



## **UNIVERSIDAD DE CUENCA**

Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación

Carrera de Cultura Física

### **Análisis de la relación entre pie plano, sobrepeso y obesidad en adolescentes de 12 a 14 años.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:  
Licenciado en Ciencias de la Educación en Cultura Física.

Autores:

Ariolfo Carrasco Paguay

Hugo Adrián Guarquilla Méndez

CI: 0302717459

0705876357

Correo electrónico: ariolfocp@gmail.com hugo8844@hotmail.com

Director:

Dr. Jorge Antonio Barreto Andrade PhD.

CI: 0101665669

**Cuenca, Ecuador**

10-agosto-2021



**Resumen:** Esta investigación tiene un enfoque analítico, transversal y correlacional, catalogado de esta manera, debido a que, se busca una asociación entre variables. En este trabajo se emplearon dos técnicas: El Índice de Masa Corporal y el Método HERZCO, ambas facilitaron a la recopilación de información. La primera técnica permitió conocer la masa corporal de los estudiantes seleccionados, mientras que la segunda brindó información sobre los tipos de pie de los participantes, a través del análisis del Fotopodograma. El universo de estudio estuvo conformado por 270 adolescentes de la Unidad Educativa Víctor Gerardo Aguilar con edades que oscilan entre los 12 a 14 años, de los cuales participaron 34 estudiantes, de estos, 13 varones y 21 mujeres, con edades entre 12 años 0 meses y 14 años 9 meses. Para realizar el análisis estadístico se realizó el registro respectivo de la talla, peso y huella plantar. El análisis estadístico se lo realizó mediante el software SPSS Statics. 20, mientras que para la huella plantar se empleó el software KINOVEA.

Se reveló una relación inversa en ambos pies, lo cual indica que mientras mayor sea el valor del Índice de Masa Corporal del individuo, menor será el valor del índice de Hernández Corvo. Se presentó mayor presencia de pie plano en el grupo de Sobrepeso y Obesidad, encontrando predominancia de pie plano en el pie izquierdo de los participantes.

**Palabras claves:** Biomecánica. Índice de Hernández Corvo. Huella plantar. Pie plano. Índice de Masa Corporal. Sobrepeso. Obesidad.



**Abstract:** This research has an analytical, correlational, and transversal approach, cataloged in this way, since an association among variables is sought. This investigation used two techniques: the body mass index and the HERZCO method, both facilitated the collection of information. The first technique allowed us to know the body mass of the selected students, whereas the second one provided information about the foot types of the participants through the analysis of the FOTOPODOGRAMA. The population of this study consisted of 270 teenagers from “Víctor Gerardo Aguilar” Educational Institution, with ages ranging from 12 to 14 years old. From this group, 34 students participated in this investigation: 13 boys and 21 girls, aged between 12 years 0 months and 14 years 9 months. To carry out the statistical analysis the corresponding register of the height, weight, and footprint was made. The statistical analysis was performed using the SPSS Statistics software, version 20; meanwhile, for the plantar footprint the KINOVEA software was used.

An inverse relationship was revealed in both feet, which indicates that the higher the value of a person’s BMI (Body Mass Index) is, the lower the value of the Hernández Corvo index will be. There was a greater existence of flat feet in the overweight and obesity group, finding a predominance of flat feet in the left foot of the participants.

**Keywords:** Biomechanics. Hernández Corvo Index. Plantar footprint. Flat foot. Body Mass Index. Overweight. Obesity.



## Índice del Trabajo

Contenido	
Resumen.....	2
Abstract .....	3
Dedicatoria .....	11
Dedicatoria .....	12
Agradecimiento .....	13
Agradecimiento .....	14
CAPITULO 1: APARTADOS GENERALES.....	15
1.1 INTRODUCCIÓN .....	15
1.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN. ....	16
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	19
1.4. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	19
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO. ....	20
2.2 COMPARTIMIENTOS CORPORALES .....	20
2.2.1. Masa libre de grasa (MLG) .....	20
2.2.2 Masa Grasa (MG).....	21
2.3 MÉTODOS PARA EVALUAR LA COMPOSICION CORPORAL.....	21
2.3.1 Métodos directos .....	22
2.3.2 Métodos indirectos .....	22
2.3.3 Métodos doblemente indirectos.....	22
2.4. ANTROPOMETRIA.....	22
2.5. INDICE DE MASA CORPORAL.....	23
2.6. TRANSTORNOS LIGADOS AL INCREMENTO DEL IMC. ....	24
2.6.1 Sobrepeso.....	24
2.6.2 Obesidad .....	25
2.7. EL PIE .....	28
2.7.1 Funciones del pie.....	28
2.8. ESTRUCTURA DEL PIE .....	29



2.8.1 Huesos del pie: .....	29
2.8.1.1 Tarso:.....	29
2.8.1.2 El Metatarso: .....	30
2.8.1.3 Falanges:.....	30
2.9. MÚSCULOS Y LIGAMENTOS DEL PIE.....	31
2.9.1. Arcos plantares.....	32
2.9.1.1. El arco externo .....	32
2.9.1.2. El arco longitudinal o interno .....	32
2.9.1.3. El arco transverso o anterior.....	32
2.9.2. Porciones del pie .....	32
2.9.2.1. El retropié.....	33
2.9.2.2. El medio pie.....	33
2.9.2.3. El antepié.....	33
2.10. BIOMECÁNICA DEL PIE. ....	33
2.10.1. Fases de la marcha .....	33
2.11. BÓVEDA PLANTAR .....	34
2.12. HUELLA PLANTAR .....	35
2.13. ALTERACIONES ANATÓMICAS DE LA HUELLA PLANTAR. ....	35
2.13.1. El pie cavo.....	35
2.13.2. Pie plano.....	36
2.14. ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA HUELLA PLANTAR.....	37
2.14.1. Análisis antropométrico .....	37
2.14.2. Registro colectado de huella plantar .....	37
2.14.3. Valoración radiográfica .....	37
2.15. ÍNDICE DE HERNÁNDEZ CORVO. ....	38
CAPITULO III: METODOLOGIA Y RECOLECCION DE DATOS .....	41
3.1. VARIABLES:.....	41
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: .....	41
3.3. MUESTRA.....	41



3.4. CRITERIO DE INCLUSIÓN.....	42
3.5. CRITERIO DE EXCLUSIÓN .....	42
3.6. TÉCNICAS.....	42
3.7. INSTRUMENTOS .....	42
3.8. PROCEDIMIENTO .....	46
3.8.1. Implementación ética.....	47
3.9. PROTOCOLO PARA LA VALORACIÓN DE LA ESTATURA.....	48
3.10. PROTOCOLO PARA LA VALORACIÓN DEL PESO.....	49
3.11. PROTOCOLO PARA EL REGISTRO DE LA HUELLA PLANTAR ESTÁTICA.....	50
3.12. PROTOCOLO DE BIO-SEGURIDAD ANTE LA EMERGENCIA SANITARIA POR COVID-19.....	52
3.13. USO DEL SOFTWARE KINOVEA Y DIGITALIZACIÓN DE MUESTRAS.....	56
3.14. ANÁLISIS DE LA IMPRESIÓN PLANTAR A TRAVES DEL METEDO HERZCO.....	60
3.15. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	67
5. DISCUSIÓN.....	75
6. BIBLIOGRAFÍA.....	82
ANEXOS .....	88



**Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional**

---

Yo, Ariolfo Carrasco Paguay en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "**Análisis de la relación entre pie plano, sobrepeso y obesidad en adolescentes de 12 a 14 años**", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 10 de agosto de 2021

**Ariolfo Carrasco Paguay**

C.I: 0302717459



### Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Yo, Ariolfo Carrasco Paguay autor del trabajo de titulación "**Análisis de la relación entre pie plano, sobrepeso y obesidad en adolescentes de 12 a 14 años**", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 10 de agosto de 2021

**Ariolfo Carrasco Paguay**

C.I: 0302717459





**Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional**

---

Yo, Hugo Adrián Guarquila Méndez en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "**Análisis de la relación entre pie plano, sobrepeso y obesidad en adolescentes de 12 a 14 años**", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 10 de agosto de 2021

**Hugo Adrián Guarquila Méndez**

C.I: 0705876357



### Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Yo, Hugo Adrián Guarquila Méndez autor del trabajo de titulación "**Análisis de la relación entre pie plano, sobrepeso y obesidad en adolescentes de 12 a 14 años**", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 10 de agosto de 2021

**Hugo Adrián Guarquila Méndez**

C.I: 0705876357



## **Dedicatoria**

Dedico esta investigación a mi familia, por el apoyo incondicional brindado por cada uno de ellos, en todo instante de mi vida. En especial, a mis padres Ariolfo y María, por proveerme de principios, valores y sabiduría, los cuales han sido los componentes fundamentales y determinantes durante todo el proceso de mi formación profesional, desde mi infancia.

**ARIOLFO CARRASCO PAGUAY**



## **Dedicatoria**

A mi familia por su constante apoyo, a mis padres que siempre estuvieron presentes conmigo durante la realización de este trabajo de titulación, en mi periodo Universitario y durante mi vida personal, compartiendo conmigo sus conocimientos para poder superar cualquier adversidad.

**HUGO ADRIAN GUARQUILA MENDEZ**



## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios, por la dirección que le ha dado a mi vida, por sustentar cada uno de mis pasos durante el camino recorrido, por ser mi proveedor y fortaleza.

A mis padres, hermanos y sobrinos por brindarme su apoyo en los momentos más difíciles de mi vida, así como también por ser un pilar fundamental en cada etapa de mi vida, poniendo el mayor empeño y dedicación para formarme como una buena persona y un buen profesional.

A mis profesores por brindar sus instrucciones y su afecto, en especial al Dr. Jorge Antonio Barreto Andrade PhD con quien conjuntamente hemos realizado un arduo trabajo para llevar a cabo esta investigación, pues como tutor de tesis, ha orientado de la mejor manera el desarrollo de este estudio gracias a su amplio conocimiento en el área de la biomecánica y la investigación.

Al Unidad Educativa “Víctor Gerardo Aguilar” de la ciudad de Cuenca, por brindarnos el apoyo necesario frente a la realización de este trabajo de titulación, ya que a pesar de las circunstancias adversas de salud por la que atraviesa actualmente el mundo, su cuerpo directivo permitió trabajar conjuntamente con los estudiantes de 12 a 14 años y sus respectivos representantes a favor del desarrollo científico en el campo de la Actividad Física.

Por último, a mis compañeros de aula y deporte, con quienes hemos compartido muchos momentos, recuerdos, ideas y experiencias, en especial a Hugo Guarquila, con quien he tenido el privilegio de trabajar en esta tesis, forjando un fuerte lazo de amistad y compañerismo.

**ARIOLFO CARRASCO PAGUAY**

Ariolfo Carrasco Paguay

Hugo Adrián Guarquila Méndez

pág.13



## **Agradecimiento**

A Dios por darme tantas oportunidades durante mi vida y retos que me han formado en la persona que soy actualmente.

A mi madre Cecilia que siempre se ha mantenido conmigo durante todo este tiempo de mi vida.

Un agradecimiento especial a mi padre, al cual recordarlo me brinda de fortaleza para continuar superándome.

Al PhD Jorge Barreto por la ayuda y compromiso brindado como director de este trabajo de titulación.

**HUGO ADRIAN GUARQUILA MENDEZ**



## **CAPITULO 1: APARTADOS GENERALES.**

### **1.1 INTRODUCCIÓN.**

En diversas partes del mundo, el número de personas con afecciones a la salud, se incrementa considerablemente cada año, sin importar las limitaciones fronterizas, entre otras tenemos la obesidad y el sobrepeso, la primera se describe como una recolección exorbitante de tejido lipídico, la cual es el resultado de una ingesta alimenticia inadecuada junto a la ausencia de ejercicio físico. Esta puede presentarse tanto en niños como en adolescentes, éstos últimos tienen una probabilidad del 80% de mantener dicha afección hasta la edad adulta; su porcentaje se incrementa o disminuye de acuerdo a la región, nivel de desarrollo del país, el estilo de vida de cada persona (Pérez, Sandova, Schneider, & Azula, 2008). Varias investigaciones recalcan que la obesidad y el sobrepeso se han convertido en males potenciales contra la salud, por su presencia en etapas tempranas del desarrollo humano (Silva et al., 2008).

Al nivel nacional, las distintas investigaciones realizadas determinaron que, de cada tres adolescentes entre 12 y 19 años, uno se encuentra con sobrepeso, sin embargo, al clasificar detalladamente los rangos de las distintas edades, se evidenció que, los adolescentes con edades comprendidas entre los 12 a 14 años, tienden a una mayor prevalencia en las dolencias anteriormente citadas (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2014). Estos cambios excesivos en el peso corporal, repercuten en el desenvolvimiento de los miembros inferiores, generando mayores posibilidades de problemas en el pie (Giraldo Mateos & Palomo López, 2016). Las cargas superiores al peso original, generan estímulos en los pies, que hacen que estos se adapten a las diferentes situaciones y terrenos. Estas cargas superiores generan daños en las estructuras del pie ( huesos, músculos y ligamentos ), en los cuales podrían presentarse varios tipos de dolencias en la zona pédica (Zambrano Zambrano, 2015). Una de estas dolencias derivadas es el pie plano, el cual genera un descenso del arco longitudinal o bóveda plantar, de esta manera el pie presenta un mayor rango de contacto con el suelo (Luengas, L. A., Díaz, M. F., & González, J. L., 2016).



Las anomalías en la zona plantar generadas por cargas excesivas, pueden ser detectadas, controladas y hasta erradicadas mediante un diagnóstico anticipado. Además, con la ayuda de prácticas antropométricas, podemos conocer e identificar cambios en la estructura del pie mediante el Índice de Hernández Corvo, el cual determina las distintas clases de pie, a través de la imagen de la huella plantar (Luengas et al., 2016), por otro lado, el Índice de Masa Corporal (IMC),  $IMC = \text{peso kilogramos} / \text{talla al cuadrado}$  (Pisabarro et al., 2000), se empleará para determinar el número de personas que padezcan de obesidad y sobrepeso, debido a que estos sujetos tienden a presentar mayores cargas de trabajo para sus zonas plantares. Cabe recalcar que el IMC presenta limitaciones al momento de calcular la distribución de la grasa en el ser humano, sin embargo, este estudio no busca determinar los porcentajes de distribución de grasa en el cuerpo (Del Campo Cervantes, J. M., González, L. G., & Rosales, A. G, 2015).

Por los antecedentes expuestos, esta investigación plantea utilizar el Índice de Hernández Corvo, con el propósito de identificar los distintos tipos de pie, con ayuda de una imagen de la huella plantar, centrándose en el análisis de la relación entre pie plano, sobrepeso y obesidad en adolescentes de 12 a 14 años.

## **1.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.**

Previamente se realizó una recopilación de información sobre diferentes investigaciones relacionadas al sobrepeso y pie plano, sin embargo, no se encontraron estudios relacionados con los rangos de edades anteriormente expuestos, ni en la ciudad de Cuenca, tampoco en el Ecuador existen estudios correlacionales aplicados en instituciones educativas, por consiguiente, el propósito de este proyecto de titulación es contribuir a la prevención, tanto en niños como en adolescentes.

Así, esta investigación surge a partir de la escasa información existente en nuestro medio, en cuanto a la relación y preponderancia hacia la planitud del pie, en la población de





6 a 12 años, debido que en esta etapa, el pie culmina su desarrollo (Saldívar-Cerón et al., 2015a), siendo mayor el riesgo en personas con un peso elevado. Tratar este tipo de información, es de suma relevancia, no solo para el área médica, sino también para la de Educación Física, permitiendo identificar el porcentaje de escolares con sobrepeso y obesidad que presentan pie plano y tomar las medidas pertinentes, contribuyendo a evitar posibles riesgos de lesiones y el desarrollo de otros problemas que, se podrían dar en otras partes del cuerpo. Por lo tanto, se puede obtener información referencial, que contribuya a buscar posibles soluciones para tratar el pie plano en estudiantes con sobrepeso. Así mismo, las autoridades del plantel y cuerpo médico, pueden utilizar esta información en estudios posteriores relacionados con el tema. Por otra parte, este estudio permite identificar el porcentaje aproximado de alumnos con obesidad y sobrepeso que presentan pie plano, y a partir de esta información planificar actividades físicas que no afecten de manera significativa al desarrollo del aparato locomotor, incluso el uso de calzado adecuado para controlar esta patología.

En la actualidad, el análisis biomecánico de la huella plantar va tomando relevancia en el campo de la medicina y en el ámbito deportivo, permitiendo alcanzar grandes resultados, con el objetivo de prevenir, tanto alteraciones en la estructura biomecánica de los individuos y futuras dolencias, así como optimizar las técnicas de evaluación del tipo de pie. (Aguilera et al., 2015).

Partiendo del problema planteado, se ha considerado la institución: Unidad Educativa Víctor Gerardo Aguilar, debido al interés que han prestado las autoridades por dicho estudio, por lo cual, han dado acogida a las peticiones presentadas. Además, se ha llegado a la necesidad de buscar el universo en aquella institución, debido al número considerable de estudiantes matriculados, de esta manera mientras mayor sea el tamaño de la muestra, más reales serán los resultados que se obtendrán.



Dado que los niños y púberes que muestran sobrepeso y obesidad son más propensos a desarrollar problemas ortopédicos y fracturas debido al exceso de peso (Liria Reyna, 2012), es de sumo interés, tener el conocimiento de las complicaciones más comunes que pueden surgir en la población del área local, a partir del estudio de la impresión plantar.



### **1.3. OBJETIVO GENERAL**

- Analizar la relación entre pie plano, sobrepeso y obesidad en adolescentes de 12 a 14 años en la Unidad Educativa Víctor Gerardo Aguilar.

### **1.4. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Analizar el tipo de pie que presentan los estudiantes seleccionados a través del Índice de Hernández Corvo en dependencia del género.
- Comprobar si existe la relación entre pie plano, sobrepeso y obesidad a partir del análisis de la información obtenida.



## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.**

### **2.1. COMPOSICIÓN CORPORAL.**

La composición corporal es un estudio centrado del cuerpo humano, el cual permite conocer la distribución de los porcentajes de grasa y músculo presentes en cada individuo. Generalmente para determinar la distribución corporal se tiene que considerar el peso, edad y sexo de la persona, por ejemplo: En un hombre joven sano de 65 kilogramos encontraremos en su composición corporal los siguientes porcentajes (Guamán Chalco, P. N., & Mora Fajardo, E. A., 2016).

- 61% agua.
- 17 % proteínas
- 14% grasas
- 6% minerales
- 2% carbohidratos

Estos porcentajes referenciales sirven como base para hacer correcciones en la ingesta dietética, como también sugerencias en los niveles de actividad física cotidiana, regulando su intensidad y frecuencia, tomando en cuenta los requerimientos nutricionales que el individuo necesita de acuerdo a su individualidad corporal (Guamán Chalco, P. N., & Mora Fajardo, E. A., 2016).

### **2.2 COMPARTIMIENTOS CORPORALES.**

Los compartimientos corporales se definen como un método que agilitan el estudio de la composición corporal, basándose en un modelo tradicional bicompartimental, el cual divide el cuerpo humano en dos compartimientos, Masa Grasa (MG) y Masa Libre de Grasa (MLG) (Carbajal Azcona, 2013).

**2.2.1. Masa libre de grasa (MLG),** Este compartimiento abarca el 80% de los componentes corporales del ser humano, este primer apartado se encuentran todos los organismos corporales relacionados con el metabolismo, así como también en cantidades menores



ubicamos, huesos, músculos, agua extracelular, tejido nervioso y células no grasas, la principal composición de la MLG es el musculo esquelético el cual es utilizado al momento de realizar una valoración nutricional y el estado proteínico del sujeto (Carbajal Azcona, 2013).

**2.2.2 Masa Grasa (MG),** El compartimiento graso en el ser humano está constituido por los adipocitos o células grasas, representan el 20% de la composición corporal, los cuales presentan un metabolismo inactivo, debido a que cumplen la función de reserva o de depósito, protegiendo a los órganos esenciales de un traumatismo mediante una capa viscosa, este comportamiento de MG se presenta también al nivel subcutáneo (Carbajal Azcona, 2013).

De estos dos componentes corporales la MG, es la más afectada y sujeta a cambios en sus porcentajes de base, esto es debido a la dependencia directa con la edad y el sexo, los estudios evidencian que los almacenamientos de grasa tienden a incrementarse con los años, y dichos cambios son más notorios en la adolescencia de las mujeres por su adquisición de mayor grasa en comparación con los hombres (Carbajal Azcona, 2013).

### **2.3 MÉTODOS PARA EVALUAR LA COMPOSICION CORPORAL.**

La incertidumbre por valorar la composición corporal surge a principios del siglo XIX, cuyos estudios permanecieron en desarrollo hasta los inicios del siglo XX, en aquellas épocas solo se practicaba la disección para la obtención de datos que beneficiaron al campo de la medicina y el deporte (Moreira et al., 2015).

Los datos obtenidos durante estos siglos permitieron la recopilación de información muy oportuna, la cual dio como resultado una clasificación en los métodos para el análisis de la composición del ser humano. Estos métodos se dividen en: Directos, Indirectos y Doblemente Indirectos (Moreira et al., 2015).



**2.3.1 Métodos directos**, estos métodos son utilizados desde el siglo XIX. Presentan un gran nivel de fiabilidad, pero su aplicación es limitada en muestras de organismos vivos, además tienen un alto coste para su realización. Este método corresponde el análisis de cadáveres (Guamán Chalco, P. N., & Mora Fajardo, E. A., 2016).

**2.3.2 Métodos indirectos**, presentan cierto grado de error al momento de analizar la estructura o composición de un individuo, ya que su validez se sustenta en el método directo y posibilitan la medición de tejidos vivos. Estos métodos son poco accesibles debido a su elevado costo financiero; entre estos se menciona: Radiología, Tomografía Computarizada, Resonancia Magnética, Espectrometría, Etc. (Guamán Chalco, P. N., & Mora Fajardo, E. A., 2016).

**2.3.3 Métodos doblemente indirectos**, se desarrollan por medio de la aplicación de fórmulas y ecuaciones resultantes de los Métodos Indirectos realizados en investigaciones con poblaciones significativas. Estos procesos de valoración fueron progresivamente ganando importancia y reconocimiento debido su sencillez, seguridad y facilidad a la hora analizar los resultados de forma estadística, su coste de su aplicación es económica. En esta clasificación se encuentra el uso de la Antropometría (Moreira et al., 2015).

## **2.4. ANTROPOMETRIA.**

Es una ciencia que surge a partir de la antropología, sus orígenes se remontan desde inicios del siglo VIII, sin embargo, se consolida como una ciencia a partir del año de 1940. La Antropometría se concentra en el estudio corporal y composición global del cuerpo humano, es decir, su foco de estudio son las características físicas y funcionales del ser humano mediante mediciones antropométricas. De esta manera la antropometría permite conocer el estado de salud y estimación de crecimientos en los individuos, basándose en comparaciones de tablas enfocadas al análisis geométrico e inercia de las partes del cuerpo humano. (Gómez Echeverry et al., 2017).

Una de las ventajas principales de la antropometría es el bajo coste y la simplicidad a la hora de transportar los instrumentos necesarios, hacia una investigación de campo,



basándose en diferentes técnicas para recolectar información como son la talla, peso, pliegues cutáneos, entre otros. Dentro de estas técnicas se encuentra el Índice de Masa Corporal que permite valorar el estado nutricional de las personas y enfermedades relacionadas (Albuquerque Sendín, 2008).

## 2.5. INDICE DE MASA CORPORAL.

El Índice de Masa Corporal (IMC) surge a partir del año 1835, desde entonces es utilizado por profesionales de la salud y el deporte con el paso del tiempo. El IMC fue establecido por Quetelet en uno de sus estudios referentes al análisis estadístico aplicado en variables antropométricas, específicamente en la talla y peso (Suárez-Carmona & Sánchez-Oliver, 2018).

Actualmente, el IMC es reconocido como un instrumento de primer orden, para diagnosticar prevalencias o la existencia de enfermedades relacionadas al peso corporal durante las diferentes etapas de desarrollo del ser humano. Sin embargo, el valor del IMC está sujeta a variar de acuerdo a la edad y sexo de cada participante. La aplicación de esta técnica no es recomendable en sujetos con masa corporal muy desarrollada o deportistas profesionales (Suárez-Carmona & Sánchez-Oliver, 2018).

A pesar de presentar limitaciones y contradicciones, el IMC sigue siendo representado como un estándar internacional de medición según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el cual se obtiene a través de la siguiente formula (Quintana-Guzmán et al., 2014).

$$IMC = (PESO(KG) \div TALLA^2 (cm) )$$

- **Talla**, Es la unidad básica descrita en centímetros de acuerdo a la formula del IMC, que calcula la estatura corporal, es decir la distancia del Vértice Craneal hasta la zona pedica del individuo. Se la obtiene con el uso de un tallímetro o estadiómetro (Carbajal Azcona, 2013).



- **Peso**, Se expresa en kilogramos indicando el valor de la masa y volumen corporal de la persona, el cual se encuentra distribuido en cada extremidad inferior. Su precisión depende de la báscula a utilizarse (Carbajal Azcona, 2013).

### Parámetros referenciales del Índice de Masa Corporal.

IMC	CLASIFICACIÓN SEGÚN OMS	DESCRIPCIÓN POPULAR
<18.5	Bajo peso	Delgado
18.5 – 24.9	Adecuado	Aceptable
25.0 – 29.9	Sobrepeso	Sobrepeso
30.0 – 34.9	Obesidad grado uno	Obesidad
35.0 – 39.9	Obesidad grado dos	Obesidad
>40	Obesidad grado dos	Obesidad

**Tabla 1.** *Manual de nutrición y dietética* (Carbajal Azcona, 2013).

## 2.6. TRANSTORNOS LIGADOS AL INCREMENTO DEL IMC.

La nutrición de cada persona está determinada por la ingesta y consumo de alimentos y nutrientes, estos hábitos afectan el estado física y mental del individuo desde la niñez, adolescencia, incluso hasta la edad adulta, por tal motivo, los controles en etapas tempranas son de suma importancia. La alimentación adecuada estimula un buen desarrollo físico y mental, de esta manera, existe una disminución de las patologías que surgen a raíz cambios violentos en la ingesta alimentaria, lo que genera modificaciones en el peso y composición corporal. Esto puede originar varias afecciones, entre estas se encuentra el sobrepeso y obesidad, las cuales desencadenan una serie de inconvenientes que podrían alterar el equilibrio del cuerpo humano (Pérez et al., 2008).

**2.6.1 Sobrepeso**, Se describe como el estado previo a la obesidad, que se lo diagnostica mediante el índice de masa corporal, los valores según la Organización Mundial de la Salud (OMS) oscilan entre rangos de 25 a 29,9 kilogramos sobre la talla elevada a la segunda potencia, se considera sobrepeso cuando hay un incremento del 10% relacionado con el peso idóneo (Pérez et al., 2008).





**2.6.2 Obesidad,** Esta enfermedad es reconocida por la OMS como un problema metabólico de antaño, el cual remonta desde culturas pasadas como en los mayas y egipcios. Esta enfermedad se considera un inconveniente en la salud pública, convirtiéndose en una afección crónica no transmitible, esto se debe porque afecta a la población de cualquier país ya sea de tercer o primer mundo y tienen un gran porcentaje de prevalencia en adultos que hayan sufrido dicha enfermedad en edades tempranas, según entidades de salud se considera obesidad un valor igual o superior a 30 en relación a talla y peso (Duarte, 2015).

Estas afecciones son determinadas mediante la aplicación de la fórmula del IMC, basándonos en su peso y talla, estos valores previamente descritos se tienen que comparar con los parámetros de obesidad y sobrepeso establecidos por la OMS. Sin embargo para validar este criterio debemos fijarnos en la edad y el sexo de cada persona (Duarte, 2015).

El cálculo del IMC requiere un análisis meticuloso al momento de diagnosticar algún cambio perjudicial en los parámetros establecidos, según la guía técnica de valoración nutricional del Perú aplicada en adolescentes, es recomendable considerar tanto los años, meses y sexo de los participantes (Esenarro et al., 2015).

Instrucciones según tabla de valoración nutricional antropométrica.

- A. Calcular el IMC con su respectiva fórmula
- B. Ubicar la edad de la niña, niño o adolescente, en caso de no coincidir se situará en la edad anterior.
- C. Comparar el IMC y clasificarlo según las tablas (Esenarro et al., 2015).

**Valores del IMC en adolescentes de 12 a 14 años de edad.**

<b>Índice de Masa Corporal en Mujeres</b>							
<b>Edad</b>	<b>Delgadez</b>	<b>Normal</b>				<b>Sobrepeso</b>	<b>Obesidad</b>
	Mayor o igual	Mayor o igual	Valores iguales	Hasta	Alerta	Menor o igual de	Menor o igual de
12 años	13,2	14,4	16,0	18,0	20,8	25	31,9
12 años 3 meses	13,3	14,5	16,1	18,2	21,1	25,3	32,3
12 años 6 meses	13,4	14,7	16,3	18,4	21,3	25,6	32,7
12 años 9 meses	13,5	14,8	16,4	18,6	21,6	25,9	33,1
13 años	13,6	14,9	16,6	18,8	21,8	26,2	33,4
13 años 3 meses	13,7	15,1	16,8	19	22	26,5	33,8
13 años 6 meses	13,8	15,2	16,9	19,2	22,3	26,8	34,1
13 años 9 meses	13,9	15,3	17,1	19,4	22,5	27,1	34,4
14 años	14,0	15,4	17,2	19,6	22,7	27,3	34,7
14 años 3 meses	14,1	15,6	17,4	19,7	22,9	27,6	34,9
14 años 6 meses	14,2	15,7	17,5	19,9	23,1	27,8	35,1
14 años 9 meses	14,3	15,8	17,6	20,1	23,3	28	35,4

**Tabla 2.** Guía técnica para la valoración nutricional antropométrica de la persona adolescente (Esenarro et al., 2015).



Índice de Masa Corporal en Hombres							
Edad	Delgadez	Normal				Sobrepeso	Obesidad
	Mayor o igual	Mayor o igual	Valores iguales	Hasta	Alerta	Menor o igual de	Menor o igual de
12 años	13,4	14,5	15,8	17,5	19,9	23,6	30
12 años 3 meses	13,5	14,6	15,9	17,7	20,2	23,9	30,4
12 años 6 meses	13,6	14,7	16,1	17,9	20,4	24,2	30,9
12 años 9 meses	13,7	14,8	16,2	18,0	20,6	24,5	31,3
13 años	13,8	14,9	16,4	18,2	20,8	24,8	31,7
13 años 3 meses	13,9	15,1	16,5	18,4	21,1	25,1	32,1
13 años 6 meses	14,0	15,2	16,7	18,6	21,3	25,3	32,4
13 años 9 meses	14,1	15,3	16,8	18,8	21,5	25,6	32,8
14 años	14,3	15,5	17	19	21,8	25,9	33,1
14 años 3 meses	14,4	15,6	17,2	19,2	22	26,2	33,4
14 años 6 meses	14,5	15,7	17,3	19,4	22,2	26,5	33,6
14 años 9 meses	14,6	15,9	17,5	19,6	22,5	26,7	33,9

**Tabla 3.** Guía técnica para la valoración nutricional antropométrica de la persona adolescente (Esenarro et al., 2015).



## 2.7. EL PIE

El pie es la estructura anatómica más distal de la extremidad inferior, es considerada como la base de sustentación de todo el cuerpo para mantenerse en estado de bipedestación.

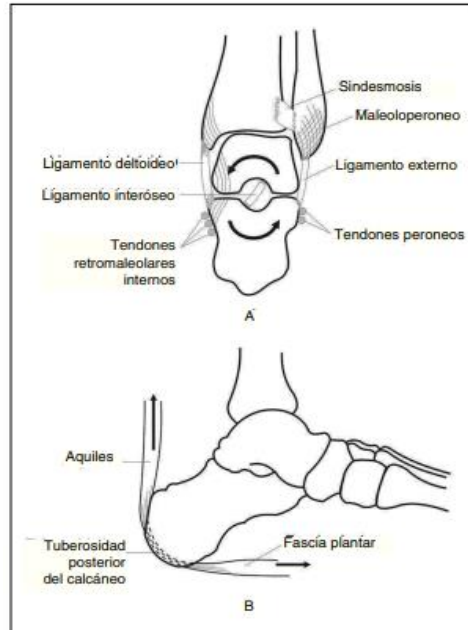
Debido a su estructura y composición es capaz de adoptar distintas formas en función de las características del terreno o superficie con el que hace contacto (Voegeli, 2003).

Se considera que el pie está formado por 26 huesos, 55 articulaciones, 20 músculos y 107 ligamentos lo cual permite que el pie desempeñe de manera imponderable la función de apoyo, locomoción y equilibrio; siendo posible realizar una gran variedad de movimientos complejos (Camarena & Villegas, 2010).

**2.7.1 Funciones del pie,** Considerando las distintas funciones del pie, se pueden encontrar las siguientes:

**2.7.1.1. Motora:** Es el factor que genera impulso para saltar, caminar o correr, es decir, desplazarse en un espacio determinado (Camarena & Villegas, 2010).

**2.7.1.2 Equilibrio:** el equilibrio se genera a partir de la articulación del tobillo con los huesos metatarsianos, por la acción de los ligamentos laterales que actúan a manera de sujeción en la parte anterior del pie (Camarena & Villegas, 2010).



**Figura 1.** Estabilidad del talón en el plano frontal (A) y en el plano sagital (B) (Voegeli, 2003).

**2.7.1.3 Amortiguador de las presiones:** según Camarena & Villegas (2010), si un sujeto de 70 Kg corre a 12 km/h, el pie permanece 0,25 s en contacto con el piso, en una media de 110 toneladas a lo largo de un recorrido de 1500 m.

## 2.8. ESTRUCTURA DEL PIE

### 2.8.1 Huesos del pie:

#### 2.8.1.1 Tarso:

Se conforma por siete estructuras óseas pequeñas e irregulares, organizados por un grupo anterior o distal y otro posterior o proximal.

El conjunto posterior se constituye por dos huesos: el hueso calcáneo, el cual conforma el talón del pie y sirve como punto de contacto entre la superficie y la parte posterior del pie. El segundo hueso se denomina astrágalo, esta articulado con el calcáneo por medio de su cara inferior, generando un punto de apoyo, por otra parte, los bordes

superior y laterales se articulan con la tibia y el peroné encajándose entre los maléolos, mientras que la zona inferior compone la articulación del tobillo (Ambulódegui, 2019).

El grupo anterior se conforma por cinco huesos:

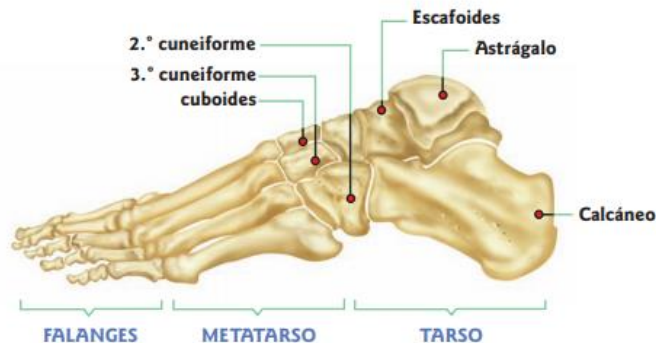
El hueso más medial se denomina escafoides, presenta una forma cóncava y su lado posterior se articula con el hueso astrágalo, mientras que, la cara anterior se une con las cuñas. El hueso cuboides se sitúa en la parte más lateral o externa, su estructura se asemeja a un cubo. Por último, se encuentran tres huesos conocidos como cuñas, están ubicados en la parte anterior del hueso escafoides y se denominan como primera cuña o medial, segunda cuña o intermedia y tercera cuña o lateral (Ambulódegui, 2019).

### 2.8.1.2 El Metatarso:

Se conforma de cinco huesos prolongados denominados metatarsianos, pueden enumerarse desde el primero al quinto de dentro hacia fuera. Poseen una parte distal o cabeza y una proximal o cuerpo, su base esta articulada con los huesos del tarso, mientras que, la parte anterior se une con las falanges respectivas (Ambulódegui, 2019).

### 2.8.1.3 Falanges:

Conforman los dedos del pie, cada dedo posee una falange proximal, una medial y una distal excepto el dedo gordo que carece de la falange media (Barone et al., 2004).



**Figura 2.** *Huesos del pie* (Barone et al., 2004).

## 2.9. MÚSCULOS Y LIGAMENTOS DEL PIE.

Los músculos del pie son los responsables de la marcha y mantenimiento de la posición erecta conjuntamente con los músculos de la pierna y del muslo (Barone et al., 2004), de entre los músculos del pie se pueden enumerar los siguientes grupos:

Grupos	Musculo	Origen	Inserción
VENTRALES	Tibial anterior	Tibia y membrana interósea	Primera cuña y base del primer metatarsiano
	Supinador del pie y extensor largo de los dedos	Cóndilo lateral tibial, peroné, membrana interósea	Aponeurosis dorsal del segundo al quinto dedo.
	Extensor largo del dedo gordo	El peroné.	Falange distal del primer dedo
LATERALES	Musculo peroneo lateral corto	El peroné.	La apófisis estiloides del quinto metatarsiano.
	Peroneo lateral largo	La cabeza del peroné.	Primera cuña y base del primer metatarsiano
DORSALES	Tibial posterior	Membrana interósea, tibia, peroné	Huesos naviculares, cuñas, segundo y cuarto metatarsiano.
	Flexor del dedo gordo	Peroné	La falange distal del dedo gordo.
	Músculo Flexor largo de los dedos	La tibia	La falange distal del segundo y quinto dedo.

Tabla 4. Músculos del pie y tobillo (Barone et al., 2004).

Se pueden identificar dos ligamentos, los cuales están conformados a su vez por grupos de ligamentos que se insertan en diversos huesos del pie, estos ligamentos se describen a continuación.

- **Ligamentos internos o deltoideos:** en este grupo se identifican el ligamento tibio-navicular, ligamento tibio-astragalino posterior y anterior y ligamento tibio-calcáneo.
- **Ligamentos externos:** en este conjunto se encuentra el ligamento peroneo-astragalino anterior y posterior y el ligamento peroneo-calcáneo (Barone et al., 2004).

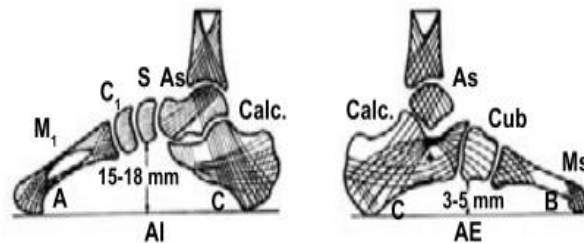
### 2.9.1. Arcos plantares.

Según la disposición estructural del pie se describen tres arcos:

**2.9.1.1. El arco externo** conformado por los huesos cuboideos, quinto metatarsiano y calcáneo formando un punto de apoyo en la parte posterior del pie. Presenta mayor rigidez que el arco interno debido a la potencialización del gran ligamento calcáneo-cuboideo plantar, la acción los fascículos superficiales y profundos posibilita la estabilización de las articulaciones cuboidea-metatarsiana y calcáneo-cuboidea (Camarena & Villegas, 2010).

**2.9.1.2. El arco longitudinal o interno** comprende los huesos del primer metatarsiano, la primera cuña, el escafoide tarsal el astrágalo y el calcáneo, por acción de los músculos tensores y ligamentos puede mantener su concavidad (Camarena & Villegas, 2010).

**2.9.1.3. El arco transverso o anterior** conformado por los cinco metatarsianos encontrando su punto de apoyo en el primer y quinto metatarsiano. El desequilibrio entre músculos del pie puede originar anomalías que provocan el aplanamiento del arco transverso (Kapandji et al., 2006; Camarena & Villegas, 2010).



**Figura 3.** Arcos interno y externo con transmisión de impulsos mecánicos (Camarena & Villegas, 2010).

**2.9.2. Porciones del pie:** Se puede considerar tres porciones que conforman la estructura del pie, dichas partes son:





**2.9.2.1. El retropié:** es la parte más proximal del pie y está constituido por el hueso calcáneo, astrágalo y la articulación sub-astragalina posibilitando una serie de movimientos en los planos frontal y transversal de inversión y eversión, aducción y abducción respectivamente (Camarena & Villegas, 2010).

**2.9.2.2. El medio pié:** forma la estructura media del pie y está constituido por los huesos del metatarso, la articulación mediotarsiana, tarsiana transversa y la articulación de LISFRANC esta las cuales tienen un rango mínimo de movimiento dando el carácter rígido a esta zona del pie (Camarena & Villegas, 2010).

**2.9.2.3. El antepié:** constituye la estructura más distal del pie conformado por los huesos metatarsianos, huesos falángicos y la articulación metatarsofalángica y comprende movimientos de flexión y extensión de los dedos del pie (Schonauer Cueva, 2015).

## **2.10. BIOMECÁNICA DEL PIE.**

Según Camarena & Villegas (2010) la carga que ejerce el cuerpo de forma estática y erecta hacia el pie se distribuye desde la articulación tibio tarsiana donde, un 50% genera un punto de apoyo sobre el hueso calcáneo y el 50 % restante se distribuye en tres partes, una parte en la porción antero-externa y las dos partes restantes en la porción antero-interna.

### **2.10.1. Fases de la marcha**

Según Barreto-Andrade, J., Villarroya-Aparicio, A., Contreras-Calle, T., Brito-Vásquez, V., & Loaiza-Dávila, E. (2016) al realizar una caminata normal, se pueden evidenciar las siguientes fases:

- a) Contacto de talón (CT), Momento preciso en el cual el talón ejerce contacto con cualquier terreno o superficie.
- b) Pie plano (PP), Es un estado donde un solo pie presenta mayor apoyo o presión, mientras que la otra extremidad inferior permanecería en oscilación.



- c) Despegue del talón (DT), Fase en la cual el talón se separa de la superficie del suelo dejando como único apoyo al antepié.
- d) Despegue de la punta del pie (DP), es la fase en que la punta del pie cesa su contacto con la superficie.
- e) Contacto final del talón (CFT), instante del nuevo contacto de talón con el piso.

El desarrollo de la marcha tiene una duración media de un segundo, dividida entre los periodos de oscilación y apoyo, estos periodos se dividen en porcentajes aproximados de tiempo de 60, 97% en la fase de apoyo y 39,03 % en la fase de oscilación. En cuanto a la duración de cada fase de la marcha se determinan los siguientes tiempos a) contacto talón a pie plano 0,17 s, b) pie plano a despegue de talón 0,13 s, c) despegue talón a despegue punta 0,31 s c) oscilación 0,39 s (Barreto Andrade, J., Villarroya-Aparicio, A., Contreras-Calle, T., Brito-Vásquez, V., & Loaiza-Dávila, E., 2016).

## 2.11. BÓVEDA PLANTAR

En la parte media del pie las estructuras óseas establecen una bóveda anatómicamente diseñada para soportar y distribuir equitativamente el peso corporal con tres puntos básicos de apoyo el primer metatarsiano, el quinto hueso metatarsiano y la apófisis del calcáneo, a este sistema de soporte se lo denomina trípode podálico. La bóveda plantar posee una apariencia triangular y las bases de contacto con el piso constituyen la huella plantar (Camarena & Villegas, 2010).

La zona superior de la bóveda plantar en la que convergen las fuerzas a compresión se constituye por estructuras Oseas, mientras que, la zona interna que soporta la tracción de distintas fuerzas se estructura de fibras ligamentosas aponeuróticas y pequeños músculos. De esta manera, dichas estructuras generan dos tipos de estabilidad: la estabilidad estática que lo proporcionan los huesos y ligamentos, la estabilidad activa o dinámica producida por músculos que generan estabilidad y movilidad (Voegeli, 2003).



## 2.12. HUELLA PLANTAR

La huella plantar es la porción del pie que hace contacto con el piso, este concepto no comprende la bóveda plantar la cual se forma por acción de los músculos internos de la planta del pie y la tensión generada por los tendones, de esta forma solo comprende el talón, istmo y la región metatarso-falángica (Bautista Santiago, 2016).

Se considera que en una huella plantar normal el peso corporal está distribuido en el talón, borde externo del pie, en el metatarso y los lóbulos internos de los dedos, este sistema de equilibrio está distribuido aproximadamente 50 % en el talón y los 50 % restantes se distribuyen en un tercio en la zona antero-externo y dos tercios hacia la zona antero-interno (Camarena & Villegas, 2010). En poblaciones sedentarias es muy probable encontrar mayor homogeneidad respecto a una población físicamente activa que muestra mayor heterogeneidad en el tipo de pie, esto parece deberse a la técnica que demanda cada actividad física independientemente de las características de la persona (Berdejo-del-Fresno et al., 2013).

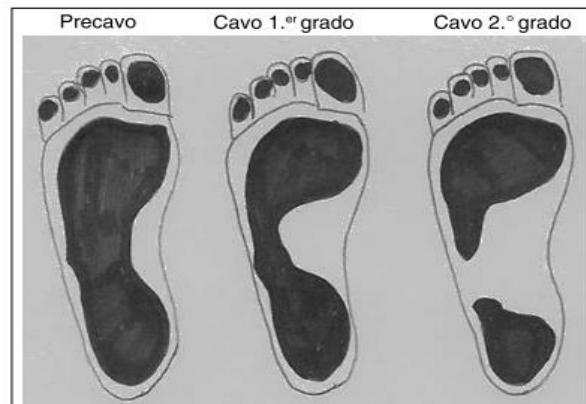
## 2.13. ALTERACIONES ANATÓMICAS DE LA HUELLA PLANTAR.

Las modificaciones en la huella plantar se producen por soporte de cargas de pesos elevados por lo que los músculos del pie no están en capacidad de soportarlas haciendo que la planta del pie sufra modificaciones anatómicas, principalmente en el arco longitudinal, aumentando el tamaño de la huella plantar. Por otra parte, también ocurre un fenómeno contrario en el cual los músculos del pie están en desproporción del cuerpo haciendo que la huella tienda a disminuir (Moya S., 2000); estos fenómenos pueden variar su gravedad y se describen a continuación.

**2.13.1. El pie cavo:** este tipo de pie expone un incremento en la altura y extensión del arco longitudinal, por lo cual, la zona anterior y posterior del pie se encuentran más próximos, disminuyendo el apoyo en la orilla externa del pie. Normalmente no presenta síntomas, sin

embargo genera algunas molestias, entorsis de repetición del pie o tobillo y agotamiento en los pies (Berdejo-del-Fresno et al., 2013). Considerando el plano sagital, este tipo de pie puede dividirse en anterior, posterior o mixto. El primer tipo de pie se genera por el desequilibrio en la tracción muscular, verticalizando los metatarsianos, primordialmente el primero, esto causa que la zona distal metatarsiana descienda con referencia al talón. El pie cavo posterior se origina a partir del letargo del tríceps sural y, por la carencia de tensión del talón de Aquiles, haciendo que el calcáneo se verticalice y se eleve en la zona anterior.

El pie cavo mixto se manifiesta al producir un descenso más remarcado del primer metatarsiano con relación a los demás, el retropié genera mayor torsión para equilibrar haciendo que se verticalice el calcáneo (Padróa & Moliné, 2003).



**Figura 4.** Clasificación del pie cavo según la huella plantar (Padróa & Moliné, 2003)

**2.13.2. Pie plano:** Esta alteración se caracteriza por disminución del tamaño de la bóveda plantar haciendo que la superficie de contacto con el suelo sea mayor, además de la desviación del talón en el valgo, el pie plano valgo puede ser fisiológico durante los primeros 2 o 3 años de edad y con el crecimiento el arco plantar se eleva progresivamente, por lo que este tipo de pie plano no requiere de tratamiento (Padróa & Moliné, 2003).

El pie plano puede tener dos orígenes diferentes: congénito y adquirido. El primer caso es el más común y puede ser flácido o rígido mientras que el secundario a distintas afecciones como la hiperlaxitud articular, lesiones tendinosas, reumatismos inflamatorios



crónicos, artropatía neuropática o traumatismos, y puede ser también flexible o rígido (Padróa & Moliné, 2003). Se puede encontrar distintos grados de pie plano.

## **2.14. ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA HUELLA PLANTAR**

El pie se considera como un punto de interacción fundamental entre el pie y el suelo, por esta razón se han establecido varios métodos de análisis del pie, pues, al considerarse una estructura tridimensional variable, es capaz de presentar variaciones al compararse entre individuos de distintas características, según Diéguez, S. L., Sánchez, A. J. L., & López, E. J. M, (2011) entre los métodos más significativos se presentan los siguientes:

**2.14.1. Análisis antropométrico:** Este método emplea las prominencias óseas que se marcan a través de la piel, como la longitud del escafoides, el ángulo de inclinación tibio-calcáneo y del retropié.

**2.14.2. Registro colectado de huella plantar:** en este método se analiza los índices de: arco plantar, arco reformado, la huella plantar, arco truncado, amplitud del arco, ángulo del arco, entre otros.

**2.14.3. Valoración radiográfica:** este método analiza el grado de declive del calcáneo y el ángulo formado por el calcáneo y el metatarsiano inicial. También, se puede considerar la línea de Feiss o ángulo de Costa-Bartani u otras medidas.

MÉTODO DE ANÁLISIS	AUTORES (AÑOS)	INDICADOR MEDIDO	BENEFICIOS	DESVENTAJAS
Análisis visual no cuantitativa	Cavanah y Rodgers (1987)	Forma del pie por análisis visual	Ligero y ventajoso	Intrínseco, necesita experiencia del observador
Angulo tibio-calcáneo (ATC) mediante goniometría	Viladot (2000) y Albert (2009)	Grado de inclinación entre la tibia y hueso el calcáneo	Sencillo, diferencia pie o valgo.	Subjetivo, necesidad de experiencia del analista.
Elevación de la parte dorsal del pie	Cowan, et al (1993); William y McClay (2000)	Medida más alta del dorso del pie registrada al 50% de medida real del pie.	Aprobado, validez	Subjetivo
Altura del escafoides: análisis directo	Chu, et al (1995); Satzman, et al (1995)	Medida del nódulo del escafoides hacia la superficie, medición del ángulo interno.	ligero, práctico, no determina riesgo	Análisis subjetivo, basado en medida estática
Depresión del escafoides	Sachithanandam y Jhosep (1995); Howard y Briggs (2006); Billis, et al (2007); Nielsen, et al (2008); Rzeghi y Batt (2000)	Medida de depresión del escafoides en descarga y luego en bipedestación.	Ágil, práctico, sin riesgo	Valoración subjetiva, en base a medición estática.
Altitud del escafoides normalizado	Williams y McClay (2000); Menz y Munteanu (2005); Scott et al (2007); Nielsen et al, (2008)	Alto del escafoides con relación al alto real del pie.	Ágil, práctico, sin riesgo	Valoración subjetiva, en base a medición estática.
Altitud del escafoides truncado	Cowan et al, (1993); Kaufman et al, (1999); Williams y McClay (2000); Menz y Munteanu (2005); Murley et al, (2009)	Alto del escafoides, y distancia truncada de la huella plantar.	Propicia el esquema más valido de la estructura ósea del pie.	Análisis subjetivo
Índice del arco (IA)	Canavagh y Rodgers (1987); Hamil et al, (1989); McCrory et al, (1997); Nicolaidou y Boudolos (2006)	Proporción entre zonas de contacto de distintas partes del registro plantar, descartando los dedos	Marcador útil, puede predecir la altura veraz del arco interno del pie	Error de apreciación del área del pie.
Índice de presión plantar	Redmon et al (2006); Redmon et al (2008)	Observación de la clasificación postural estática del pie	Ágil y sencillo, se registra la impresión plantar	Necesidad de experiencia previa por parte del examinador, destreza manual para la palpación, subjetividad
Índice HERZCO	Hernández (1989); Sirgo y Aguado (1991); Sirgo et al, (1997); Abian et al; (2005); López et al (2006); Zurita et al (2006); Abian et al, (2008); Aguilar et al (2009)	Clasificación del pie en relación a trazos y medidas realizados en el registro plantar.	Resultados precisos, tanto en el proceso como la tipificación del pie.	Se basa en el registro de muestras estáticas.

**Tabla 5. Métodos de estudio del registro plantar** (Lara Diéguez Silvia et al., 2011).

## 2.15. ÍNDICE DE HERNÁNDEZ CORVO.

Es un método de valoración que permite diferenciar los distintos tipos de pie que puede presentar cada sujeto basándose en el registro de huella plantar, partiendo de la obtención de los puntos 1 y 1' en las porciones más prominentes del pie interno, el siguiente paso consiste en señalar los puntos 2 y 2' iniciando en la región delantera de la huella y de la misma forma en el extremo inferior respectivo. Este proceso permite encontrar una serie de medida fundamental que se origina desde el trazo de dos rectas perpendiculares entre el punto 1 y 2 pasando por los puntos 1' y 2' respectivamente, por consiguiente, la medida fundamental

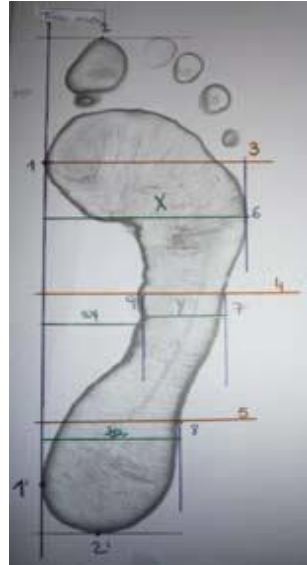


la denota la distancia desde la unión de estas perpendiculares hasta el punto 1, esta medida se lo plasma en todo el largo de la impresión según la cantidad de medidas que quepa en la vertical. De esta manera se obtiene el valor del ancho del arco plantar y del ancho del hueso calcáneo (Lara Diéguez Silvia et al., 2011).

Un estudio realizado por Berdejo-del-Fresno, Sánchez, Martínez-López, Zagalaz, & Diéguez (2011) indica que el método utilizado en esta investigación es muy apropiado para tipificar el tipo de pie de acuerdo a varias escalas a comparación del método del Índice del Arco, pues al parecer se trata un protocolo bastante practico y presenta resultados aceptables, además de precisión en la clasificación.

Los datos obtenidos en el proceso deben ser tratados a través de la fórmula  $HC = \frac{X-Y}{X} * 100\%$  lo que nos permitirá obtener los resultados en porcentajes, y definirlo de acuerdo a los datos siguientes (Salazar et al., 2010):

- **PIE PLANO:** %X de 0 a 34%
- **PIE PLANO / NORMAL:** %X de 35% a 39%
- **PIE NORMAL:** %X de 40% a 54%
- **PIE NORMAL / CAVO:** %X de 55% a 59%
- **PIE CAVO:** %X de 60% a 74%
- **PIE CAVO FUERTE:** %X de 75% a 84%
- **PIE CAVO EXTREMO:** %X de 85% a 100%



**Figura 6.** Evaluación de la huella plantar a través del método HERZCO (Lara Diéguez Silvia et al., 2011).





### **CAPITULO III: METODOLOGIA Y RECOLECCION DE DATOS.**

El presente trabajo de titulación tiene un enfoque analítico, transversal y correlacional, catalogado de esta manera, debido a que, se busca una asociación entre variables. Este estudio fue basado en la recolección de información y no, en la manipulación de variables. Las huellas plantares fueron obtenidas en los domicilios de cada individuo que integro la población y muestra de estudio. La población se centró en edades escolares debido a que la Universidad mantiene convenios con distintas Unidades Educativas de la ciudad de Cuenca, esto facilitó el acceso a la obtención de la muestra. Los participantes que superaron los criterios de exclusión e inclusión conformaron la muestra de estudio, los cuales fueron estudiantes que costaban en una base de datos estructurada por adolescentes de 12 a 14 años de edad matriculados en la Unidad Educativa Víctor Gerardo Aguilar.

**3.1. VARIABLES:** edad, sexo, peso, talla, huella plantar.

**3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:** Transversal, correlacional.

#### **3.3. MUESTRA:**

En primeras instancias se consideraron dos instituciones educativas como la población total del estudio realizado, sin embargo, debido a la emergencia sanitaria solo se pudo contar con el apoyo de un centro educativo, por lo cual el tamaño de la población se redujo.

El número total de adolescentes de 12 a 14 años fueron 270, de los cuales participaron 34 estudiantes de la Unidad Educativa Víctor Gerardo Aguilar, de estos, 13 varones y 21 mujeres, con edades entre 12 años 0 meses y 14 años 9 meses, que fueron quienes permitieron que se les realice las visitas a sus domicilios.



### 3.4. CRITERIO DE INCLUSIÓN:

- Estudiantes matriculados en la institución que acepten y firmen el consentimiento informado.
- Estudiantes que cuenten con la autorización de sus padres para participar en la investigación
- Estudiantes de 12 a 14 años matriculados en la Unidad Educativa Víctor Gerardo Aguilar.

### 3.5. CRITERIO DE EXCLUSIÓN:

- Estudiantes que estén a 2 meses de cumplir 15 años de edad.
- Individuos con deformidades o alteraciones ortopédicas que puedan alterar la impresión plantar.
- Estudiantes en etapas de gestación que generen cambios significativos en el peso corporal.

**3.6. TÉCNICAS:** En el presente estudio investigativo se emplearon diferentes técnicas y métodos, entre los que se pueden citar: El Índice de Masa Corporal y el Método HERZCO, ambas facilitaron a la recopilación de información. La primera técnica permitió conocer la masa corporal de los estudiantes seleccionados, mientras que la segunda brindó información sobre los tipos de pie de los participantes, entre ellos el pie plano.

### 3.7. INSTRUMENTOS:

1. **Ficha técnica** de estudiante (datos informativos)
2. **Papel Fax:** Material que permite recoger, de manera relativamente fácil y rápida, la impresión de la huella plantar de cada individuo; debido a su funcionalidad de papel calca, además, por tener un bajo coste.



**Figura 7.** *Papel Fax*, Fuente: Autores

- 3. Báscula Corporal:** Báscula corporal Alemana de Marca SECA 803 para determinar el peso individual, la cual posee una precisión de 100 gramos.



**Figura 8.** *Báscula Corporal Seca 803*, Fuente: Autores

- 4. Cinta métrica:** Marca SECA 201, instrumento de medida que consiste en una cinta flexible con una precisión de 1mm, posee un rango de medición de 0 - 250 cm. Este instrumento tiene la función de realizar mediciones móviles tanto de longitudes y circunferencias corporales.



**Figura 9.** *Cinta Métrica Seca 201*, Fuente: Autores

- 5. Alcohol:** El alcohol antiséptico, se trata de un líquido que no produce irritación en la piel se utilizó para limpiar la huella plantar y posteriormente grabarla en papel, al tener una densidad baja, admite la fácil impresión de la huella el papel fax.



**Figura 10.** *Galón y rociador llenos con alcohol*, Fuente: Autores

- 6. Cámara fotográfica.** Utilizada para realizar la toma fotográfica de las impresiones de las huellas plantares.

7. **Algodón:** Es un conjunto de fibras blancas, finas y suaves, posee propiedades de absorción, por lo que se usa para reglas sépticas y antisépticas en el medio de la salud. Sirve para limpiar la planta de los pies previo a la impresión de la huella plantar.



**Figura 11.** Fundas de algodón, Fuente: Autores

8. **Bandeja:** Material o recipiente poco profundo que debe ser rociado con alcohol, y sobre el cual se asientan los pies (posición bipedestación), para seguidamente pararse sobre el papel fax.



**Figura 12.** Bandeja de plástico, Fuente: Autores



9. **Rociador:** Utensilio que posibilita la difusión de líquidos en partículas muy finas, se llena de alcohol para esparcido sobre bandeja.
10. **IBM. SPSS Statics 20:** Software de análisis estadísticos, posee una capacidad óptima de gestión y análisis de amplias magnitudes de variables.
11. **Software de estudio KINOVEA:** permite el análisis de gestos deportivos mediante videos e imágenes.

### 3.8. PROCEDIMIENTO

Para la recopilación de la información, se procedió de la siguiente manera:

Se solicitó a la institución educativa Víctor Gerardo Aguilar una base de datos, que contenga información relativa los estudiantes matriculados, las edades, cursos y paralelos. Se verificó que los estudiantes de los cursos octavo, noveno y décimo de Educación General Básica, se encontraban dentro de los rangos establecidos para la investigación. La base de datos fue complementada con fecha de nacimiento, docente representante del curso, nombres y contacto del representante estudiantil.

Una vez que se identificaron los cursos, se realizó una reunión a través de la plataforma virtual zoom, con los padres de familia o representantes, para coordinar la toma de datos en sus respectivos domicilios. Se procedió de esta manera, debido a la emergencia sanitaria, y debido a que los estudiantes se encontraban recibiendo clases virtuales, y no asistían a las instalaciones de la unidad educativa. Las visitas domiciliarias se realizaron con todas las medidas de bioseguridad, descritas en los siguientes apartados de este trabajo investigativo.

Para la determinación del IMC, se empleó la fórmula de dividir el peso por la estatura del individuo, al cuadrado (Valverde et al., 2010), el peso es presentado en kilogramos y la estatura en metros (Basterra-Gortari et al., 2007).



$$IMC = (PESO(KG) \div TALLA^2 (cm) )$$

Una vez adjuntada la muestra requerida para este estudio se procedió:

- Seleccionar a los estudiantes que presentaban sobrepeso y obesidad, de acuerdo a su IMC, los cuales serán establecidos mediante los cuadros anteriormente descritos por la guía técnica para la valoración nutricional antropométrica del adolescente.
- Registrar la huella plantar de cada participante, utilizando alcohol para impregnarla en el papel fax, a los cuales se les adiciono: el nombre, edad, género, estatura, peso, pie derecho e izquierdo, fecha de la toma.

Tomar fotos de la impresión de la huella plantar, usando una cámara fotográfica, ubicada por la parte superior de la foto, a 90° del trípode, además, de una regla que permita calibrar la imagen, para su posterior análisis.

En el estudio de la impresión plantar, se aplicó el método HERZCO para el cual, se empleó el software KINOVEA, el mismo que posee buena precisión en la distinción del tipo de pie, clasificando desde el pie plano extremo hasta el pie cavo extremo (Diéguez et al., 2011).

Los estudiantes seleccionados recibieron las indicaciones pertinentes antes de iniciar las mediciones, así como también detalles, reglas y consejos importantes para una toma correcta de los datos, según protocolos establecidos.

La valoración antropométrica se determinó considerando técnicas y métodos dispuestos por The International Society for the Advancenment Kinanthropometry (ISAK), con la finalidad de que este estudio contribuya al desarrollo científico (Carmenate Milián et al., 2014).

### **3.8.1. Implementación ética.**

Este trabajo estuvo basado y regido en las normas o principios éticos básicos establecidos por Helsinki, lo cual, postula que toda la información que se colecte será usada



de forma exclusiva para la investigación, manteniendo la confidencialidad de la misma, así como la identidad de los participantes. Esta información no se difunde a terceros.

Debido a la situación de emergencia sanitaria se informó de forma virtual a través de la plataforma zoom, a los tutores de cada curso participante, así como a los padres de familia responsables de cada estudiante, y a los estudiantes respectivamente, mediante una reunión programada. El consentimiento y asentimiento comunicado fue presentado y firmados de forma física mediante visitas domiciliarias para constatar que la información obtenida es de carácter público y su uso se efectúa de forma responsable.

### **3.9. PROTOCOLO PARA LA VALORACIÓN DE LA ESTATURA.**

Este protocolo fue informado con anticipación a los estudiantes, el cual consistía en presentarse descalzos, sin peines o adornos en la cabeza debido a que estos accesorios podrían alterar significativamente los datos recolectados. Para la valoración de la talla se tomó la medida desde el piso hasta el vértex (parte más sobresaliente de la cabeza), se utilizó una escuadra para poder precisar el valor expresado en la cinta métrica (Guamán Chalco, P. N., & Mora Fajardo, E. A., 2016).

Cada adolescente fue colocado de espaldas a una superficie plana, sobre una marca previamente desinfectada con alcohol y detergente, los talones de cada sujeto debían estar juntos, con sus extremidades rectas en posición firmes y hombros relajados, con la mirada hacia el horizonte (Guamán Chalco, P. N., & Mora Fajardo, E. A., 2016).

Esta información fue recolectada mediante una cinta métrica SECA 201, cuyos datos se expresan en centímetros.





**Figura 13.** Marca de medición, Fuente: Autores



**Figura 14.** Valoración de Estatura, Fuente: Autores

### **3.10. PROTOCOLO PARA LA VALORACIÓN DEL PESO.**

Previamente, se solicitó al estudiante presentarse sin zapatos y con prendas de vestir ligeras. La hora ideal para la valoración del peso es durante las mañanas, antes del mediodía y con la vejiga vacía, estos aspectos mejoran la precisión en la recolección de datos según (Arévalo Barriga, P. N. & Lucero Borja, D. F., 2018).

Una vez cumplido los requerimientos anteriores, los individuos se ubicaron en el centro de la báscula a espaldas del cuadro digital donde se observa el peso, la mirada del estudiante de estar hacia al frente manteniendo posición erguida y estática durante la estimación del peso, este proceso se repitió tres veces más para constatar el peso ideal (Guamán Chalco, P. N., & Mora Fajardo, E. A., 2016).



**Figura 15.** Valoración del Peso, Fuente: Autores

Esta valoración se la realizo mediante una báscula digital Marca Seca 803 cuyos datos se expresan en kilogramos.

### **3.11. PROTOCOLO PARA EL REGISTRO DE LA HUELLA PLANTAR ESTÁTICA**

El registro de la huella plantar se lo realizó a partir del siguiente protocolo:

Inicialmente se debe fijar un pedazo de papel-fax de aproximadamente de 21,1 cm de ancho por 29,7 cm de largo (tamaño A4) en el tablero o planillero, mediante el uso de cinta adhesiva.

Posteriormente se debe limpiar toda la planta del pie con algodón empapado de alcohol, luego los pies del estudiante fueron asentados por 20 segundos en una bandeja de plástico la cual se encontraba con alcohol en su profundidad, se limpió nuevamente con algodón las zonas plantares para evitar el exceso de alcohol y se choree en el papel. En el caso de usar aceite, considerar, que no debe ser en exceso, ya que se expande.



**Figura 16.** Limpieza de huellas, Fuente: Autores



**Figura 17.** Bandeja y planilleros fuente: Autores.

El estudiante se pone de pie y debe pisar en el centro del papel-fax, tratando de que la huella quede en el centro del tablero, y no se desplace, debido a que esto anularía la toma de la huella.

A continuación, el alumno debe permanecer aproximadamente de 10 a 15 segundos en esta posición, posteriormente, debe elevar con cuidado el pie de forma vertical, evitando dañar la muestra.



**Figura 18.** Toma de huellas plantares, Fuente: Autores

### **3.12. PROTOCOLO DE BIO-SEGURIDAD ANTE LA EMERGENCIA SANITARIA POR COVID-19.**

Las presentes indicaciones fueron aplicadas en el control y prevención de infecciones, las mismas que son empleadas a nivel nacional e internacional, con la finalidad de aumentar la eficacia del control de afecciones por Covid-19 (World Health Organization, 2020).

Los investigadores siguieron las indicaciones recomendadas al personal sanitario del Ministerio de Salud Pública y La Organización Mundial de la Salud, siendo estas:

1. Lavar manos previos al contacto con algún participante, después de alguna exposición de líquidos corporales y, al finalizar la toma de medidas antropométricas.
2. El lavado de manos deberá realizarse con agua y jabón o con cualquier desinfectante a base de Alcohol durante 40 a 60 segundos, si las manos aparentan no estar sucias se recomienda el uso de desinfectante.

3. Tanto la superficie del entorno donde se tomarán las medidas del estudio, como los instrumentos a emplearse, necesitarán someterse a una desinfección previa mediante agua con detergente o con desinfectantes utilizados en pisos de hospitales (Amonio Cuaternario) (World Health Organization, 2020).



**Figura 19.** Atomizador, agua y detergente, Fuente: Autores



**Figura 20.** Desinfección de superficies, Fuente: Autores

### 3.12.1. Equipo de Protección Personal.

- **Batas quirúrgicas**, Evitaran que la ropa se contamina durante los procesos de medición.



Figura 21. *Batas Quirúrgicas*, Fuente: Autores

- **Mascarillas quirúrgicas**, Reducen potencialmente la transmisión de microorganismos, los investigadores deberán utilizar durante todo el proceso un respirador n95 o una equivalente a la misma capacidad de filtración como lo es la mascarilla Kn95.



Figura 22. *Mascarillas Kn95*, Fuente: Autores

- **Pantalla o protector facial**, Es un objeto que cubre toda la cara y es más eficaz que la protección ocular, investigadores deberán utilizar este instrumento más la combinación del uso de la mascarilla.



Figura 23. Protectores Faciales, Fuente: Autores

- **Guantes desechables**, Su objetivo es aislar el contacto directo de la piel o fuentes contaminadas como sangre, sudor y otros fluidos, se recomiendan guantes de nitrilo. Su uso será obligatorio para los recolectores de datos sin embargo opcional para los adolescentes que participaran en el mismo (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2020).



Figura 24. Guantes de Nitrilo, Fuente: Autores



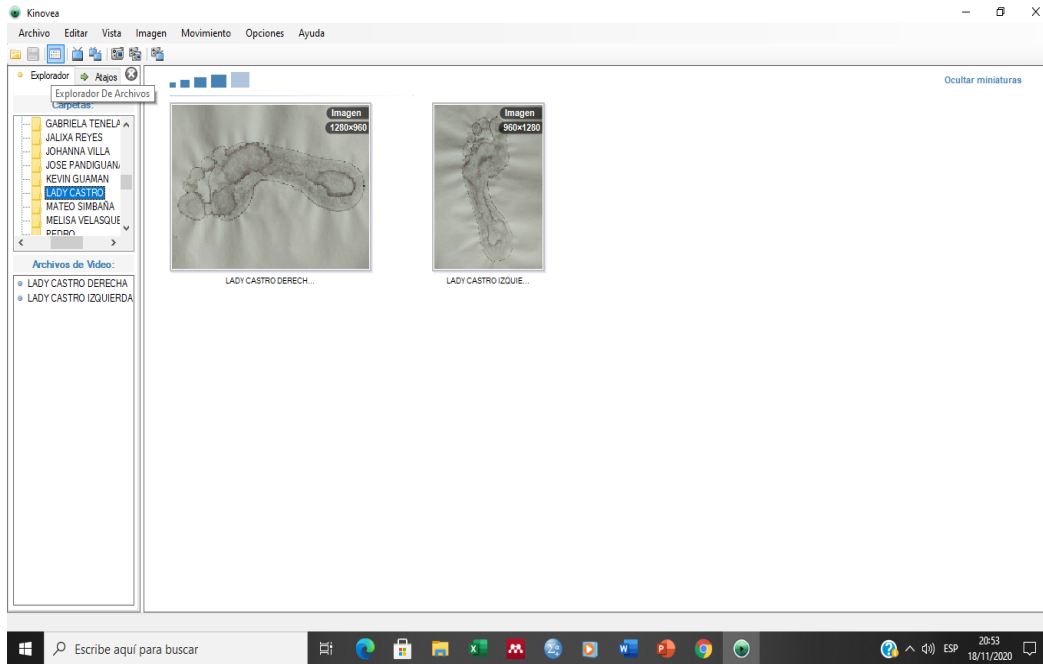
### **3.13. USO DEL SOFTWARE KINOVEA Y DIGITALIZACIÓN DE MUESTRAS.**

En la actualidad se utiliza este programa en podología para el estudio biomecánico clínico, por medio de la observación de varios planos sincronizados entre ellos, valorando las modificaciones que pueden suceder. En cuanto al cálculo de distancias, se pueden colocar puntos de referencia en el video o imagen real, esto permitirá posteriormente calibrar la distancia en el software y calcular las distancias que se requieran a través de líneas de trazo. Por otra parte, se pueden realizar marcaje de puntos, esta herramienta es fundamental a la hora del estudio de los registros plantares, a esto se debe adicionar la herramienta de zoom, lo que hace posible el acercamiento hacia una zona determinada de la imagen que se quiera observar con mayor detalle (Lluch J, 2012).

Digitalización de la Huella Plantar. Una vez obtenida la impresión plantar en la hoja de papel fax, se procedió a tomar imágenes fotográficas usando una cámara digital, con el fin de analizarlas con el software KINOVEA. Para ello, se guardaron todas las imágenes digitales en una carpeta del computador.

Selección de la imagen digital en el software KINOVEA. En la barra de herramientas del programa KINOVEA se selecciona la herramienta “explorador de archivos”, la cual permite buscar las imágenes digitales de la huella plantar que se almacenaron en el computador.





**Figura 25.** Selección de archivos en el software KINOVEA. Fuente: Autores

La imagen se tomara sobre un tablero, previsto de una regla de 30 centímetros, se marca con (x) de (0) a (30) cm, valor que se ingresa a través de la calibración (Lluch J, 2012).



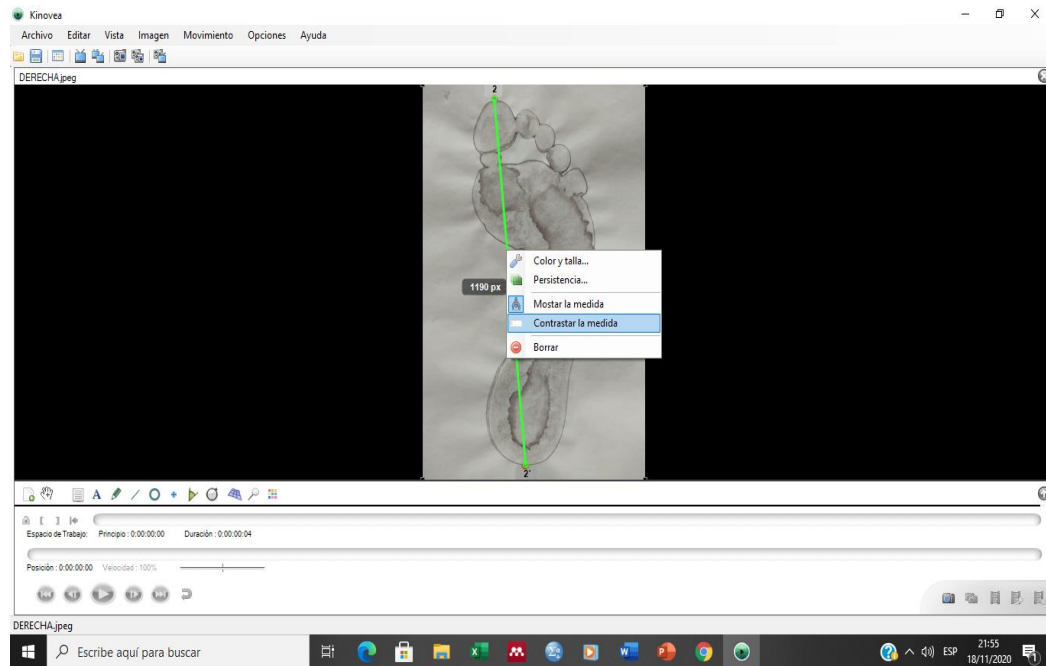
**Figura 26.** Muestra. Fuente: Autores

Por defecto, el software KINOVEA presenta las medidas de las líneas en pixeles (px) (Lluch J, 2012), esto dificulta el análisis de la huella plantar a través del método HERZCO, el cual requiere que las unidades de medida se presenten en centímetros.



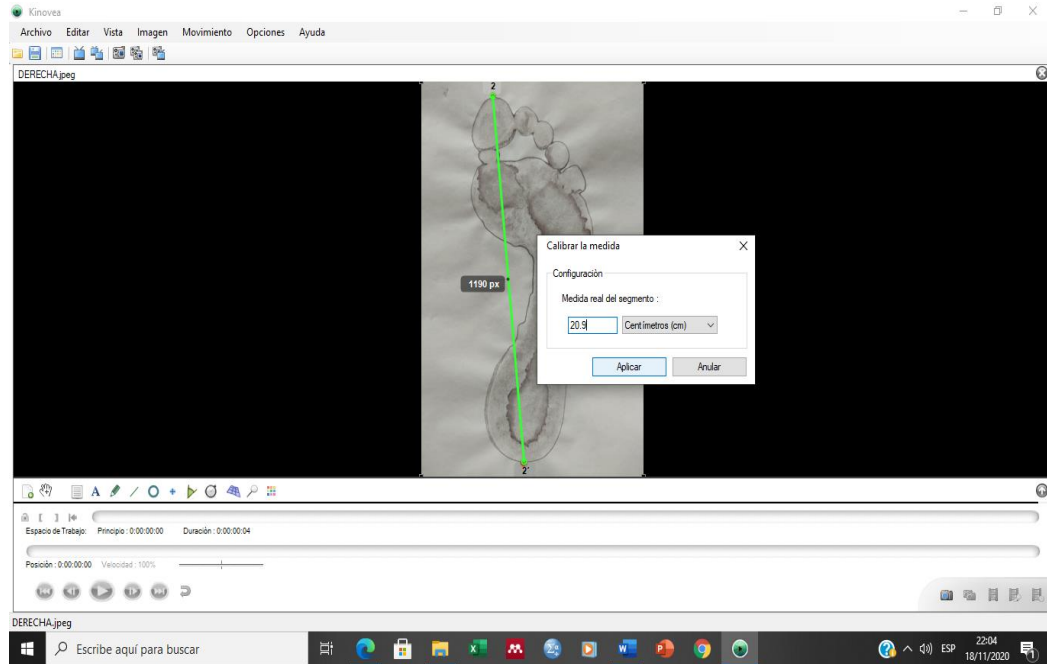
**Figura 27. Línea referencial para calibración. Fuente: Autores**

Se traza una línea desde el talón hacia el dedo más prominente, la cual permite calibrar el tamaño de la imagen digital al tamaño real de la muestra, transformando las unidades de medida de pixeles (px) a centímetros (cm), para ello se pulsa click derecho sobre la línea trazada, aparece un recuadro con varias opciones, de las cuales se selecciona la opción “Contrastar la medida”.



**Figura 28.** Selección de la opción “Contrastar la medida”. Fuente: Autores

Luego de realizar la selección, aparece un recuadro con el título “Calibrar la medida”, en el cual se debe digitar la medida en centímetros del tamaño original de la muestra, que se obtuvo previamente. Finalmente, seleccionar la opción aplicar (Lluch J, 2012).



**Figura 29.** Calibración de la medida. Fuente: Autor

Una vez calibrada la medida en el programa KINOVEA, se procedió al análisis de la imagen mediante el método HERZCO, empleando el tamaño real de la muestra, por lo tanto, los valores obtenidos en el software fueron reales y válidos.

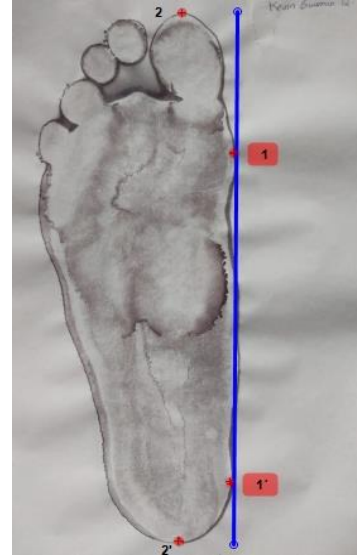
### **3.14. ANÁLISIS DE LA IMPRESIÓN PLANTAR A TRAVÉS DEL MÉTODO HERZCO.**

Para el análisis de la muestra registrada, se empleó el método HERZCO, considerado un método muy factible para el estudio de la huella plantar (Salazar et al., 2010), tipificando el pie en una escala diversa, de acuerdo a %X o el tipo de pie según Aguado. A continuación, se describe el procedimiento (Aguado, J. X, 1993).

- Marcado de puntos 1 y 1' son los puntos más prominentes del borde interno del del pie, y por ellos se traza una línea discontinua, considerada la línea fundamental, la misma que va a servir de guía para el trazo de las demás líneas (2, 2', 3, 4, 5, 6, 7, 8, y 9) (figura 30).
- Marcado de puntos 2 y 2', son los puntos más proximal y distal del pie (punta y talón), por ellos se traza líneas perpendiculares (90°) a la línea fundamental (figura 31). El punto 2 no necesariamente está en el dedo gordo, si no que puede estar en el segundo dedo, es decir, en el que más sobresalga.



**Figura 30.** Puntos 1-1', Fuente: Autores



**Figura 31.** Puntos 2-2', Fuente: Autores

- Línea 2. Se procede al trazo de una línea perpendicular (90°) respecto a la línea fundamental, la misma que pasa por el punto 2 situado en la punta del pie (figura 32).
- Línea 2'. En la parte inferior del pie (talón) se trazaré una línea perpendicular a la línea fundamental, la cual, pasará por el punto 2. Esta línea servirá para medir el pie desde el punto 2 hasta el punto 2' (figura 33).

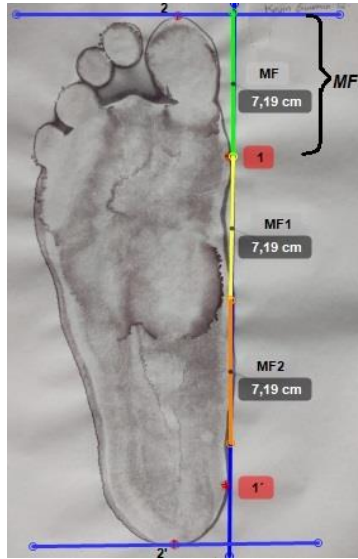


**Figura 32.** Línea 2, Fuente: Autores

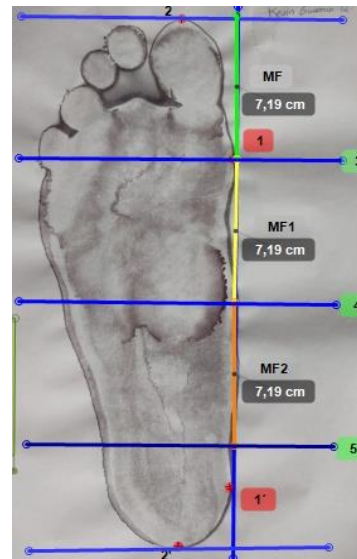


**Figura 33.** Línea 2', Fuente: Autores

- Medida Fundamental (MF). Se mide desde la línea 2 y la línea 3 que cruza el punto 1, esta medida se conoce como medida fundamental (MF). A partir de esta, se mide tantas veces como sea posible (MF1, MF2, MF3, ...) sobre la línea fundamental, para determinar los puntos por donde se trazarán las líneas 4 y 5 que serán perpendiculares a la línea fundamental (figura 34).
- Trazar líneas perpendiculares en el inicio y final de cada MF dando origen a las rectas 3, 4 y 5 (figura 35).



**Figura 34.** Medida Fundamental, Fuente Autores.



**Figura 35.** líneas 3, 4 y 5, Fuente: Autores

- Línea 6. Se señala el punto más extremo del antepié y el borde externo, y se traza una línea perpendicular ( $90^\circ$ ) a la línea 3, y que cruce el citado punto obteniendo la línea 6 (figura 36).
- Línea 7 y 9. De igual manera se señalará el punto más externo e interno del mediopie, sobre la línea 4, y se trazarán líneas perpendiculares ( $90^\circ$ ) a esta línea, determinando las líneas 7 y 9 (figura 37).

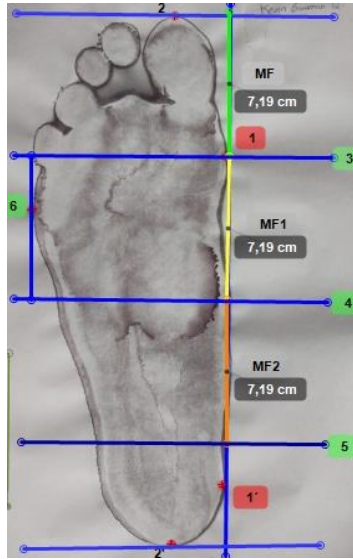


Figura 36. Línea 6, Fuente: Autores

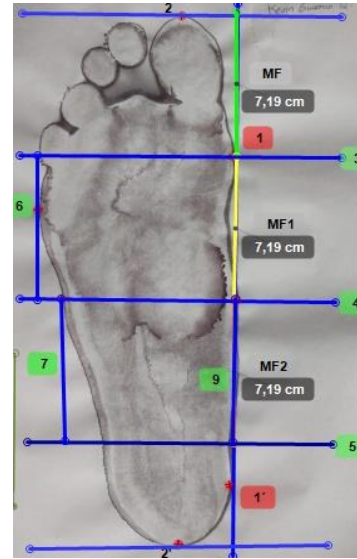


Figura 37. Línea 7 y 9, Fuente: Autores

- Línea 8. Se procede a señalar la altura del retropié, sobre la línea 5, a partir del cual se trazará una línea perpendicular a esta última línea, para obtener la línea 8 (figura 38).

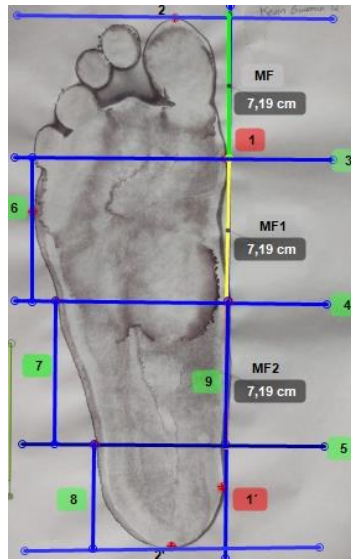


Figura 38. Línea 8, Fuente: Autores

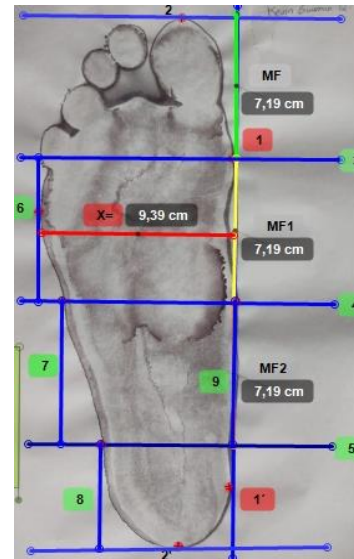
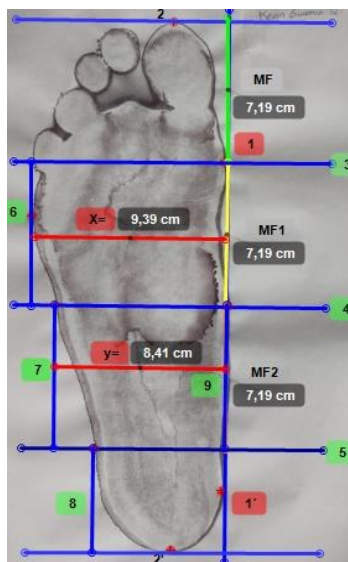


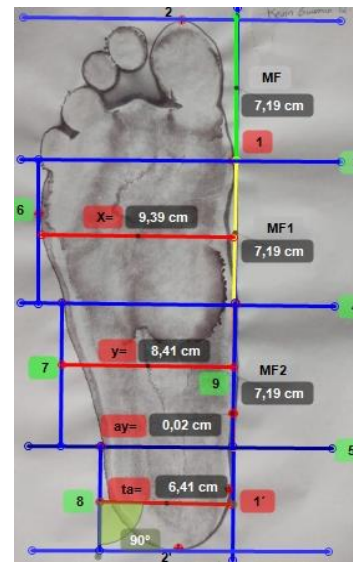
Figura 39. Medida de X, Fuente: Autores



- Obtención del valor de X. Es el resultado de medir la distancia desde la línea fundamental a la línea 6 a la altura del antepié (figura 39).
- Obtención del valor de Y. Es el resultado de medir la distancia desde la línea 7 a la línea 9, a la altura del mediopie (figura 40).
- Obtención de los valores de ay y ta. El valor de ay, es el resultado de medir desde la línea fundamental hasta la línea 9, a la altura del mediopie. Mientras que, el valor de ta, es el resultado de medir desde la línea fundamental hasta la línea 8, a la altura del retropie (figura 41).



**Figura 40.** Medida de Y, Fuente: Autores

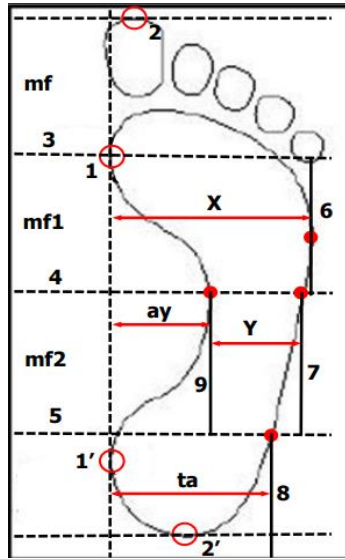


**Figura 41.** Medida del retropie, Fuente: Autores

- Posteriormente, se aplican las fórmulas que permitan determinar el tipo de pie de acuerdo al % X:

$$\%X = \frac{(X - Y) * 100}{X}$$

$$IC = \frac{X - Y}{X}$$



**Figura 42.** Líneas de trazo según el método HEZCO (Aguado, 1993)

Igualmente, se clasificó el tipo de pie empleado el método de Aguado, J. X. (1993), el cual, considera la prominencia de los dedos del pie (más sobresaliente), desde el primero al cuarto dedo.



**Figura 43.** Tipo de pie según Aguado (Aguado, 1993)



Finalmente, se establece la tipología del pie, basándose en el formato de valoración del Fotopodograma.

VALORACION DEL FOTOPODOGRAMA		
<b>NOMBRE:</b>	*****	
<b>CURSO:</b>	10° EGB	
<b>EDAD:</b>	14 años, 9 meses	
<b>GENERO:</b>	Masculino	
<b>IMC:</b>	<b>valor</b>	25,3
	<b>clase</b>	Sobrepeso
<b>PIE</b>	<b>DERECHO</b>	<b>IZQUIERDO</b>
Falta de impresión	No	No
Continuidad del registro plantar	Si	Si
Medida fundamental	6,01	7,19
X (cm)	8,44	8,74
Y (cm)	6,56	7,3
ay (cm)	1,15	0,1
ta (cm)	5,96	5,81
% X	22,27	16,47
Tipo de pie %X	PLANO	PLANO
Tipo de pie según aguado	EGIPCIO	EGIPCIO

**Tabla 6.** Valoración del Fotopodograma individual, Fuente: Autores

### 3.15. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Con la información obtenida se formó una base de datos general, en una hoja de cálculo Microsoft Excel, correspondiente a todos los estudiantes, cuyos representantes aceptaron participar en este estudio. Esta información estuvo comprendida por:

Nombres y apellidos, curso, fecha de nacimiento, edad (años y meses), género, talla, peso, IMC.

Luego de haber recolectado los datos de 34 estudiantes de la Unidad Educativa “Víctor Gerardo Aguilar”, se procedió a filtrar la población de estudio, clasificando a los



estudiantes por medio del IMC cuyos valores se encontraron en los rangos de sobrepeso y obesidad de acuerdo a la tabla 2 y tabla 3.

Se genero una base de datos con los estudiantes que cumplieron los criterios de inclusión, cuyas condiciones fueron las más adecuadas para participar en este estudio. Posteriormente se analizó cada huella plantar derecha e izquierda, mediante el método HERZCO únicamente de los adolescentes seleccionados.

Para el análisis de la huella plantar se empleó el software KINOVEA aplicando el método HERZCO, como se ha descrito en el apartado anterior. Pues este programa es un software de acceso gratuito que permite realizar el análisis de gestos como técnica deportiva, mediante un sistema de ventanas de imágenes o videos en los cuales se puede prescribir datos. Para el estudio requiere de imágenes de alta velocidad, con la iluminación correcta (Lluch J, 2012).

El procesamiento de información fue realizado mediante el software estadístico SPSS V26 y la estructuración de tablas y gráficos en Excel 2019. Los valores resultantes se muestran con medidas de tendencia central y dispersión, por su parte, la clasificación se la presenta con medidas de frecuencia absoluta (debido al tamaño de la muestra); según la prueba Kolmogorov Smirnov los datos expusieron un comportamiento no normal ( $p < 0.05$ ) por tanto, se emplearon pruebas no paramétricas; la prueba de contraste de medias para dos agrupaciones independientes U-Mann Whitney y el coeficiente de correlación rho de Spearman. Se consideró una significancia estadística del 5% ( $\alpha < 0.05$ ).

Se presentó una tabla de contingencia que muestra los índices de dependencia entre las variables sexo y tipo de pie. De igual manera se expone la relación entre pie plano y obesidad mediante tablas de contingencia y diagramas.

#### 4. RESULTADOS.

Este capítulo está destinado a la explicación detallada de los datos e información recogida durante la emergencia sanitaria, cuyos gráficos y tablas describen los objetivos planteados previamente en el capítulo tres.

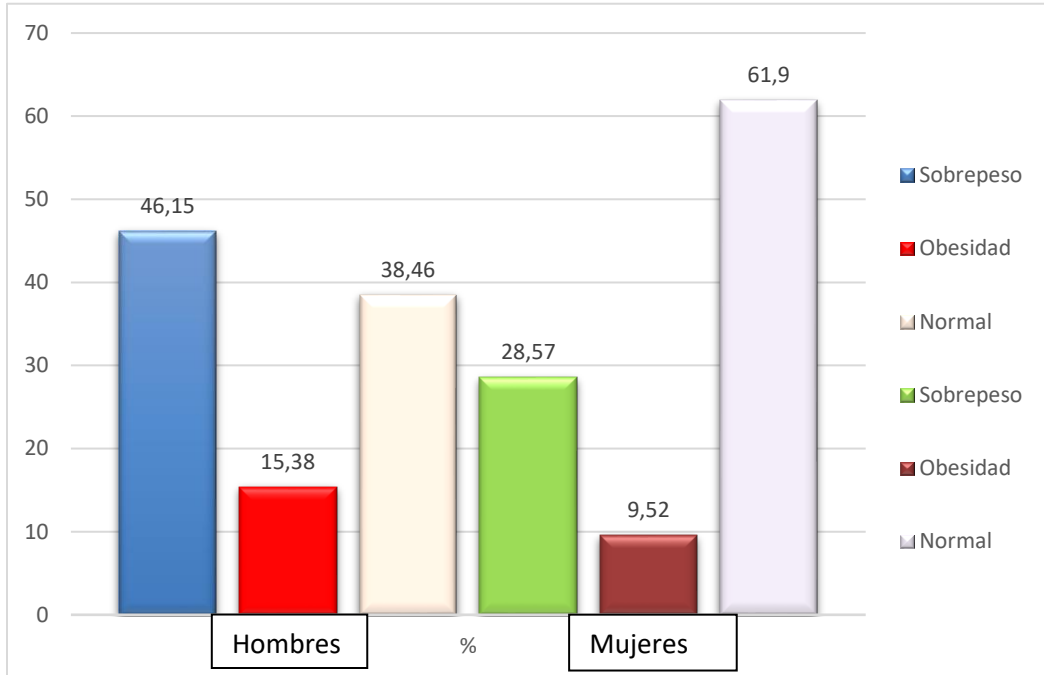
Los resultados obtenidos se exponen mediante tablas y gráficos, para su mejor comprensión. Así, los datos sobre la clasificación del Índice de Masa Corporal y distribución según el sexo se exponen en el gráfico 1 y 2. Por su parte, los datos sobre la relación entre el % de X y el Sexo de los participantes, se pueden observar en la tabla 7 (grafico 3 y 4). De igual manera, los datos sobre la correlación entre el índice de HERZCO (% X) y el Índice de Masa Corporal se pueden apreciar en las tablas 8 y 9 (gráficos 5 al 8).

**Clasificación del IMC**



*Gráfico 1.*

**Clasificación del IMC según el sexo.**



**Gráfico 2.**

Sexo	Pie	Mínimo	Máximo	Media	DS
Hombres	Derecho	16.60%	63.41%	44.23%	16.01%
	Izquierdo	13.57%	58.24%	42.22%	16.09%
Mujeres	Derecho	39.24%	85.47%	57.38%	11.81%
	Izquierdo	9.59%	81.22%	56.37%	17.02%

**Tabla 7.** Índice de Hernández Corvo (%X) según el sexo.

### Clasificación del tipo de pie según el sexo de los adolescentes

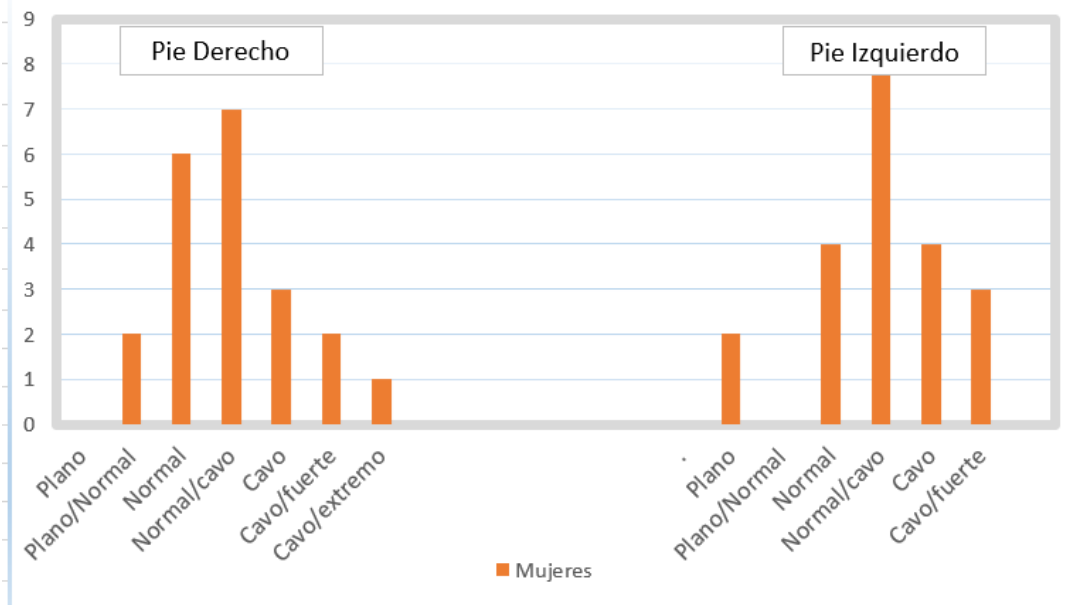


Gráfico 3.

### Clasificación del tipo de pie según el sexo de los adolescentes

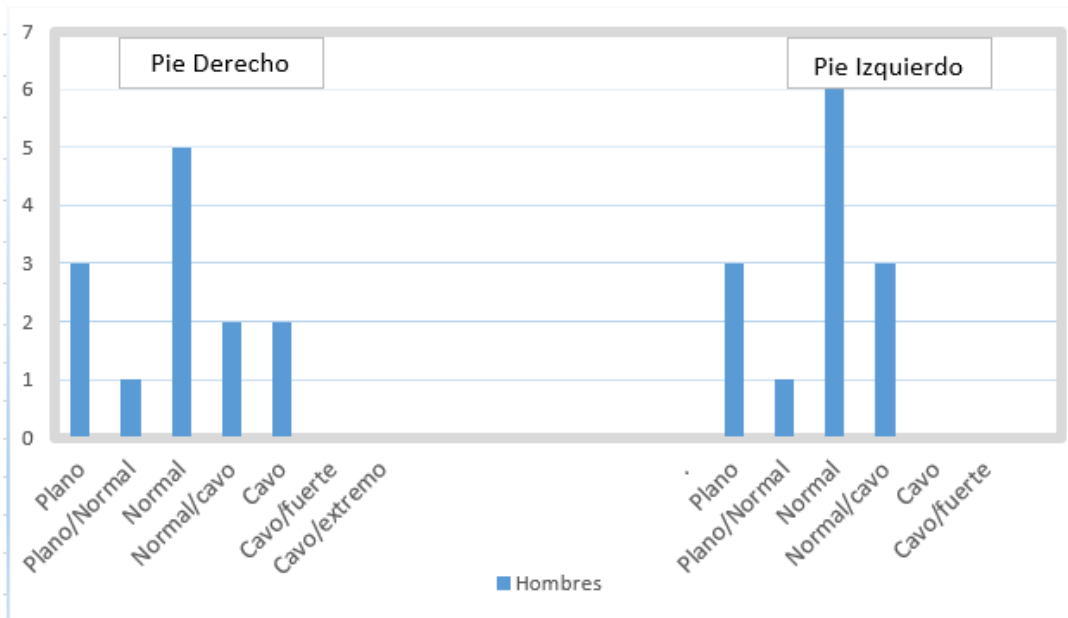


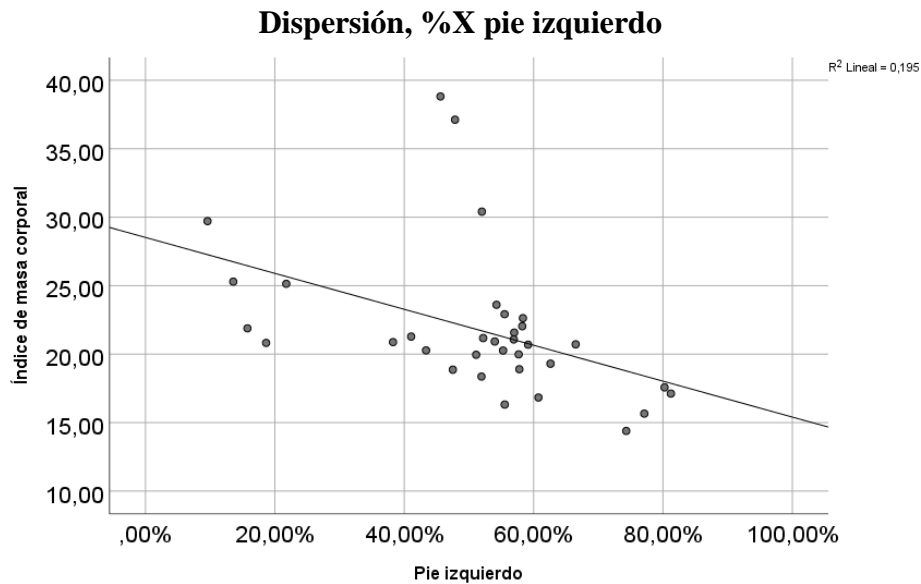
Gráfico 4

	Pie derecho			Pie izquierdo		
	Normal	Sobrepeso u obesidad	U (p)	Normal	Sobrepeso u obesidad	U (p)
Mínimo	43,22%	16,60%		43,37%	9,59%	
Máximo	85,47%	63,41%	66	81,22%	58,34%	40
Media	59,22%	44,63%	(0,006)	60,96%	39,71%	(0,000)
DE	11,60%	14,52%		10,93%	17,61%	

**Tabla 8.** Índice de corvo (%) según clasificación de IMC.

Índice de Hernández Corvo (HERZCO)		IMC
Pie derecho	Rs	-0.525**
	P	0.001
	rs	-0.572**
Pie izquierdo	P	0,000

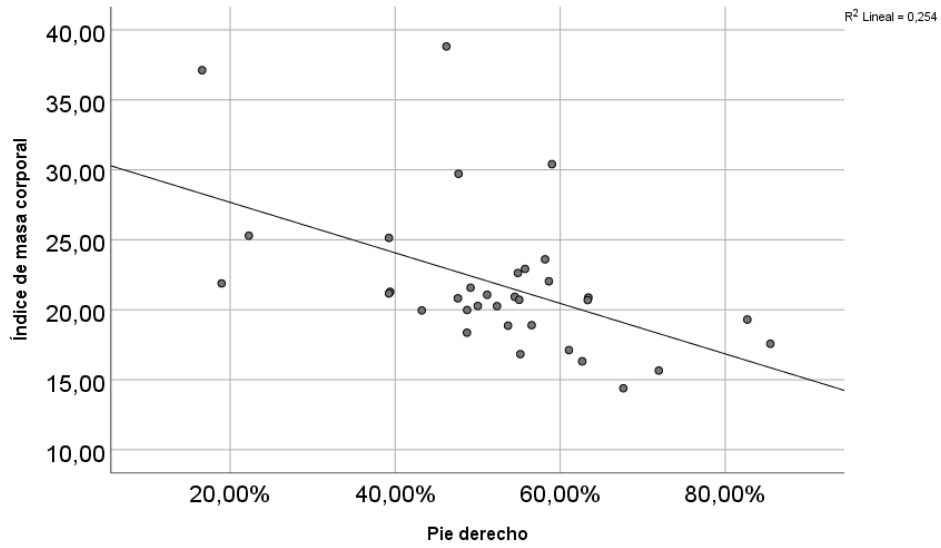
**Tabla 9.** Relación entre índice de Hernández Corvo e Índice de Masa Corporal



**Gráfico 5.**

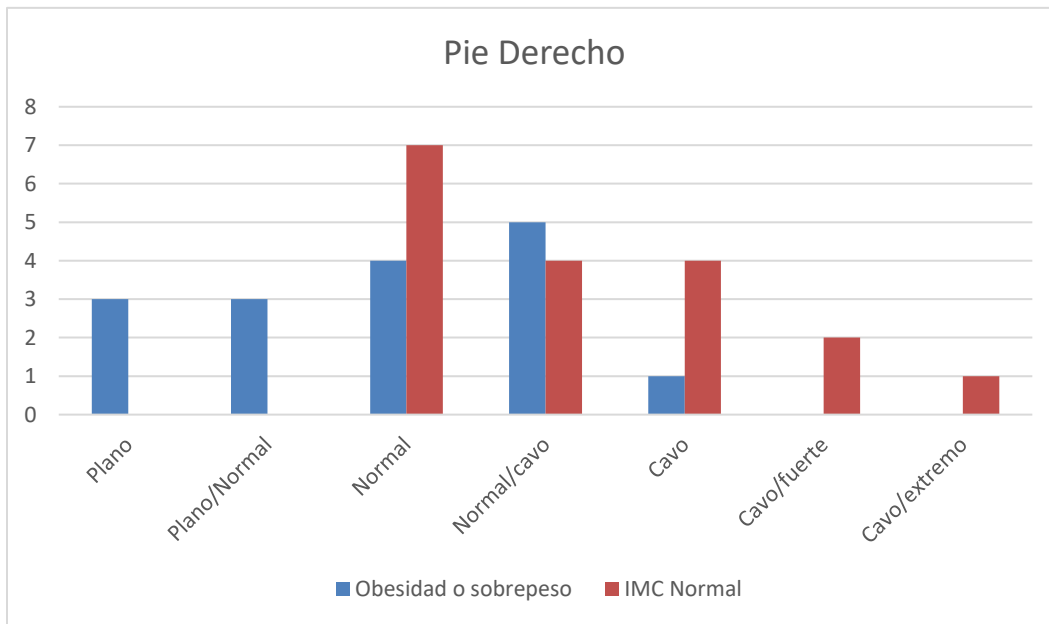


**Dispersión, %X pie derecho**



**Gráfico 6.**

**Clasificación del índice de Hernández Corvo según el IMC de adolescente, pie derecho.**



**Gráfico 7.**

### Clasificación del índice de Hernández Corvo según el IMC de adolescentes, pie izquierdo

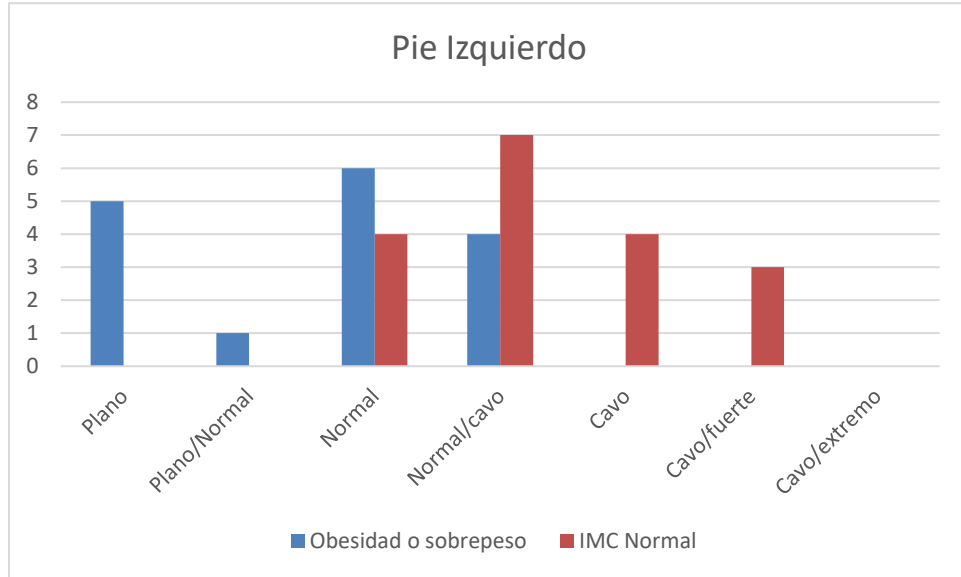


Gráfico 8.



## 5. DISCUSIÓN.

Esta investigación fue enfocada al análisis comparativo de la relación de pie plano, sobrepeso y obesidad en adolescentes de una Unidad Educativa local, para esto, se emplearon técnicas antropométricas como el cálculo del IMC y el Método de Corvo para determinar los distintos tipos de pies. El IMC permitió clasificar el estado nutricional de los 34 participantes, cuyos valores corporales mostraron que, aproximadamente el 53% de sujetos presentaron un Índice de Masa corporal normal ( $n= 18$ ), mientras que, el 47 % presentaron un Índice de Masa Corporal superior al valor normal (12 sobrepeso, 4 obesidad), de igual manera, al relacionar el IMC con el sexo, se manifestó que el 38,46% de varones presentaron un IMC normal; el 46,15% evidenciaron sobrepeso y el 15,38% tuvieron obesidad, mientras que, el 61,9% de mujeres manifestaron un IMC normal; el 28,57% presentaron sobrepeso y el 9,52% evidenciaron obesidad (tabla 1 y 2). Resultados que se asemejan a los datos obtenidos en el análisis realizado por Ministerio de Salud Pública del Ecuador en su Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2014). En cuanto al Índice de Hernández Corvo demostró que los estudiantes con IMC elevado presentaban pie plano o pie plano/normal, de la misma forma las personas denominadas en un rango normal presentaron pie cavo o normal. Estos resultados son analizados minuciosamente a continuación.

El índice de masa corporal (grafico 1) osciló entre 14.4 y 38.8 ( $M=21.8$ ;  $DS=5.3$ ), y si se clasifica según sexo y edad (en años y meses) mencionado por (Esenarro et al., 2015), se determinó que casi la mitad de adolescentes 47% ( $n=16$ ) tenían obesidad o sobrepeso, mientras que, el 53 % ( $n=18$ ) restante tenían un IMC normal. Al comparar los valores con el estudio realizado por Martínez (2010) en Perú, en escolares de 5 a 17 años se encontraron similitudes con valores de 22,6% de sobrepeso y 28,1% de obesidad. Sin embargo, son algo menores a los encontrados en el estudio de Reyna (2016), al analizar 321 niños, encontró alteraciones en el IMC con 36,76%, cabe recalcar que las edades analizadas fueron de 6 a 8 años, mientras que el actual proyecto de titulación se enfocó en edades de 12 a 14 años por lo que se encontraron mínimas diferencias en los valores.



Al relacionar el índice de Hernández Corvo con el sexo (tabla 7), se encontró que, en los hombres, el pie derecho el %X tuvo oscilaciones entre el 16.6% y 63.41% ( $M=44.23\%$ ;  $DS=16.01$ ), mientras que, el pie izquierdo el %X tuvo variaciones entre 13.57% y 58.24% ( $M=42.22\%$ ;  $DS=16.01\%$ ) ubicándose en general en la clasificación “pie normal”, con alta dispersión de datos indicando un comportamiento heterogéneo. Por otra parte, el %X calculado en el pie derecho de las mujeres fluctuó entre 39.24% y 85.47 ( $M=57.38\%$ ;  $DS=11.81\%$ ) mostrando una baja dispersión de datos, mientras que, en el pie izquierdo el %X osciló entre 9.59% y 81.22% ( $M=56.37\%$ ;  $DS=17.02\%$ ) ubicándose en una clasificación de “pie normal/cavo”. Se observa además en ambos sexos que el índice del pie derecho era ligeramente superior al izquierdo.

La relación entre el tipo de pie con el sexo, tanto en la categoría normal como en el sobrepeso y obesidad (gráfico 3 y 4), mostró que, en los hombres la mayoría (38 %) presentaron una tipología normal, también el 31 % evidenció propensión a pie cavo en el pie derecho y el 31 % restantes mostró propensión a pie plano. Por su parte, la mayoría de mujeres presentaron una tipología propensa a pie cavo con el 62 % en el pie derecho y el 71 % en pie izquierdo, misma extremidad que exhibió un 9% en casos de pie plano. Según los datos analizados, el pie plano se encuentra con mayor frecuencia en los varones a pesar de tener menos participantes del mismo género (38%) con respecto a las mujeres (62%), estos resultados tienden a relacionarse al estudio realizado por Saldívar-Cerón et al., (2015), en el cual se encontró una mayor prevalencia de pie plano en varones sobre las mujeres a pesar de que este último género abarcaba el 51,15% del total de la muestra.

Al clasificar el pie de acuerdo a la fórmula de Hernández Corvo (gráficos 7 y 8), se diagnosticó una mayor presencia de pie plano en la extremidad izquierda de los participantes con el 14,71% ( $n=5$ ), por otra parte, el 8,82% ( $n=3$ ) de la población de estudio presentó pie plano en la extremidad derecha, esta información muestra similitud con las resultantes obtenidos en el estudio desarrollado por Fawzy & Kamal, (2010), quienes afirmaban que las



personas utilizaban con mayor frecuencia la extremidad inferior izquierda que la derecha al momento de caminar o al soportar el peso corporal, generando un sobre esfuerzo en dicha extremidad. De igual manera, en un estudio realizado por Peralta-González, S., Santisteban-Francia, J., & Peralta-Álvarez, F. (2018), los resultados mostraron, en el pie izquierdo un mayor porcentaje de pie plano (26,73%) en varones, así mismo, se observó una predominancia de pie cavo (65,52%) en la extremidad izquierda de las mujeres. En cuanto al pie derecho, se evidencio un porcentaje superior de pie cavo (75,86%) en las mujeres y el predominio de pie plano (26,73%) en los varones. Estos datos presentan similitud con este estudio, pues en el pie izquierdo, se determinaron tres registros de pie plano y un caso de pie plano/normal en varones (30,77%), frente a dos casos de pie plano/normal (9,52%) en las mujeres, de igual forma, en el pie derecho se observaron tres casos de pie plano y un caso de plano/normal (30,77%) en los hombres, mientras que, en el género femenino se establecieron dos casos de pie plano/normal (9.52%). En cuanto al pie cavo se determina mayor presencia en las mujeres con cuatro casos de pie cavo y tres casos de pie cavo/fuerte (33,33%) concernientes al pie izquierdo, frente a tres casos de pie normal/cavo (23,08%) encontrado en el mismo pie en los hombres, por su parte, en el pie derecho, las mujeres presentaron siete casos de pie normal/cavo y 6 casos de pie cavo y sus variantes (61,9%), frente a dos casos de pie normal/cavo y dos casos de pie cavo en los hombres (30,77%).

Al relacionar el índice de Hernández Corvo con el Índice de Masa Corporal, se encontró que, en ambos pies, el índice HERZCO de los adolescentes con peso normal era significativamente mayor al de aquellos estudiantes que presentaron sobrepeso y obesidad; estos datos son sustentados por la prueba no paramétrica de comparación U-Mann Whitney ( $p < 0.05$ ) pues se encontró una diferencia del 14.63% en el pie derecho y 21.25% en el pie izquierdo (tabla 8). Así, también se registró una alta dispersión de datos para el índice de Hernández Corvo de los estudiantes con sobrepeso u obesidad (gráficos 5 y 6). Por su parte, Sánchez Ramírez (2017) elaboró un estudio sobre las características morfológicas del pie en relación al IMC y la Actividad Física realizada, los resultados obtenidos mostraron un



comportamiento asimétrico en el tipo de pie, mayormente en los hombres que en las mujeres, siendo más notorio en los hombres con normo peso, pues presentaron un alto porcentaje de pies asimétricos (64,2%), mientras que, las mujeres con peso normal y sobrepeso registraron valores de 37,88% y 33,33% respectivamente. Los resultados parecen mostrar un comportamiento más heterogéneo en el sexo masculino, por su parte, las mujeres parecen exponer un comportamiento más homogéneo en relación al tipo de pie.

La relación entre pie plano, sobrepeso y obesidad, se realizó al comparar dos grupos de estudiantes (peso normal; sobrepeso y obesidad), los resultados exponen que en el grupo de sobrepeso y obesidad el 19 % de sujetos presentaron pie plano en el pie derecho ( $r_s = -0.525$ ;  $p < 0.001$ ) y el 31% en el pie izquierdo ( $r_s = -0.572$ ;  $p < 0.000$ ), sumando un total del 50% de casos, mientras que, en el grupo de peso normal no se evidenciaron casos de pie plano; esto parecen indicar una relación muy significativa entre pie plano, sobrepeso y obesidad. Los valores de correlación encontrados muestran que mientras mayor es el Índice de Masa Corporal menor será índice de Hernández Corvo (tabla 9), es decir, los adolescentes con mayor masa corporal presentan una mayor propensión a desarrollar pie plano. De igual manera, Saldívar-Cerón et al., (2015) en una comparación realizada en cuatro grupos de estudio, encontró que los grupos de sobrepeso y obesidad presentaron mayor frecuencia de pie plano, siendo mayor (19,3%) en el grupo de Obesidad, con una asociación muy significativa ( $p < 0.001$ ). Así mismo, en un estudio realizado por Fawzy y Kamal (2010), se evidencia una correlación ( $p = < 0.001$ ) significativa al relacionar el peso corporal con el ancho de pie determinado por el método de recolección y análisis de Robbins, concluyendo que, mientras mayor es el peso corporal las medidas del ancho del pie tienden a ser mayores, haciendo que el sujeto tenga predisposición al desarrollo de pie plano.

Los resultados descritos respaldan la hipótesis surgida en esta investigación, pues al contrastar los resultados con el de otros estudios, mencionando entre ellos a Paredes Fernández y Sánchez Montenegro (2019), quienes manifestaron que hay una alarmante



relación entre el IMC y la huella plantar, esta afirmación fue respaldada por López Fuenzalida et al., (2016), quienes encontraron una prevalencia de pie plano en su investigación, exponiendo que los cambios nutricionales marcan una diferencia significativa en el incremento y prevalencia de pie plano, información parecida a la de Bartolo et al., (2019), que utilizaron instrumentos idénticos a la del actual trabajo investigativo, concluyendo que a mayor cantidad de peso mayor relación con el desarrollo de pie plano, además, Dowling et al., (2001) recalcan que a largo plazo, el aumento de masa corporal incrementa la superficie de contacto del pie con el piso disminuyendo el arco longitudinal y plantar del pie. Por otro lado existe un estudio aplicado en Perú por Mendoza Diaz y Espinoza Veliz (2019), donde no se encontraron relaciones entre el IMC y pie plano o cavo, las cuales podrían refutar la hipótesis planteada, sin embargo estos datos pueden ser incompletos ya que en aquella investigación el rango de edad fue de seis años, pero Saldívar Cerón et al., (2015) aseguraron que la etapa de desarrollo del pie culmina a los 12 años.

Ningún adolescente con IMC normal presentó pie plano o pie normal/plano; encontrándose la mayoría de ellos en una tipología de pie cavo y sus variantes, mientras que el grupo de estudiantes con sobrepeso u obesidad el 56 % (n=9) quienes presentaron pie plano o alguna de sus variantes (gráficos 5 y 6). De igual manera Hills, A., Hennig, E., McDonald, M., & Bar-Or, O. (2001), realizaron un estudio donde los resultados demuestran una conducta similar entre las variables presión plantar y peso corporal tanto en hombres como en mujeres, pues, se observó que los valores medios de presión en los puntos anatómicos de referencia de los sujetos con obesidad fueron más altos con respecto a los sujetos con peso normal, tanto en las huellas estáticas como dinámicas. Se encontró un incremento significativo de las presiones debajo del talón, la parte medial del pie y en la cabeza del segundo y cuarto metatarsiano en los hombres y del tercero y quinto metatarsiano en las mujeres, concluyendo que al comparar las presiones del grupo no obeso con el grupo obeso, el segundo demostró un mayor ancho del antepié con mayores presiones plantares en los puntos anatómicos analizados, tanto en huellas estáticas como dinámicas, pues, la mayor presión se registró bajo



el arco longitudinal, siendo ligeramente predominante la presión ejercida por las mujeres (7.7%) que los hombres (3.1%).

Al analizar la relación entre los valores del %X calculados mediante el método HERZCO con los rangos respectivos de IMC, en el pie derecho, para el grupo de peso normal (M=59,22%; DS= 11,60%) el valor medio obtenido es ligeramente superior en comparación al grupo conformado por sobrepeso y obesidad (M=44,63%; DS=14,52%), de la misma, en el pie izquierdo se observa que el valor medio del %X es ligeramente mayor en el grupo normal (M=60,96%; DS=10,93%), en relación al grupo de sobrepeso y obesidad (M=39,71%; DS=17,61%), esta conducta determina que mientras mayor sea el peso del individuo el valor del %X disminuye, mostrando que los individuos con sobrepeso y obesidad son más propensos a desarrollar pie plano o sus variantes. Por su parte, en un estudio realizado por Villarroya, Esquivel, Concepción, et al., (2008), se empleó el método de Chippaux-Smirak Index (CSI) y Ángulo Plantar (FA), el cual posee tres criterios de clasificación (tendencia a pie cavus, rango de normalidad y tendencia a planitud), los resultados obtenidos exponen diferencias significativas de los valores medios del CSI entre los niños con peso normal (FA>42°; SCI entre 0.1 – 29,9%), sobrepeso (FA entre 35 – 41,9°; SCI entre 30 – 39,9%) y obesidad (FA entre 30 - 34,9°; SCI entre 40-44.9%). La comparación entre los tres grupos poblacionales puso en evidencia que a mayor peso del sujeto el valor del FA disminuye, mientras que, el valor del SCI aumenta, mostrando una tendencia a la planitud del pie, de esta forma, aunque se encontró una correlación baja ( $P<0.0001$ ), la relación entre las variables de estudio fue muy significativa. A pesar de que las dos tesis emplearon un método distinto de análisis de la huella plantar, se pueden manifestar comportamientos similares en las variables de estudio, haciendo que ambas investigaciones lleguen a conclusiones similares.

Finalmente, se espera que con estos resultados se pueda brindar una fuente de información a la comunidad científica para cubrir la escasez de trabajos disponibles aplicados en estas edades, las cuales pueden estar sujetas a cambios nutricionales, programas de





ejercicios terapéuticos destinados a la prevención y control del pie plano en estudiantes con sobrepeso y obesidad.

### 5.1 Conclusiones.

Tras la realización del estudio sobre la relación entre pie plano y el IMC en adolescentes de 12 a 14 años, se pudo llegar a las siguientes conclusiones.

- Las mujeres muestran un índice de HERZCO más homogéneo, es decir, los valores del %X presentan menor dispersión de datos con relación a la media, siendo mayor la tendencia a pie cavo.
- En el grupo conformado por estudiantes con sobrepeso y obesidad, el pie izquierdo es ligeramente más plano en todos los estudiantes que presentan esta patología.
- Del número total de la población evaluada, la mitad de estudiantes presentan sobrepeso – obesidad.
- Al comparar el índice de Hernández Corvo según la clasificación del IMC, las personas con sobrepeso y obesidad tienen un valor inferior del índice de HERZCO en ambos pies, principalmente en el izquierdo, lo que dispone a dicha población a presentar variables de pie plano/normal hasta pie plano.
- El coeficiente de correlación de Spearman reveló una relación inversa en ambos pies (pie derecho  $sp = -0.525$ ; pie izquierdo  $sp = -0.572$ ), es decir, mientras mayor sea el valor del Índice de Masa Corporal del individuo, menor será el valor del índice de Hernández Corvo.
- Los sujetos cuyo IMC está comprendido entre los rangos de valor normal, no presentan variables de pie plano, sin embargo, esta conclusión no puede ser generalizada debido a que este estudio se realizó en una población pequeña.



## 6. BIBLIOGRAFÍA.

Aguado, J. (1993). Cuaderno de prácticas de biomecánica del movimiento. *Facultad de Ciencias del Deporte, Toledo, Universidad de Castilla La Mancha*, 59–80.

Aguilera, J., Heredia, J. R., Peña, G., & Segarra, V. (2015). Huella plantar, biomecánica del pie y del tobillo: Propuesta de valoración. *Revista Digital de Podología*,(69), 4–24.

Alburquerque Sendín, F. (2008). *Estudio comparativo intermetodológico de la composición corporal (Antropometría, BIA y DEXA)*.

Ambulódegui, E. S. (2019). *Manual de Anatomía Humana*. 116.

Arévalo Barriga, P. N., L. B., D. F. & Lucero Borja, D. F. (2018). *ESTADO NUTRICIONAL Y GASTO ENERGÉTICO TOTAL DE LOS TRIATLETAS PRE-JUVENILES Y JUVENILES DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DEL AZUAY PERIODO OCTUBRE 2017 A MARZO 2018*. 82.

Barone, L. R., Rodríguez, C. E., Ghiglionni, M. L., Gonzáles, C. D., & Luna, S. S. (2004). Anatomía y fisiología del cuerpo humano. *Argentina: Cultural Librería Americana SA*.

Barreto-Andrade, J., Villarroja-Aparicio, A., Contreras-Calle, T., Brito-Vásquez, V., & Loaiza-Dávila, E. (2016). Biomecánica de la marcha atlética. Análisis de las presiones plantares durante su desarrollo, revisión actualizada. *Lecturas: educación física y deportes*, 21(217), 1–9.

Bartolo, P., ZEVALLOS, A., & Paola, K. (2019). ASOCIACIÓN ENTRE ÍNDICE DE MASA CORPORAL Y EL ARCO DE PIE EN NIÑOS DE 6 A 10 AÑOS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA NUESTRA SEÑORA DE LAS MERCEDES, 2019. 74.

Basterra-Gortari, F. J., Bes-Rastrollo, M., Forga, L. I., Martínez, J. A., & Martínez-Gonzalez, M. A. (2007). Validación del índice de masa corporal auto-referido en la Encuesta Nacional de Salud. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 30, 373–381.

Bautista Santiago, J. C. (2016). *Estudio morfológico de pedigrafía (Huella Plantar), en estudiantes de licenciatura de la Facultad de Organización Deportiva de la UANL*. Universidad Autónoma de Nuevo León.



Berdejo-del-Fresno, D., Sánchez, A. J. L., Martínez-López, E. J., Zagalaz, J. C., & Diéguez, S. L. (2013). Alteraciones de la huella plantar en función de la actividad física realizada. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte/International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 13(49), 19–39.

Camarena, C. Á., & Villegas, W. P. (2010a). *Desarrollo y biomecánica del arco plantar*. 6(4), 8, 215–222.

Carbajal Azcona, Á. (2013). *Manual de nutrición y dietética*.

Carmenate Milián, L., Moncada Chévez, F. A., Leiva, B., & Waldermar, E. (2014). *Manual de medidas antropométricas*.

Del Campo Cervantes, J. M., González, L. G., & Rosales, A. G. (2015). Relación entre el índice de masa corporal, el porcentaje de grasa y la circunferencia de cintura en universitarios. *Investigación y Ciencia*, 23(65), 26–32.

Diéguez, S. L., Sánchez, A. J. L., & López, E. J. M. (2011). Análisis de los diferentes métodos de evaluación de la huella plantar. *RETOS: Nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 19, 49–53.

Dowling, A., Steele, J., & Baur, L. (2001). Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children? *International Journal of Obesity*, 10.

Duarte, R. M. (2015). Obesidad y sobrepeso: Una epidemia mundial. *Rev Med Hondur*, 83(1/2), 5–6.

Esenarro, A., Ángel, L., Rojas, C., Constanza, M., de Saavedra, C. D., & del Carmen, M. (2015). *Guía técnica para la valoración nutricional antropométrica de la persona adolescente*.

Fawzy, I. A., & Kamal, N. N. (2010). Stature and Body Weight Estimation from Various Footprint Measurements Among Egyptian Population: STATURE AND BODY WEIGHT ESTIMATION FROM VARIOUS FOOTPRINT MEASUREMENTS. *Journal of Forensic Sciences*, 55(4), 884–888. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2010.01372.x>

Giraldo Mateos, M. V., & Palomo López, P. (2016). Análisis de la huella plantar en escolares de 8 a 10 años. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*, 10(2). [https://doi.org/10.5209/rev\\_RICP.2016.v10.n2.52306](https://doi.org/10.5209/rev_RICP.2016.v10.n2.52306)



Gómez Echeverry, L. L., Velásquez Restrepo, S. M., Castaño Rivera, P., Valderrama Mejía, S., & Ruiz Molina, M. A. (2017). La antropometría y la baropodometría como técnicas de caracterización del pie y herramientas que proporcionan criterios de ergonomía y confort en el diseño y fabricación de calzado: Una revisión sistemática/Anthropometry and baropodometry as foot... *Prospectiva*, 16(1), 7–17. <https://doi.org/10.15665/rp.v16i1.901>

Guamán Chalco, P. N., & Mora Fajardo, E. A. (2016). *COMPOSICIÓN CORPORAL DE LOS INTEGRANTES DE LAS FAMILIAS DEL CANTÓN EL TAMBO EN EL AÑO 2016*.

Hills, A., Hennig, E., McDonald, M., & Bar-Or, O. (2001). Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: A biomechanical analysis. *International Journal of Obesity*, 25(11), 1674–1679. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801785>

Lara Diéguez Silvia, Lara Sánchez, J. A., Zagalaz, S. L. M., & Martínez-López, E. J. (2011). Análisis de los diferentes métodos de evaluación de la huella plantar. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 19(1), 49–53.

Liria Reyna. (2012). Consecuencias de la obesidad en el niño y el adolescente. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 29(3), 357–361. <https://doi.org/10.1590/S1726-46342012000300010>

Lluch J, J. L. F. }. (2012). *ÁLISIS DE IMÁGENES: APLICACIÓN DE KINOVEA® EN PODOLOGÍA*. 4.

López-Fuenzalida, A., Rodríguez Canales, C., Reyes Ponce, Á., Contreras Molina, Á., Fernández Quezada, J., & Aguirre Polanco, C. (2016). Asociación entre el estado nutricional y la prevalencia de pie plano en niños chilenos de 6 a 10 años de edad. *Nutrición Hospitalaria*, 33(2), Article 2. <https://doi.org/10.20960/nh.98>

Luengas, L. A., Díaz, M. F., & González, J. L. (2016). Determinación de tipo de pie mediante el procesamiento de imágenes. *Ingenium*, 17(34), 147–161.

Martínez, A. R. (2010). *Prevalencia de sobrepeso y obesidad en alumnos de 5 a 17 años del Colegio Concordia Universal en la provincia del Callao y su relación con la circunferencia abdominal en el año 2010*. Tesis]. Lima: Universidad de San Martín de Porras. Facultad de Medicina.



Mendoza Diaz, M., & Espinoza Veliz, L. P. (2019). *Concordancia entre los métodos índice del arco y el índice de Hernández Corvo para la detección de pie plano y pie cavo en niños de 6 a 8 años en una Institución Educativa del distrito de Villa El Salvador, Lima.*

Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2014). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición: ENSANUT-ECU 2014.* INEC.

Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2020). *Lineamientos de prevención y control para casos SARS CoV2/COVID-19.* 3. [https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/03/lineamientos\\_covid-19\\_\\_final\\_09-06-2020\\_v3\\_1-2.pdf](https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/03/lineamientos_covid-19__final_09-06-2020_v3_1-2.pdf)

Moreira, O. C., Alonso-Aubin, D. A., de Oliveira, C. E. P., Candia-Luján, R., & de Paz, J. A. (2015). Métodos de evaluación de la composición corporal: Una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. *Arch Med del Deport*, 32(6), 387–394.

Moya S., H. (2000). Malformaciones congénitas del pie y pie plano. *Revista chilena de pediatría*, 71(3). <https://doi.org/10.4067/s0370-41062000000300011>

Padróa, M. L., & Moliné, S. M. (2003). Alteraciones de la bóveda plantar. *Rev Esp Reumatol*, 30(9), 489–498.

Paredes Fernández, S. M. F., & Sánchez Montenegro, A. (2019). *Obesidad infantil como factor asociado a pie plano en niños de 6 a 11 años en instituciones educativas primarias del distrito de Chiclayo en el periodo Agosto-Diciembre 2017.*

Peralta-Gonzales, S., Santisteban-Francia, J., & Peralta-Alvarez, F. (2018). Rendimiento en el área de educación física y tipo de huella plantar en escolares limeños. *CASUS. Revista de Investigación y Casos en Salud*, 3(1), 33–39. <https://doi.org/10.35626/casus.1.2018.38>

Pérez, E. C., Sandoval, M.A, Schneider, S.E & Azula, L.A. (2008). *EPIDEMIOLOGIA DEL SOBREPESO Y LA OBESIDAD EN NIÑOS Y ADOLESCENTES.* 179, 16–20.

Pisabarro, R., Irrazábal, E., & Recalde, A. (2000). Primera encuesta nacional de sobrepeso y obesidad (ENSO I). *Rev Med Uruguay*, 16(1), 31–38.

Quintana-Guzmán, E. M., Salas-Cháves, M. del P., & Cartín-Brenes, M. (2014). Índice de masa corporal y composición corporal con deuterio en niños costarricenses. *Acta pediátrica de México*, 35(3), 179–189.



Reyna, L. F. S. (2016). *TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN SALUD PÚBLICA*. 69.

Salazar, L. G., Alvarez, J. M. F., Portilla, J. J. N., Esguerra, E. A. V., Bonilla, D. V. V., & Hernández, L. J. (2010). Características de la huella plantar en deportistas colombianos. *Entramado*, 6(2), 158–167.

Saldívar-Cerón, H. I., Garmendía Ramírez, A., Rocha Acevedo, M. A., & Pérez-Rodríguez, P. (2015). Obesidad infantil: Factor de riesgo para desarrollar pie plano. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 72(1), 55–60. <https://doi.org/10.1016/j.bmhimx.2015.02.003>

Sánchez Ramírez, C. (2017). Caracterización Morfológica del Arco Plantar Longitudinal Medial del Pie en una Población Chilena. *International Journal of Morphology*, 35(1), 85–91. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100015>

Schonauer Cueva, M. (2015). *Prevalencia de pie plano grado I, II o III en estudiantes de educación regular básica de la Escuela Adventista ciudad de Quito, mediante baropodometría dinámica y el método de evaluación de Hernández Corvo*. PUCE.

Silva, H., Collipal, E., Martínez, C., & Torres, I. (2008). Análisis del IMC y Somatotipo en una Muestra de Adolescentes con Sobrepeso y Obesidad en Temuco-Chile. *International Journal of Morphology*, 26(3), 707–711.

Suárez-Carmona, W., & Sánchez-Oliver, A. J. (2018). Índice de masa corporal: Ventajas y desventajas de su uso en la obesidad. Relación con la fuerza y la actividad física. *Nutrición Clínica*, 12(3–2018), 128–139.

Taylor, E. D., Theim, K. R., Mirch, M. C., Ghorbani, S., Tanofsky-Kraff, M., Adler-Wailes, D. C., Brady, S., Reynolds, J. C., Calis, K. A., & Yanovski, J. A. (2006). Orthopedic complications of overweight in children and adolescents. *Pediatrics*, 117(6), 2167.

Valverde, P. R., De Los Santos, F. R., & Rodríguez, C. M. (2010). Diferencias de sexo en imagen corporal, control de peso e Índice de Masa Corporal de los adolescentes españoles. *Psicothema*, 22(1), 77–83.

Villarroya, A., Esquivel, J., Concepción, T., Buenafé, A., & Moreno, L. (2008). Foot structure in overweight and obese children. *International Journal of Pediatric Obesity*, 3(1), 39–45. <https://doi.org/10.1080/17477160701520298>

Voegeli, A. V. (2003). *Anatomía funcional y biomecánica del tobillo y el pie*. 9.



World Health Organization. (2020). *Prevención y control de infecciones durante la atención médica cuando se sospecha una nueva infección por coronavirus: Guía Provisional*. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330685/9789240001114-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zambrano Zambrano, L. M. (2015). *Prevalencia de las alteraciones de la huella plantar y sus efectos colaterales en niños de 3 y 4 años de edad. Centros Infantiles del Buen Vivir del MIES. Cuenca 2014-2015* [B.S. thesis].



ANEXOS.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Mgf. Segundo José Banegas Ramon

Cuenca, 14 de septiembre del 2020

Nº 138602  
Rector de la  
UNIDAD EDUCATIVA "VICTOR GERARDO AGUILAR"

De nuestras consideraciones,

Nosotros, ARIOLFO CARRASCO PAGUAY con CI. 0302717459; HUGO ADRIAN GUARQUILA MENDEZ con CI. 0705876357, solicitamos cordialmente una autorización y apoyo de su institución encargada, para realizar un estudio transversal con alumnos que estén cursando octavo, noveno y décimo de EGB, en base al acuerdo No. MINEDUC-MINEDUC-2017-00049-A de 23 de mayo de 2017. Considerando:

Que, la Ley Orgánica de Educación Intercultural, en el Artículo 6 literal m) determina como una obligación del Estado el propiciar la investigación científica, tecnológica y la innovación, la creación artística, la práctica del deporte, la protección y conservación del patrimonio; cultural, natural y del medio ambiente, y la diversidad cultural y lingüística

Que, el artículo 22 literal f), de la Ley ibídem, como una de las atribuciones y deberes de la Autoridad Educativa Nacional, establece el desarrollar y estimular la investigación científica, pedagógica, tecnológica y de conocimientos ancestrales, en coordinación con otros organismos del Estado.

Esta investigación servirá para la obtención del título otorgado por la Universidad de Cuenca en CIENCIAS DE LA EDUCACION EN LA ESPECIALIZACION DE CULTURA FISICA, cuyo tema principal es el siguiente: "Análisis de la relación entre pie plano, sobrepeso y obesidad en adolescentes de 12 a 14 años mediante el Método de Hernández Corvo." Cuyos procedimientos técnicos de investigación fueron aprobados anteriormente por otras autoridades pertinentes a la institución. Los procedimientos a realizar, se encuentran adjuntados en el actual documento.

Esperamos que el siguiente tema tenga una buena acogida ya que los programas de investigación buscan una validez e impacto en la sociedad, por sin otra particularidad le anticipamos en agradecerle.

Atentamente

Hugo Adrián Guarquila Méndez  
0705876357

Ariolfo Carrasco Paguay  
0302717459

Recibido 14/09/2020



UNIDAD EDUCATIVA "VICTOR GERARDO AGUILAR"

RECTORADO

Coordinar con la Vicerrec para deportiva.





**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
*desde 1867*

**UNIVERSIDAD DE CUENCA**

**FILOSOFÍA LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

**CARRERA DE CULTURA FÍSICA**

**CONSENTIMIENTO PARA REPRESENTANTES DE LOS ESTUDIANTES QUE  
PARTICIPAN EN ESTE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Análisis de la relación entre pie plano, obesidad y sobrepeso en adolescentes de 12 a 14 años.**

Estimado padre/madre de familia o representante:

Por medio de la presente, **HUGO ADRIÁN GUARQUILA MENDEZ** con CI: **0705876357**, **ARIOLFO CARRASCO PAGUAY** con CI: **0302717459**, en calidad de estudiantes de la Carrera de Cultura Física, nos dirigimos a usted de la manera más respetuosa, para solicitar, nos conceda el permiso para que su representado/a participe en una investigación Descriptiva, el cual se desarrollara durante el periodo lectivo 2020-2021,

Ariolfo Carrasco Paguay

Hugo Adrián Guarquilla Méndez



siendo este proyecto de titulación un requisito para la obtención del título de licenciatura en Cultura Física. Es necesario indicar que los estudiantes del octavo, noveno y décimo de Educación General Básica de la Unidad Educativa “Víctor Gerardo Aguilar” de la ciudad de Cuenca, han sido escogidos por los investigadores como universo de estudio.

El objetivo de este estudio es analizar la relación que existe entre pie plano, sobrepeso y obesidad en adolescentes de 12 a 14 años, aplicando la fórmula del Índice de Masa Corporal (IMC) que es igual al peso sobre talla al cuadrado y del método HERZCO para determinar el tipo de pie. Además, permite conocer el estado nutricional del estudiante, así como detectar las posibles malformaciones o patologías que pueden presentar los pies de los participantes.

La información obtenida durante el proceso de investigación será mantenida bajo estricta confidencialidad y el nombre de su representado/a no será visualizado de ninguna manera manteniendo el anonimato de los participantes. También se menciona que, las técnicas y protocolos usados en el presente estudio no presenta riesgos para la salud de los sujetos de estudio. Si por alguna razón su representado/a no desea colaborar en el proceso de investigación, esta en todo su derecho de negarse sin verse perjudicado de ninguna forma.

Investigadores:

HUGO ADRIAN GUARQUILA MENDEZ

ARIOLFO CARRASCO PAGUAY

Nombre del representante: \_\_\_\_\_

CI: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Ariolfo Carrasco Paguay

Hugo Adrián Guarquila Méndez