.
59. Muñoz MT, Barrios V, Garrido G, Argente J. Ejercicio físico y masa ósea en adolescentes deportistas. *Rev Esp Pediatría.* 2003;59(1):61–9.
60. Carrascosa A, Yeste D, Audi L. Crecimiento y mineralización del tejido óseo. In: Argente J, Carrascosa A, Gracia R, Rodríguez F, editors. *Tratado de Endocrinología Pediátrica y de la Adolescencia.* Doyma; 2000. 113–30.

61. Heaney RP. Pathophysiology of Osteoporosis. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 1998;27(2):255–65.
62. Magnuson H, Lindén 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(11):950–5.
63. 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(06):408–12.
64. Peña Arrebola A. Efectos del ejercicio físico sobre la masa ósea y la osteoporosis. *Rehabilitación* [Internet]. 2003;37(6):339–53. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7120\(03\)73405-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7120(03)73405-7).
65. Herazo-Beltrán AY, Domínguez-Anaya R. Confiabilidad del cuestionario de actividad física en niños colombianos. *Rev Salud Pública (Bogota)* [Internet]. 2012;14(5):802–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24652359>.
66. Martínez-Gómez D, Martínez-de-Haro 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):427–39.
67. Gómez Campos R, Hespanhol JE, Portella D, Vargas Vitoria R, De Arruda M, Cossio-Bolaños MA. Predicción de la maduración somática a partir de variables antropométricas: validación y propuesta de ecuaciones para escolares de Brasil. *Nutr Clin y Diet Hosp.* 2012;32(3):7–17.
68. Pate RR, Trilk JL, Byun W, Wang J. Policies to increase physical activity in children and youth. *J Exerc Sci Fit.* 2011; 9 (1): 1-14. Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report.
69. Morera, María,7 Rudisill, Mary E. y Wadsworth, Danielle D. (2013). Body mass index, and weekday step counts for Fifth grade Costa Rican Children. *Revista Cultura-Ciencias Deportes*, 8, 191-197. doi: 10.12800/ccd.v8i24.357.
70. Muros JJ, Cofre-Bolados C, Salvador-Pérez S, Castro-Sánchez M, Valdivia- Moral P, Pérez-Cortés AJ. Relación Entre Nivel De Actividad Física Y Composición Corporal En Escolares De Santiago (Chile). *J Sport Heal Res* [Internet]. 2016;8(1):65–74. Available from: [http://www.journalshr.com/papers/Vol\\_8\\_N1/V08\\_1\\_6.pdf](http://www.journalshr.com/papers/Vol_8_N1/V08_1_6.pdf).
71. Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2016). Ending Childhood Obesity. Recuperado de [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204176/1/9789241510066\\_eng.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204176/1/9789241510066_eng.pdf?ua=1).

72. Jacoby E, Bull F, Neiman A. Cambios acelerados del estilo de vida obligan a fomentar la actividad física como prioridad en la Región de las Américas. *Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Heal.* 2003;14(4):223–8.
73. Dumith SC, Domingues MR, Gigante DP, Hallal PC, Menezes AM, Kohl HW. Prevalence and correlates of physical activity among adolescents from Southern Brazil. *Rev. Saúde Pública.* 2010; 44(3):457-467.
74. Metcalf B, Henley W, Wilkin T. Effectiveness of intervention on physical activity of children: systematic review and meta-analysis of controlled trials with objectively measured outcomes (*Early Bird 54*). *BMJ.* 2012; 345:1-11.
75. Herazo AY, Domínguez A. Confiabilidad del cuestionario de actividad física en niños colombianos. 2012.
76. McMurray RG, Harrell JS, Deng S, Bradley CB, Cox LM, Bangdiwala SI. The influence of physical activity, socioeconomic status, and ethnicity on the weight status of adolescents. *Obes Res.* 2000;8(2):130–9.
77. Prieto-Benavides DH, Correa-Bautista JE, Ramírez-Vélez R. Physical activity levels, physical fitness and screen time among children and adolescents from Bogotá, Colombia. *Nutr Hosp.* 2015;32(5):2184–92.
78. Salleg M, Petro J. Perfil de aptitud física de los escolares de 12 a 18 años del municipio de Montería. *Rev Digit Buenos Aires.* 2010.
79. González J, & Paz Ortega N. Relación de sobrepeso y obesidad con nivel de actividad física, condición física, perfil psicomotor y rendimiento escolar en población infantil (8 a 12 años) de Popayán. *Mov cient.* 2013; 1: p. 71-84.
80. Ford ES, Merritt RK, Heath GW, Powell KE, Washburn RA, Kriska A, et al. Physical activity behaviors in lower and higher socioeconomic status populations. *Am J Epidemiol.* 1991;133(12):1246–56.
81. Olsen B, González G. Urgencias en traumatología: fracturas frecuentes en niños. Unidad de Ortopedia y Traumatología Pediátrica. Hospital Universitario Infantil La Paz. Madrid. España. 2009;7(3):177-81.
82. Mann DC, Rajmaira S. Distribution of physeal and nonphyseal fractures in 2,650 long-bone fractures in children aged 0-16 years. University of Wisconsin, Madison. *J Pediatr Orthop.* 1990 Nov-Dec;10(6):713-6.
83. Hermoza-Moquillaza R, Loza-Munarriz C, Rodríguez-Hurtado D, Arellano-Sacramento C, Hermoza-Moquillaza V. Automedicación en un distrito de Lima Metropolitana, Perú. *Rev Med Hered vol.27 no.1 Lima ene.* 2016.

84. Aguirre ML, Castillo C, Le Roy C. Desafíos Emergentes en la Nutrición del Adolescente. *Rev Chil Pediatr* 2010;81(6):488-497. <http://dx.doi.org/10.4067/S0370-41062010000600002>.
85. Giraldo D, Poveda E, Forero Y, Mendivil C, Castro L. Actividad física autorreportada, comparación con indicadores antropométricos de grasa corporal en un grupo de escolares de Bogotá y de cinco departamentos del centro-oriente, Colombia 2000-2002. *Biomédica*. 2008;28(3):386–95.
86. Lopez Sanchez GF, Dilsad MD, Borrego Balsalobre FJ, Lopez Sanchez L, Diaz Suárez A. Nivel de actividad física habitual en escolares de 8-9 años de España e India. 2016. 33-42
87. Perula de Torres LA, Ruiz Moral R, Espejo Espejo J, Tapia G, Mengual Luque P. Prevalencia de actividad física y su relación con variables sociodemográficas y ciertos estilos de vida en escolares cordobeses. *Rev Esp Salud Pública*. 1998; 72:233–44.
88. Nuviala, A.; Ruiz Juan, F. y García Montes, M.E. 2003. Tiempo libre, Ocio y actividad física en los adolescentes. La influencia de los padres. *Revista Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, deporte y recreación*, 6, 13-20.
89. Vilchez Barroso, G. (2007). Adquisición y mantenimiento de hábitos de vida saludables en los escolares de tercer ciclo de Educación Primaria de la Comarca granadina de los Montes Orientales y la Influencia de la Educación física sobre ellos. Tesis Doctoral. Granada: Universidad de Granada.
90. Zurita-Ortega F, Ubago-Jiménez JL, Puertas-Molero P, González-Valero G, Castro-Sánchez M, Chacón-Cuberos 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 Nuevas Perspect Educ Física, Deporte y Recreación* [Internet]. 2018; 34:218–21. Available from: <http://ezproxy.library.ubc.ca/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=sph&AN=130832498&site=ehost-live&scope=site>.
91. Cossio-Bolaños MA, Viveros-Flores A, Castillo-Retamal M, Vargas-Vitoria R, Gatica P, Gómez-Campos R. Patrones de actividad física en adolescentes en función del sexo, edad cronológica y biológica. *Nutr Clin y Diet Hosp*. 2015;35(2):41–7.
92. Palomino Devia, González Jurado A, Ramos Parraci A. Composición corporal y condición física de escolares colombianos de educación secundaria y media de Ibagué. *Biomédica*. 2017; 37: p. 408-415.
93. Pacheco JD, Ramirez Velez R, Correa Bautista JE. General strength index and adiposity as a measure of health-related physical fitness among children and adolescents from Bogotá, Colombia. *Nurt hosp*. 2016; p. 556-564.

94. Lima Serrano M, Guerra Martín D, Lima Rodríguez. Estilos de vida y factores asociados a la alimentación y a la actividad. *Nutr hosp.* 2015; 32(6): p. 238-2847.
95. Gualteros A, Torres A, Umbarila Espinosa, Rodríguez Valero, Ramírez Vélez. Una menor condición física aeróbica se asocia con alteraciones del estado de salud en niños y adolescentes de Bogotá: Colombia. *Endocrinol Nutr.* 2015; 62(9).
96. Khadilkar A, Ekbote V, Kajale N, Chiplonkar S, Prasad H, Agarwal S, Singh N, Patwardhan V, Lubree H, Ladkat D, Mandlik R, Vispute S, Palande S, Patel P, Lohiya N, Khadilkar V. Sitting height percentiles in 3-17-year-old Indian children: a multicentre study. *Ann Hum Biol.* 2019 Jul 15:1-5.
97. Correa JE. Determinación del perfil antropométrico y cualidades físicas de niños futbolistas de Bogotá. *Rev. Cienc. Salud. Bogotá (Colombia)* 6 (2): 74-84, mayo-agosto de 2008.
98. Elmond T, Vueltas A, Caso AL, O'Hara N, Abzug JM. Normal Ranges of Upper Extremity Length, Circumference, and Rate of Growth in the Pediatric Population. *Hand (N Y).* 2019 Feb 1:1558944718824706.
99. Ramos Mejia R, Caino S, Fano V, Kelmansky D. Prediction of height and body mass index based on body segments: Use of Gauld's equations in an Argentine sample. *Arch Argent Pediatr.* 2018 Dec 1;116(6):e721-e729.
100. Fricke O, Semler O, Beccard R, Ehrlich R, Remer T, Schoenau E. Forearm length - a new tool to standardize bone parameters of the forearm measured with peripheral quantitative computed tomography in individuals with disproportional growth of forearm length and body height. *Horm Res.* 2009;72(3):172-7. doi: 10.1159/000232493. Epub 2009 Sep 1.
101. Gauld LM, Kappers J, Carlin JB, Robertson CF. Height prediction from ulna length. *Dev Med Child Neurol.* 2004 Jul;46(7):475-80.
102. 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.
103. Redon A, Rodríguez R, León S, Díez P, Becerra L. Densidad mineral ósea, estado nutricional y fracturas de huesos largos en niños. [Internet]. 2014[citado 1 oct 2019]; 3(4):168-176.
104. Ali GY, Abdelbary EE, Albuali WH, AboelFetoh NM, AlGohary EH. 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. *Egypt Pediatr Assoc Gaz* [Internet]. 2017;65(3):65-71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.epag.2017.03.005>

105. Viña S, Bueno B, Armadá M, Hernández C, Lozano C, Ruibal J, Casado E. Densidad mineral ósea del antebrazo en niños sanos. [Internet]. 2009; 51 (6): 657-663.
106. Zugno T, Martínez de Haro V, Lara M, Sanz Arribas I. Velocidad de crecimiento de deportistas adolescentes tecnificados de natación, waterpolo, saltos y natación sincronizada. FEADef [Internet]. 2016; 30 (1): 98-100.
107. Benavides L, Santos P, Guajardo L. Valoración del pico de velocidad de crecimiento y estatura prevista definitiva de acuerdo a las posiciones de juego de los futbolistas sub 15 y 16 de rangers de Talca. Emasf [Internet]. 2017; 46 (1): 107-115 citado en: <http://emasf.webcindario.com>
108. Correa Rodríguez M, Rueda Medina B, Gonzales Jiménez E, Navarro Pérez C, Schmidt Rio J. Los niveles de mineralización ósea están influenciados por la composición corporal en niños y adolescentes. Nutr hosp [Internet] 2014; 30 (4): 763-768
109. Sierra Salinas C, Delange Segura E, Blasco J, Navas López V, Barco Gálvez C, Disminución de la densidad mineral ósea y otros factores de riesgo en niños prepuberales con fractura del antebrazo distal. An Pediatr [Internet] 2009; 71 (5): 383-890. Citado en: <http://www.analesdepediatria.org/>
110. Morillo Piña M, de Tomei C, Carías D. Relación entre densidad mineral ósea, edad de la menarquia y estado nutricional en adolescentes sanos. redalyc.org [Internet] 2010; 73 (3): 4-10.
111. Vania 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.
112. 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. 2017; 65: 65-71
113. 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

## ANEXOS

### Anexo 1. Autorización investigación



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES  
Asociación 19876 del 17 de junio de 2015 otorgada por el Ministerio de Educación Nacional

2018PQR 8119

Manizales, 04 de Julio de 2018

Maestro  
Henry Barco  
Secretaría de Educación  
San Juan de Pasto  
Nariño



Cordial Saludo,

De la manera más atenta y como coordinador de la Maestría en Actividad Física y Deporte, que se desarrolla desde la Universidad autónoma de Manizales, me permito solicitarle autorización para que los estudiantes investigadores puedan conocer el listado del total de estudiantes matriculados en el área urbana de la ciudad de Pasto en edades entre 8 y 16 años tanto de colegios públicos como privados y su distribución por género y edad. Lo anterior para seleccionar los estudiantes que forman parte del muestreo correspondiente al proyecto de investigación titulado **"Actividad física y salud ósea en escolares entre 8 y 16 años de la ciudad de Pasto – estudio multicéntrico"**.

Los estudiantes investigadores de la maestría son Liliana Cristina Dávila; Paola Alexandra Chapal y Carlos Alberto Saldaña quien (es) posteriormente asistirá (n) a las instituciones educativas a realizar proceso de recolección de información. El acceso de la (los) estudiante (s) de la maestría mencionada será con el objeto de recolectar la información, ejecutando las siguientes actividades:

Diligenciamiento del consentimiento y asentimiento informado  
Recolección de datos sociodemográficos.  
Medición de peso y talla  
Diligenciamiento preguntas sobre Actividad Física  
Medición de la condición de salud ósea mediante la aplicación de pruebas antropométricas.

Es de anotar que este proyecto se desarrolla bajo la perspectiva de poder aportar elementos con evidencia científica para la toma de decisiones sobre el colectivo de escolares con la intencionalidad de establecer la condición de salud ósea en

**JOSE ARMANDO VIDARTE CLAROS.**  
Coordinador Maestría en Actividad Física y deporte  
Universidad Autónoma de Manizales.

## **Anexo 2. Consentimiento Informado**

### **Formato de consentimiento informado para la participación en investigaciones.**

Investigación: Actividad física e ingesta de calcio respecto salud ósea en escolares. estudio multicéntrico

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 sentada, longitud del antebrazo y diámetro del fémur

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 3. 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 Manizales

**CIUDAD DE LA VALORACION:** \_\_\_\_\_

**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)

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).

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 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).
- A menudo (3 a 4 veces la semana pasada) hice actividades físicas en mi tiempo libre.
- Bastante a menudo (5 a 6 veces la semana pasada) hice actividades físicas en mi tiempo libre.
- 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		
<b>Yo creo que</b>		
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**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>Horas al día</b>	<b>Días a la semana</b>
Computador				
Video juegos				
Televisión				

**EVALUACIÓN ANTROPOMETRICA (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 4. Protocolos de valoración antropométrica**

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.

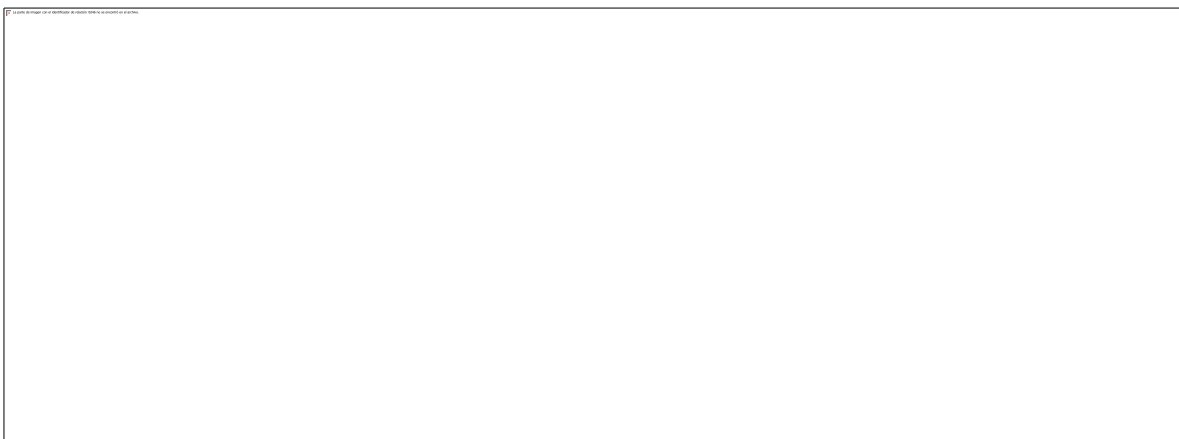


La Talla o Altura Sentado Distancia entre el vértex y el plano de sustentación, o bien la porción más inferior de la pelvis, del sujeto de estudio medido en cm.

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  $90^\circ$  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.

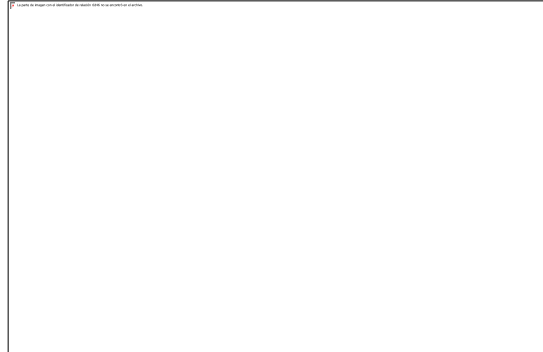
Técnica: El sujeto de estudio mantendrá la mirada al frente y realizará una inspiración profunda en el momento de la lectura. El antropometrista le ayudará con una leve tracción en dirección ascendente desde el maxilar inferior

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).

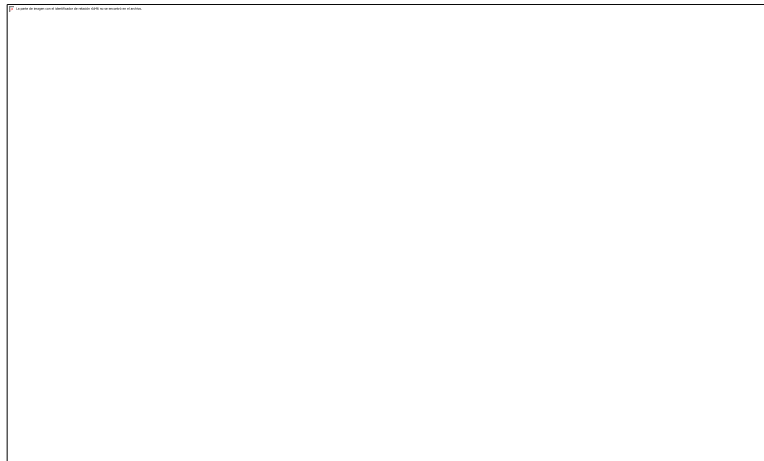


La longitud del antebrazo: Es la distancia entre el punto radial y el estiloideo.

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 estiloidea. El calibre se ubica paralelo al eje longitudinal del radio. Se obtiene de la diferencia entre la altura radial y estiloidea.



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 5. Resultados SPSS. Tablas complementarias

**Tabla. Asociación entre nivel de actividad física y las variables sociodemográficas**

### Nivel de actividad física \* estrato

<b>Tabla de contingencia</b>							
			Estrato				Total
			1	2	3	4	
Nivel de actividad física	Inactivo	Recuento	29	59	79	8	175
		% dentro de nivel de actividad física	16,6%	33,7%	45,1%	4,6%	100,0%
	Activo	Recuento	21	44	76	8	149
		% dentro de nivel de actividad física	14,1%	29,5%	51,0%	5,4%	100,0%
Total		Recuento	50	103	155	16	324
		% dentro de nivel de actividad física	15,4%	31,8%	47,8%	4,9%	100,0%

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,445 <sup>a</sup>	3	,695
Razón de verosimilitudes	1,447	3	,695
Asociación lineal por lineal	1,216	1	,270
N de casos válidos	324		
a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 7,36.			

### Nivel de actividad física \* suplemento o ayuda nutricional

<b>Tabla de contingencia</b>					
			Consumo suplemento o ayuda nutricional		Total
			No	Si	
	Inactivo	Recuento	152	23	175

Nivel de actividad física		% dentro de nivel de actividad física	86,9%	13,1%	100,0%
	Activo	Recuento	112	37	149
		% dentro de nivel de actividad física	75,2%	24,8%	100,0%
Total		Recuento	264	60	324
		% dentro de nivel de actividad física	81,5%	18,5%	100,0%

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>					
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7,288 <sup>a</sup>	1	,007		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	6,534	1	,011		
Razón de verosimilitudes	7,292	1	,007		
Estadístico exacto de Fisher				,009	,005
Asociación lineal por lineal	7,265	1	,007		
N de casos válidos	324				
a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 27,59.					
b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.					

**Nivel de actividad física \* sexo del evaluado**

<b>Tabla de contingencia</b>					
			Sexo del evaluado		Total
			Hombre	Mujer	
Nivel de actividad física	Inactivo	Recuento	72	103	175
		% dentro de nivel de actividad física	41,1%	58,9%	100,0%
	Activo	Recuento	90	59	149
		% dentro de nivel de actividad física	60,4%	39,6%	100,0%
Total		Recuento	162	162	324
		% dentro de nivel de actividad física	50,0%	50,0%	100,0%

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>					
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	11,941 <sup>a</sup>	1	,001		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	11,183	1	,001		
Razón de verosimilitudes	12,018	1	,001		
Estadístico exacto de Fisher				,001	,000
Asociación lineal por lineal	11,904	1	,001		
N de casos válidos	324				

a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 74,50.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

### Nivel de actividad física \* ha sufrido fractura

Tabla de contingencia					
			Ha sufrido fractura		Total
			No	Si	
Nivel de actividad física	Inactivo	Recuento	149	26	175
		% dentro de nivel de actividad física	85,1%	14,9%	100,0%
	Activo	Recuento	123	26	149
		% dentro de nivel de actividad física	82,6%	17,4%	100,0%
Total		Recuento	272	52	324
		% dentro de nivel de actividad física	84,0%	16,0%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,401 <sup>a</sup>	1	,526		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	,232	1	,630		
Razón de verosimilitudes	,400	1	,527		
Estadístico exacto de Fisher				,547	,314

Asociación lineal por lineal	,400	1	,527		
N de casos válidos	324				
a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 23,91.					
b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.					

### Nivel de actividad física \* consume medicamentos

Tabla de contingencia					
			Consume medicamentos		Total
			No	Si	
Nivel de actividad física	Inactivo	Recuento	171	4	175
		% dentro de nivel de actividad física	97,7%	2,3%	100,0%
	Activo	Recuento	138	11	149
		% dentro de nivel de actividad física	92,6%	7,4%	100,0%
Total		Recuento	309	15	324
		% dentro de nivel de actividad física	95,4%	4,6%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	4,735 <sup>a</sup>	1	,030		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	3,651	1	,056		

Razón de verosimilitudes	4,839	1	,028		
Estadístico exacto de Fisher				,035	,027
Asociación lineal por lineal	4,720	1	,030		
N de casos válidos	324				
a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 6,90.					
b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.					

### Nivel de actividad física \* grado actual

Tabla de contingencia													
			Grado actual									Total	
			2	3	4	5	6	7	8	9	10		11
Nivel de actividad física	Inactivo	Recuento	4	6	34	6	21	14	40	12	25	13	175
		% dentro de nivel de actividad física	2,3 %	3,4 %	19,4 %	3,4 %	12,0 %	8,0 %	22,9 %	6,9 %	14,3 %	7,4 %	100,0 %
	Activo	Recuento	3	18	32	13	25	11	19	15	10	3	149

		% dentro de nivel de actividad física	2,0 %	12,1 %	21,5 %	8,7 %	16,8 %	7,4 %	12,8 %	10,1 %	6,7 %	2,0 %	100,0 %
Total		Recuento	7	24	66	19	46	25	59	27	35	16	324
		% dentro de nivel de actividad física	2,2 %	7,4 %	20,4 %	5,9 %	14,2 %	7,7 %	18,2 %	8,3 %	10,8 %	4,9 %	100,0 %

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	28,071 <sup>a</sup>	9	,001
Razón de verosimilitudes	29,099	9	,001
Asociación lineal por lineal	14,024	1	,000
N de casos válidos	324		
a. 2 casillas (10,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 3,22.			

**Nivel de actividad física \* tipo de colegio**

<b>Tabla de contingencia</b>					
			Tipo de colegio		Total
			Oficial	Privado	
Nivel de actividad física	Inactivo	Recuento	96	79	175
		% dentro de nivel de actividad física	54,9%	45,1%	100,0%
	Activo	Recuento	66	83	149
		% dentro de nivel de actividad física	44,3%	55,7%	100,0%
Total		Recuento	162	162	324
		% dentro de nivel de actividad física	50,0%	50,0%	100,0%

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>					
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	3,591 <sup>a</sup>	1	,058		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	3,181	1	,075		
Razón de verosimilitudes	3,598	1	,058		
Estadístico exacto de Fisher				,074	,037
Asociación lineal por lineal	3,580	1	,058		
N de casos válidos	324				

a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 74,50.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

### Descriptivo del DMO de la población participante

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
<b>DMO</b>	324	,54	1,40	,8566	,18864

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

Rangos						
	Sexo del evaluado	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de mann-whitney	Sig. Asintót. (bilateral)
Dmo	Hombre	162	223,42	36194,00	3253,000	,000*
	Mujer	162	101,58	16456,00		
	Total	324				

Rangos						
	Tipo de colegio	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de mann-whitney	Sig. Asintót. (bilateral)
Dmo	Oficial	162	167,26	27095,50	12351,500	,361
	Privado	162	157,74	25554,50		
	Total	324				

Rangos						
	Ha sufrido fractura	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de mann-whitney	Sig. Asintót. (bilateral)
Dmo	No	272	158,94	43231,00	6103,000	,117
	Si	52	181,13	9419,00		
	Total	324				

Rangos						
	Consume medicamentos	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de mann-whitney	Sig. Asintót. (bilateral)
Dmo	No	309	162,89	50332,00	2198,000	,736
	Si	15	154,53	2318,00		
	Total	324				

<b>Rangos</b>						
	Nivel de actividad fisica	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de mann-whitney	Sig. Asintót. (bilateral)
Dmo	Inactivo	175	161,03	28181,00	12781,000	,760
	Activo	149	164,22	24469,00		
	Total	324				

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

<b>Rangos</b>					
	Grado	N	Rango promedio	Kruskal-wallis	Sig. Asintót.
Dmo	Primaria	116	131,34	34,043	,000
	Secundaria	157	166,01		
	Educacion media	51	222,59		
	Total	324			

<b>Rangos</b>					
	Estrato	N	Rango promedio	Kruskal-wallis	Sig. Asintót.
Dmo	1	50	167,00	,360	,948
	2	103	163,65		
	3	155	161,38		
	4	16	151,84		
	Total	324			

<b>Rangos</b>					
	Comuna	N	Rango promedio	Kruskal-wallis	Sig. Asintót.
Dmo	1	8	228,88	26,513	,005
	2	32	130,41		
	3	43	163,70		
	4	38	149,76		
	5	20	136,60		
	6	22	171,77		
	7	11	116,09		
	8	25	139,12		
	9	14	176,43		
	10	11	158,36		
	11	8	263,75		
	12	92	177,48		

	Total	324			
--	-------	-----	--	--	--

Rangos					
	Nivel_af	N	Rango promedio	Kruskal-wallis	Sig. Asintót.
Dmo	Muy baja	20	152,15	,305	,959
	Baja	155	162,18		
	Moderada	124	164,55		
	Intensa	25	162,60		
	Total	324			

### Modelo de Regresión

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. De la estimación
1	,999 <sup>a</sup>	,998	,998	,00880
A. Variables predictoras: (constante), apvh, diametro del femur media , sexo del evaluado, indice de masa corporal, longitud antebrazo derecho media , altura sentado media, edad (años)				

Anova <sup>a</sup>						
Modelo		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	11,470	7	1,639	21150,102	,000 <sup>b</sup>
	Residual	,024	316	,000		
	Total	11,494	323			
A. Variable dependiente: dmo						
B. Variables predictoras: (constante), apvh, diametro del femur media , sexo del evaluado, indice de masa corporal, longitud antebrazo derecho media , altura sentado media, edad (años)						

Coeficientes <sup>a</sup>					
Modelo		Coeficientes no estandarizados		T	Sig.
		B	Error típ.		
1	(constante)	1,503	,018	85,515	,000
	Sexo del evaluado	-,042	,002	19,961	,000
	Edad (años)	-,029	,001	48,761	,000
	Índice de masa corporal	-,003	,000	14,671	,000
	Altura sentado media	-,006	,000	35,092	,000
	Longitud antebrazo derecho media	,006	,000	16,710	,000
	Diámetro del fémur media	,021	,000	49,907	,000
	Apvh	,106	,001	95,870	,000