

# UCUENCA

## Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Médicas

Carrera de Fisioterapia

**Tipo de huella plantar en los escolares de 10 a 15 años de edad de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón-Cuenca, período septiembre 2022-febrero 2023**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Licenciado en Fisioterapia

Modalidad: Proyecto de investigación

**Autores:**

María Belén Mosquera Flores

Stalin Oswaldo Maldonado Castillo

**Directora:**

María Johanna Barros Brito

ORCID: 0000-0002-2788-8711

**Cuenca, Ecuador**

2023-04-04

## Resumen

La huella plantar puede verse afectada por diversos factores, por tal razón, un análisis oportuno nos permite hacer un diagnóstico temprano de las alteraciones del pie para prevenir trastornos. El objetivo es identificar el tipo de huella plantar en los escolares de 10 a 15 años de edad de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón de la ciudad de Cuenca en el periodo septiembre 2022-febrero 2023. El estudio es de enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y corte transversal. El tipo de huella plantar se evaluó mediante el fotopodómetro, utilizando en su programa el Índice de Hernández Corvo para caracterizar el pie y los datos fueron tabulados mediante Excel y el programa SPSS 22.0. La población fue seleccionada mediante muestreo no probabilístico, evaluándose a 75 estudiantes de edades entre 10 a 15 años. Se encontró un mayor porcentaje de pie cavo con el 56% en el derecho y 45.3% en el izquierdo. En el pie derecho hubo mayor porcentaje de pie cavo en mujeres que en hombres; en el izquierdo, predominó el pie normal/cavo en hombres y en mujeres el pie cavo. En la edad de 10 años el pie cavo fue mayor en el derecho, mientras que a los 12 años en el izquierdo. Existió un mayor número de pie cavo en participantes con un índice de masa corporal (IMC) normal. Dentro de la población estudiada se pudo determinar que el tipo de huella plantar predominante es el pie cavo.

*Palabras clave:* huella plantar, escolares, pie plano, pie cavo, fotopodómetro

### Abstract

The plantar footprint can be affected by various factors; therefore, a timely analysis allows us to make an early diagnosis of foot alterations to prevent disorders. The objective is to identify the type of plantar footprint in school children from 10 to 15 years of age of the Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón in the city of Cuenca in the period September 2022-February 2023. The study is quantitative, descriptive and cross-sectional. The type of plantar footprint was evaluated by means of the photo-podoscope, using the Hernández Corvo Index in its program to characterize the foot and the data were tabulated using Excel and the SPSS 22.0 program. The population was selected by non-probabilistic sampling, evaluating 75 students aged 10 to 15 years. A higher percentage of pes cavus was found with 56% in the right foot and 45.3% in the left foot. In the right foot there was a higher percentage of pes cavus in females than in males; in the left foot, the normal/cavus foot predominated in males and the cavus foot in females. At the age of 10 years, the cavus foot was greater in the right foot, while at 12 years of age it was greater in the left foot. There was a greater number of pes cavus in participants with a normal body mass index (BMI). Within the population studied, it was possible to determine that the predominant type of plantar footprint was the pes cavus.

*Key words:* plantar footprint, school children, flatfoot, pes cavus, photo-podoscope

## Índice de Contenido

<b>Resumen .....</b>	<b>2</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>3</b>
<b>Índice .....</b>	<b>4</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>9</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>10</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>11</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>12</b>
<b>Capítulo I .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Introducción.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 Planteamiento del problema.....</b>	<b>14</b>
<b>1.3 Justificación .....</b>	<b>14</b>
<b>Capítulo II .....</b>	<b>16</b>
<b>2. Marco teórico .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Pie.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Huesos del pie .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.1 Huesos del tarso .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.2 Huesos del radio del pie.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 Músculos del pie .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.1 Músculos extrínsecos: .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.2 Músculos intrínsecos .....</b>	<b>19</b>
<b>2.4 Nervios del pie.....</b>	<b>20</b>
<b>2.5 Articulaciones y ligamentos del pie .....</b>	<b>21</b>
<b>2.6 Biomecánica .....</b>	<b>21</b>
<b>2.7 Huella plantar y arcos del pie.....</b>	<b>22</b>

2.8 Desarrollo del arco plantar .....	24
2.9 Alteraciones de la huella plantar .....	24
2.10 Huella plantar y su relación con IMC .....	25
2.11 Fotopodómetro .....	26
2.12 Índice de Hernández Corvo .....	27
Capítulo III .....	30
3.1 Objetivo General.....	30
3.2 Objetivos Específicos .....	30
Capítulo IV.....	31
Diseño metodológico .....	31
4.1 Tipo De Estudio .....	31
4.2 Área De Estudio.....	31
4.3 Universo Y Muestra .....	31
4.3.1 Universo.....	31
4.3.2 Muestra .....	31
4.4 Criterios De Inclusión y Exclusión .....	31
4.4.1 Criterios de Inclusión .....	31
4.4.2 Criterios de Exclusión .....	31
4.5 Variables (Anexo 1) .....	31
4.6 Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de información	32
4.6.1 Método .....	32
4.6.2 Técnica.....	32
4.6.3 Instrumentos .....	32
4.6.4 Procedimientos .....	33
4.7 Plan De Análisis y Tabulación.....	34
4.8 Aspectos Éticos .....	34
Capítulo V.....	35

5. Resultados .....	35
Capítulo VI.....	45
6. Discusión .....	45
Capítulo VII.....	48
7.1 Conclusiones.....	48
7.2 Recomendaciones.....	48
Referencias .....	50
Anexos.....	54
Anexo A.....	54
Anexo B.....	57
Anexo C.....	58
Anexo D.....	59
Anexo E.....	62
Anexo F.....	63

**Índice de figuras**

**Figura 1 ..... 29**

## Índice de tablas

<b>Tabla</b>	<b>Nº1</b>	.....	<b>35</b>
<b>Tabla</b>	<b>Nº2</b>	.....	<b>36</b>
<b>Tabla</b>	<b>Nº3</b>	.....	<b>37</b>
<b>Tabla</b>	<b>Nº4</b>	.....	<b>38</b>
<b>Tabla</b>	<b>Nº5</b>	.....	<b>39</b>
<b>Tabla</b>	<b>Nº6</b>	.....	<b>40</b>
<b>Tabla</b>	<b>Nº7</b>	.....	<b>41</b>
<b>Tabla</b>	<b>Nº8</b>	.....	<b>42</b>
<b>Tabla</b>	<b>Nº9</b>	.....	<b>43</b>
<b>Tabla</b>	<b>Nº10</b>	.....	<b>44</b>



## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer principalmente a Dios por haberme ayudado a cumplir una meta más en mi vida y por haber puesto en mi camino a personas que me han guiado para la realización de este proyecto con son mis padres y hermano, que han sido siempre el motor que me impulsa para cumplir con todos mis sueños y objetivos, además de estar siempre a mi lado en todo momento, han sido sin duda mis mejores guías de vida. De igual manera a mis amigas que me han apoyado y animado en los momentos que más lo necesitaba, aunque no frecuentamos mucho, ustedes han sido un pilar fundamental en mi vida.

Agradezco a mi tutora, Mgs. Johanna Barros, por la paciencia, conocimientos y toda la ayuda brindada en la realización de este proyecto quien me ha guiado con sus conocimientos para la realización de la tesis.

A mi compañero de tesis, que a pesar de las discusiones siempre nos mantuvimos en pie de lucha para terminar con el proyecto, apoyándonos cada uno con palabras de ánimo y conocimientos para terminar con esta investigación.

Por último, un agradecimiento especial al Laboratorio de Telemedicina de la Universidad de Cuenca, por la facilitación del instrumento fotopodómetro, el cual fue un apoyo importante para la realización de este proyecto de investigación. De igual manera a las autoridades de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón por facilitarnos las instalaciones, a los padres de familia de los estudiantes y a los estudiantes por habernos colaborado en este estudio.

**María Belén Mosquera Flores**

## DEDICATORIA

Dedico el siguiente trabajo a mis padres y hermano, ya que sin su apoyo no hubiera logrado cumplir con esta meta, muchos de mis logros se los debo a ellos. A mis tíos, que a pesar que no vivimos juntos, el apoyo moral nunca faltó y además que en este año he perdido a algunos de ellos, no están presentes físicamente, pero yo siento que desde el cielo me están guiando. A mis amigos y compañeros de trabajo que de una u otra forma me supieron llevar adelante en este caminar. Por último, a mis dos mascotas, ya que han sido mis compañeros incondicionales en mis noches de desvelo para la culminación de este trabajo.

**María Belén Mosquera Flores**

## AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi agradecimiento principalmente a mi familia, porque fueron los que me apoyaron siempre en mis estudios y no estaría ahora aquí si no fuera por ellos. A mi enamorada, por su ayuda durante el transcurso de la carrera y por darme los ánimos para seguir continuando. A mis amigos, por estar en cada momento que lo necesitaba y darme buenos consejos. A mi compañera de tesis, que me enseñó el trabajo en equipo, y que con esfuerzo y nunca rendirse, se cumplirían nuestros sueños. Además, quiero reconocer a mi tutora de tesis, por sus recomendaciones, conocimientos brindados y su paciencia durante este proyecto. A todos los que fueron mis maestros a lo largo de la carrera, por sus enseñanzas, orientación y sabiduría. También, al Laboratorio de Telemedicina de la Universidad de Cuenca, por facilitarnos los instrumentos necesarios para nuestra investigación. De igual manera, estoy muy agradecido con las autoridades de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón quienes nos recibieron cálidamente y prestaron sus instalaciones para cumplir con nuestro proyecto. Finalmente, a todos los padres de familia y estudiantes de la escuela que aceptaron participar en el estudio.

**Stalin Oswaldo Maldonado Castillo**

**DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres, que, gracias a sus enseñanzas, apoyo y cariño a lo largo de mi vida, he logrado llegar muy lejos y continuaré haciéndolo por ellos. A mis dos hermanos, por haberme enseñado la importancia de apoyarse unos a otros y crecer juntos, pero más valioso, por haberme mostrado lo que es poder tener hermanos. A mis abuelos, por cuidarme y criarme desde muy pequeño, además de enseñarme la importancia del trabajo duro y siempre dar lo mejor en todo, porque es lo mejor que uno puede hacer. A mi perrito, a pesar de que estuvo poco tiempo en mi vida, fue como si lo hubiera estado desde siempre. A mi perrita, porque todos los días me llena de amor y me acompaña a donde quiera que vaya.

**Stalin Oswaldo Maldonado Castillo**

## Capítulo I

### 1.1 Introducción

Los pies constituyen la base de la sustentación del organismo humano, los mismos que están compuestos por un arco longitudinal medial, un arco longitudinal lateral y un arco transversal, cuya función radica en absorber la presión de las cargas (1). Mientras que, la huella plantar se caracteriza por ser la imagen de la superficie del pie cuando contacta con el suelo, la cual puede verse afectada por diversos factores extrínsecos e intrínsecos (2).

El momento clave para el desarrollo del arco plantar es antes de los 6 años, sin embargo, sigue desarrollándose hasta los 10 años y los datos normativos indican que hasta esta edad se encuentra formado por completo. Las alteraciones del pie causan estrés sobre las estructuras articulares de la columna vertebral, cadera, rodilla y tobillo llevando a defectos posturales y, sobre todo, alteraciones en la marcha, obteniendo así, un impacto negativo en la calidad de vida de los niños. Alrededor del 90% de todas las visitas clínicas relacionadas con problemas en los pies de los niños se deben a este tipo de pie (3, 4, 5).

En las últimas dos décadas, estudios han investigado sobre el tipo de huella plantar más frecuente en los escolares, por lo que según Peralta-Gonzales S., *et al.*, en su investigación argumenta que, en su población de estudio de 217 niños en edades comprendidas entre 6 y 12 años, se evidencia una mayor frecuencia de pie cavo en ambos pies en comparación con el pie plano. Además, los hombres presentan una mayor prevalencia de pie plano, mientras que, en las mujeres se observa mayor pie cavo. Por otro lado, Aco-Luna JA, *et al.*, menciona que, en su población de estudio de 959 escolares entre edades de 6 a 13 años, 182 (19%) de ellos presentan alteración de la huella plantar, donde el 42,3% tienen pie plano y el 57,7% pie cavo; con respecto al sexo, 55 niños y 22 niñas presentan pie plano y, 45 niños y 60 niñas pie cavo. Por último, Giraldo Mateos M.V., *et al.*, indica que en su población de estudio de 50 niños (28 hombres y 22 mujeres) con edades comprendidas entre 8 y 10 años, argumenta que un 72% presentó pie cavo en relación del pie plano con un 16% y del pie normal con un 12% (4, 5, 6).

Uno de los instrumentos que nos permite tener datos más fiables y exactos al momento de realizar la valoración de la huella plantar es a través del fotopodómetro, el mismo que nos brinda información mediante la captura de imágenes y el respectivo análisis acorde al Índice de Hernández Corvo (IHC) para caracterizar el tipo de pie. Una de las ventajas de la utilización de este instrumento es que nos permite medir de manera sencilla, rápida y confiable la huella plantar para su análisis. Siendo así, realizar una evaluación de la pisada de manera temprana y oportuna

nos permite evitar complicaciones a futuro como alteraciones musculoesqueléticas y, a su vez, corregir factores internos y externos que estén alterando la misma.

### **1.2 Planteamiento del problema**

La alteración de la huella plantar produce una desalineación estructural y funcional del pie lo que se traduce en desequilibrios musculoesqueléticos en sus estructuras adyacentes, influyendo así en la bipedestación y la marcha (7). El pie es una estructura anatómica que tiene la capacidad de soportar nuestro peso corporal, durante la marcha alcanzan una fuerza de 120% del peso corporal y durante la carrera aproximadamente 275%. La distribución de las cargas del pie durante la puesta en marcha se determina de la siguiente manera: talón 60%, mediopié 8%, antepié 28% y dedos 4%. Se encuentra conformado por varios huesos, articulaciones, ligamentos y músculos cuya finalidad es proporcionar la función motora, de equilibrio y de amortiguación indispensable para la bipedestación y la marcha (8).

La forma del pie está determinada por un arco en la parte interna que se encuentra formado por la distribución de los huesos del mismo. El arco plantar tiene la función de amortiguar cargas de peso las cuales se relacionan con el esfuerzo. Para que se produzca esta acción el pie toma un modelo de trípode podálico, es decir, apoyo en tres puntos para generar las funciones principales (7). Por otro lado, las articulaciones del pie tienen una estrecha relación con los músculos y huesos de la pierna, por lo que juegan un papel importante entre las fuerzas de los vectores provocando modificaciones entre estas dos estructuras (8).

Según estudios realizados como en Castro Serpa D. (1) et al. y Arco-Luna J.A. et al. (5) indican que en su población de estudio los individuos presentaron mayor frecuencia de pie cavo bilateralmente, sin embargo, cabe recalcar que antes de los 6 años se presenta un desarrollo importante para el arco plantar, no obstante, este sigue desarrollándose hasta los 10 años (3). Por lo tanto, después de la edad de maduración del arco se pueden presentar alteraciones en la morfología y biomecánica del mismo modificando las funciones propias que brinda el pie, por lo que es necesario identificar el tipo de huella de los escolares para un actuar oportuno por parte del área de la salud, debido a esto, nuestra pregunta de investigación es la siguiente: “¿Cuál es el tipo de pie más frecuente en los escolares de 10 a 15 años de edad de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón de la ciudad de Cuenca?”

### **1.3 Justificación**

Las alteraciones del pie son patologías frecuentes que se presentan en los niños y adolescentes, las mismas que afectan en su desarrollo y alteran la biomecánica del pie y, a su vez, a las

funciones que esta estructura brinda en el ser humano. Cabe resaltar que la formación del arco plantar se desarrolla de manera crítica hasta los 6 años, el cual madura hasta cumplir los 10 años de edad, después de ese tiempo se puede observar ciertas modificaciones del pie en los niños/as ya sea por factores intrínsecos o extrínsecos que constituyen a la consulta más frecuente a los médicos pediatras (3, 9). Sin embargo, estudios han indicado diferencias entre las edades y sexo con respecto al tipo de pie, esto se debe a diversos factores que pueden modificarlo de alguna manera, influyendo también los estilos de vida de cada individuo. Además, en la actualidad la mayoría de niños y adolescentes tienen un estilo de vida sedentario motivo por el cual existe un gran número con un índice de masa corporal (IMC) elevado. La obesidad junto con el sedentarismo hace que esta población sea poco activa impidiendo la pérdida de peso y favoreciendo de esta manera las alteraciones en el pie (10). Si estas alteraciones no se las trata a tiempo puede provocar molestias, dolor, dificultad para la marcha e incluso la bipedestación, puesto que la mecánica del pie se encuentra modificada.

El uso del fotopodómetro es un instrumento fiable que tiene validez para el diagnóstico de la pisada, se han realizado estudios con el uso de este dispositivo para determinar el tipo de huella plantar en población adulta mayor y niños de edades entre 3 a 6 años, sin embargo, no se han realizado estudios con respecto a los escolares de 10 a 15 años, es decir, luego de haberse establecido por completo el arco plantar.

Por este motivo, es necesario realizar un estudio para conocer el tipo de pie que presenta esta población debido a que en la ciudad de Cuenca no se han hecho estudios en niños a partir de los 10 años de edad, ya que es la etapa en donde el pie ha madurado por completo y esto nos permitiría tener datos precisos sobre las alteraciones que pueda presentar el mismo. Además, para analizar el pie y caracterizarlo se realizará a través del fotopodómetro que es un instrumento que nos brindará datos de manera fácil, rápida y confiable y, de esta forma nos ayudará a actuar precozmente para corregir cualquier alteración que se presente, mediante la aplicación de tratamientos fisioterapéuticos o con el uso de plantillas para evitar el dolor o con órtesis, etc.

Por último, la línea de investigación a seguir es de "Sistema Musculoesquelético", la cual pertenece a la línea de acción de la Facultad de Ciencias Médicas de la carrera de Fisioterapia, puesto que se va a estudiar el tipo y la forma del pie que posee cada escolar haciendo referencia a los cambios que adoptan tanto las articulaciones como los músculos y ligamentos.

## Capítulo II

### 2. Marco teórico

#### 2.1 Pie

El pie, al ser una estructura compleja se encuentra conformada por 26 huesos, 30 articulaciones y un sin número de ligamentos, tendones y músculos, que permiten movimientos tanto estáticos como dinámicos. Esta estructura se divide en tres partes: antepié, mediopie y retropié y pertenece a la región distal de la extremidad inferior, el cual tiene la capacidad de realizar acciones coordinadas como la marcha, además de generar estabilidad en la postura para lograr mantenernos de pie (11).

Las superficies de los huesos de esta región se encuentran rodeados de cartílago hialino y cada articulación posee una cápsula reforzada por numerosos ligamentos cuya función es generar estabilidad (11).

Como se mencionó anteriormente, el pie es una estructura anatómica compleja que permite al ser humano desplazarse por terrenos regulares e irregulares debido a que tiene la capacidad de funcionar como una palanca rígida, generando una propulsión adecuada al momento de dar el paso y adaptándose a las diferentes formas que posee la superficie en la que se desliza (11).

#### 2.2 Huesos del pie

Un total de 26 huesos conforman el pie, los cuales se dividen en antepié, mediopie y retropié; y a su vez, se subdividen en tarsianos, metatarsianos y falanges.

Dentro del tarso tenemos 7 huesos (cuboides, tres cuneiformes, escafoides, calcáneo y astrágalo) en donde el calcáneo y astrágalo conforman la región del retropié; el navicular, cuboides y cuneiformes forman el mediopie; y, por último, los metatarsianos y falanges el antepie (11).

##### 2.2.1 Huesos del tarso

**Astrágalo:** es un hueso que se localiza en la parte más proximal del tarso, posee una superficie dorsal y lisa rodeada de cartílago para unirse con la articulación tibiotarsiana. Contiene tres carillas articulares en la superficie plantar; dos carillas curvas (anterior y media) y una carilla oval (posterior) (12).

**Calcáneo:** se caracteriza por ser el hueso más grande del tarso, posee una tuberosidad rugosa en donde se inserta el tendón de Aquiles; en la superficie plantar presenta dos apófisis, una lateral



y medial, insertándose músculos intrínsecos, además de la fascia plantar; y, en la superficie dorsal posee tres carillas articulares las cuales se unen con el astrágalo. Las carillas anterior y media tienen una forma casi plana y de tamaño aproximadamente pequeño, mientras que la carilla posterior es grande y al ser convexa se articula con el astrágalo formando la articulación subastragalina. Por último, la superficie anterior que se articula con el hueso cuboidees, forma la articulación calcaneocuboidea (12).

**Navicular o escafoides:** posee una superficie proximal cóncava la cual recepta la parte convexa del astrágalo dando origen a la articulación astragalonavicular; una superficie distal con tres carillas planas que se conectan con los huesos cuneiformes; y, una superficie medial que contiene una tuberosidad saliente en donde se inserta el músculo tibial posterior (12).

**Cuneiformes medial, intermedio y lateral:** estos huesos colaboran en la formación del arco transversal del pie estableciendo la convexidad dorsal en la parte media. El hueso cuneiforme lateral es el único que presenta una carilla que permite articularse con la superficie medial del cuboidees (12).

**Cuboidees:** es semejante al hueso ganchoso de la muñeca, consta de seis superficies articulares en donde tres de ellas se acoplan con las estructuras óseas adyacentes. Tiene una superficie distal que se enlaza con el cuarto y quinto metatarsiano; una superficie proximal plana o levemente curva articulándose con el calcáneo; una superficie medial se articula con el cuneiforme lateral mediante su carilla oval; y, una superficie plantar que se encuentra apropiada por el tendón del músculo peroneo largo (12).

### 2.2.2 Huesos del radio del pie

**Metatarsianos:** son cinco metatarsianos, los cuales se distribuyen de medial a lateral numerados del primero al quinto. Estos enlazan la fila distal de los huesos del tarso con las falanges proximales. Su estructura consta de una base que se localiza en la parte proximal, una diáfisis y una cabeza que tiene forma convexa en la parte distal. Una característica importante de la diáfisis de los metatarsianos es que tiene levemente una forma cóncava en la región plantar cuyo objetivo es soportar cargas. El primer metatarsiano tiene dos carillas en su cabeza que se acoplan con dos huesos sesamoideos y en el quinto metatarsiano encontramos a la apófisis estiloides en la parte lateral de la base, en el que se inserta el músculo peroneo corto (12).

**Falanges:** hay 14 falanges, cada una presenta tres partes (proximal, media y distal), a excepción de la primera falange o hallux que posee dos partes (proximal y distal). Las características de

estas estructuras óseas es que cada falange contiene una base cóncava (región proximal), una diáfisis y una cabeza convexa (región distal) para encajarse entre las estructuras adyacentes (12).

## **2.3 Músculos del pie**

El pie consta de 29 músculos tanto extrínsecos como intrínsecos que conjuntamente con la fascia plantar proporcionan funciones en la marcha y postura, además de colaborar en la transmisión de fuerzas entre el pie y el suelo (13).

### **2.3.1 Músculos extrínsecos:**

Los músculos extrínsecos de la articulación del tobillo y del pie se encuentran divididos en tres compartimentos: anterior, lateral y posterior.

Dentro del compartimento anterior tenemos cuatro músculos (tibial anterior, extensor largo de los dedos, extensor largo del dedo gordo, peroneo tercero) cuyas inserciones se localizan en la cara anterior y lateral de la mitad proximal de la tibia, el peroné y la membrana interósea. Estos músculos tienen la función de ser flexores dorsales. El tibial anterior a más de llevar al pie en una flexión dorsal realiza un movimiento de inversión y mantiene al arco longitudinal medial. El extensor largo del dedo también extiende el primer dedo y conjuntamente con el peroneo tercero llevan el pie a una eversión. Los músculos del compartimento anterior tienen una activación mayor en la fase de apoyo al inicio y nuevamente en la fase de oscilación durante la marcha (12).

En el compartimento lateral encontramos a dos músculos (peroneo largo y corto) que se insertan en la región lateral del peroné en donde su función es realizar el movimiento de eversión del pie, siendo estos los músculos principales para esta acción, pero también permiten la flexión plantar de la articulación tibiotarsiana y proporcionan estabilidad al lado externo. Durante la marcha, estos músculos se activan principalmente durante la fase de apoyo final, además, participan de músculos sinergistas para el movimiento de flexión plantar durante la fase de despegue (12).

Por último, en el compartimento posterior, este se subdivide en dos grupos (superficiales y profundos). Dentro de los músculos superficiales encontramos al gastrocnemio, sóleo y plantar. El gastrocnemio, con sus dos cabezas, se inserta en la cara posterior de los cóndilos medial y lateral del fémur. Estos músculos se juntan con el sóleo para formar el tendón de Aquiles, pero el sóleo continúa hasta insertarse en la tuberosidad del calcáneo. En cambio, el músculo plantar, es un músculo pequeño que se incorpora en el borde medial del tendón de Aquiles. En el grupo

de músculos profundos tenemos al tibial posterior, flexor largo de los dedos y flexor largo del dedo gordo, estos nacen de la tibia y el peroné en su región posterior y de la membrana interósea (12).

Durante la marcha los músculos flexores plantares se activan en la fase de apoyo y despegue. Los músculos tibial anterior, flexor largo del dedo gordo y flexor largo de los dedos colaboran en la flexión plantar del tobillo durante la fase de apoyo en la parte final, además de controlar el movimiento en pronación y supinación. Por otro lado, cuando todo el pie se encuentra en contacto con el suelo, el tibial posterior ayuda al descenso del arco longitudinal medial absorbiendo el impacto de la carga (12).

### **2.3.2 Músculos intrínsecos**

Los músculos intrínsecos son los que se originan e insertan en el pie y se dividen en cuatro capas.

En la primera capa se encuentran los músculos flexor corto de los dedos, abductor del dedo gordo y abductor del quinto dedo los cuales se originan en la apófisis lateral y medial de la tuberosidad del calcáneo. El flexor corto de los dedos se inserta en las falanges medias del segundo al quinto dedo, el abductor del dedo gordo se localiza en la región medial del pie insertándose en la región medial de la falange proximal del primer dedo; y, por último, el abductor del quinto dedo se localiza en la región lateral y plantar insertándose en el borde lateral de la base de la falange proximal del quinto dedo (12).

En la segunda capa tenemos al cuadrado plantar y lumbricales, estos músculos se relacionan con los tendones del flexor largo de los dedos. El músculo cuadrado plantar presenta dos cabezas que se insertan en el calcáneo por su cara plantar, mientras que los cuatro lumbricales se insertan en los tendones del músculo flexor largo de los dedos cuyas funciones son flexionar la articulación metatarsofalángica y extender las interfalángicas (12).

En la tercera capa están el aductor del dedo gordo, flexor corto del dedo gordo y flexor del quinto dedo. El origen de estos músculos en conjunto se produce en la cara plantar del cuboides, cuneiformes y en la base de los metatarsianos y tejido conjuntivo. El músculo aductor del dedo gordo con sus dos cabezas (una oblicua y una transversa) se insertan de manera lateral en la base de la falange proximal del primer dedo y huesos sesamoideos, la función que realiza es flexionar y aducir la articulación metatarsofalángica del primer dedo. El flexor corto del dedo gordo también presenta dos cabezas que se insertan de manera distal en la región medial y lateral de la base de la falange proximal del primer dedo. Y el flexor del quinto dedo, que se inserta en la región lateral de la falange proximal, pero en su base (12).

Por último, la cuarta capa se divide en tres músculos interóseos plantares y cuatro dorsales. Con respecto a los interóseos dorsales, el primero y segundo se insertan en la región lateral y medial del segundo dedo, y el segundo y cuarto en la región lateral de los dedos tercero y cuarto. Cada dedo desde el tercero al quinto posee un músculo interóseo plantar, los cuales se insertan en la región medial de la base de la falange proximal respectivamente (12).

## 2.4 Nervios del pie

La inervación del pie está dada por las ramas de los nervios safeno, peroneo superficial y profundo, plantar medial y lateral, y calcáneo (11), en donde tienen la función de enviar y recibir información tanto sensitiva como motora.

El nervio safeno, al ser una rama que se origina en el nervio femoral es el encargado de inervar la región medial del tobillo y del pie hasta llegar a la porción distal del primer metatarsiano (11, 14).

El nervio peroneo común da origen a los nervios peroneos superficial y profundo. El nervio que inerva el dorso del pie, los dedos, el primer dedo en su parte dorsal y lateral, al segundo dedo en su parte dorsal y medial, al igual que al quinto dedo, pero en su región lateral, es el peroneo superficial, mientras que el peroneo profundo inerva al primer dedo en su región dorsal y lateral, al segundo dedo en la parte dorsal y medial y al músculo extensor corto de los dedos (14).

El nervio tibial en cambio, se divide en dos: plantares medial y lateral, los cuales se localizan en la altura del tobillo, pero en su región medial. El nervio plantar medial tiene inervación sensitiva y motora, aporta sensibilidad al tercer dedo en su cara plantar y al cuarto dedo en su cara medial; y, en la parte motora inerva a los músculos flexor corto de los dedos, flexor corto del dedo gordo, abductor corto del dedo gordo y al primer lumbrical. Por otro lado, el nervio plantar lateral inerva a la cara plantar lateral del cuarto dedo y a toda la cara plantar del quinto dedo brindándoles sensibilidad, además, inerva al cuadrado plantar, abductor del quinto dedo y flexor del quinto dedo proporcionándoles inervación motora (11).

Y por último se encuentra el nervio sural, que brota de los nervios tibial y peroneo, en donde esta característica lo convierte en un nervio único. Este proporciona inervación sensitiva en la región lateral posterior y medial del pie. Además, las ramas que inervan el talón proceden de los nervios tibial y sural (11).

## 2.5 Articulaciones y ligamentos del pie

Los huesos del tarso, metatarsianos y falanges forman varias articulaciones del pie. Dentro de las articulaciones intertarsianas fundamentales están: la articulación subtalar (talocalcánea) y la articulación transversa del tarso (calcaneocuboidea y talocalcaneonavicular) las cuales realizan los movimientos de inversión y eversión principalmente. Existen otras articulaciones del pie las cuales generan pocos movimientos debido a que son pequeñas y se encuentran rigurosamente unidas por ligamentos (14).

El movimiento de flexión y extensión se genera en la región del antepié con la ayuda de las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas. Los huesos del pie cerca de las articulaciones metatarsofalángicas se encuentran unidos por ligamentos dorsales y plantares, mientras que las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas por ligamentos laterales y mediales. La articulación subastragalina se caracteriza por ser de carácter sinovial, que se articula mediante la cara cóncava del astrágalo y la cara cóncava del calcáneo. Con respecto a su cápsula articular, esta se diferencia por ser débil, pero ciertos ligamentos (astragalocalcáneos medial, lateral, posterior e interóseo) le proporcionan estabilidad. La articulación transversa del tarso se caracteriza por estar conformada por dos articulaciones separadas que se alinean de manera transversal (15).

Con respecto a los ligamentos del pie, los principales se localizan en la cara plantar:

- **Ligamento calcaneonavicular plantar:** sostiene la cabeza del astrágalo cumpliendo una función fundamental con respecto a la transferencia de peso y en conservar el arco longitudinal del pie (15).
- **Ligamento plantar largo y calcaneocuboideo plantar:** su función primordial al igual que el ligamento calcaneonavicular plantar es mantener el arco longitudinal del pie (15).

## 2.6 Biomecánica

El pie y el tobillo son estructuras que están íntimamente ligadas para generar una marcha estable y armónica. Su biomecánica es compleja, ya que el tobillo tiene la función de transmitir la carga de la extremidad inferior al pie, además de intervenir en la orientación del pie con el suelo (8).

El pie realiza movimientos tanto en descarga como en carga, existiendo dos tipos: pasivo y activo. El movimiento pasivo ocurre en descarga cuando el pie no se encuentra contactando con ninguna superficie, y el movimiento activo cuando se encuentra en carga actuando todas las fuerzas que

son producidas por el peso del cuerpo, además de la contracción muscular que genera estabilidad a las articulaciones (8).

El conjunto de articulaciones que posee el pie realiza el movimiento en los tres planos (flexo-extensión, aducción-rotación interna, abducción-rotación externa y prono-supinación). Con respecto a la funcionalidad del pie, las articulaciones se diferencian en dos grupos:

1. **Articulaciones de acomodación (tarso y tarsometatarsianas):** su función es de amortiguación al momento del contacto del pie con la superficie y se adapta a terrenos irregulares (16).
2. **Articulaciones de movimiento (tobillo y dedos):** la misión que realiza este grupo es dinámica, principalmente en la marcha (16).

Durante la marcha, el pie y las articulaciones que lo conforman generan que las cargas se transmitan de manera progresiva desde el retropié hacia el antepié minimizando el gasto energético. Además, para la ejecución de la marcha, el movimiento del tobillo en el plano sagital es fundamental. Durante el segundo rocker o rodillo del ciclo de marcha, la articulación del tobillo permite la transferencia eficaz de la carga del peso corporal hacia el antepié (17). Al momento en donde el talón contacta con la superficie del suelo, la flexión plantar es realizada por la articulación de Chopart la cual ayuda a que se ejecute la acción. Mientras que, en la fase de apoyo intermedio, el talón se eleva antes por lo que permite que la carga se transmita al antepié rápidamente, sin embargo, las articulaciones del mediopie realizan un mayor esfuerzo de carga (17).

## 2.7 Huella plantar y arcos del pie

La huella plantar es la imagen de la superficie del pie que contacta con el suelo (18). Está constituida por dos arcos longitudinales y uno transversal, siendo su función la distribución de las cargas de peso sobre la base del pie. El peso del cuerpo se transmite desde la tibia hacia el astrágalo, luego continúa posteriormente hacia el calcáneo y anteriormente hacia los huesos sesamoideos del primer metatarsiano y la cabeza del segundo metatarsiano, y este peso se comparte lateralmente con las cabezas del tercero a quinto metatarsianos para un correcto equilibrio y una mejor comodidad. Además, tienen la capacidad de absorber los impactos y también actúan como trampolines que lo propulsan durante la marcha, la carrera y el salto. Estos arcos elásticos permiten que el pie sea capaz de adaptarse a los cambios en la superficie del terreno (15). A continuación, se mencionan los arcos plantares, estos son tres:

1. **Arco longitudinal medial:** es el más alto e importante, se encuentra formado por el calcáneo, el astrágalo, el navicular, los tres cuneiformes y los tres primeros metatarsianos. La cabeza del astrágalo es la piedra angular del arco y el tibial anterior y posterior a través de sus inserciones tendinosas lo refuerzan. El tendón del peroneo largo, que va de la cara lateral a la medial, también ayuda a mantener este arco (15).
2. **Arco longitudinal lateral:** es mucho más plano que el medial y descansa sobre el suelo durante la bipedestación. Está conformado por el calcáneo, el cuboides y los dos metatarsianos laterales (15).
3. **Arco transverso:** va de lado a lado, está formado por el cuboides, los cuneiformes y las bases de los metatarsianos. Los arcos longitudinales medial y lateral actúan como pilares del arco transverso. Los tendones del peroneo largo y el tibial posterior, que cruzan la planta del pie como un estribo, ayudan a mantener la curvatura del arco (15).

La integridad de los arcos plantares se mantiene gracias a factores pasivos y apoyos dinámicos (15).

Los factores pasivos implicados en la formación y el mantenimiento de los arcos plantares comprenden (15):

- La forma de los huesos unidos (en ambos arcos, pero especialmente en el transverso).
- Cuatro capas sucesivas de tejido fibroso que sostienen el arco longitudinal como una cuerda de arco (de superficial a profundo):
  - La aponeurosis plantar.
  - El ligamento plantar largo.
  - El ligamento calcaneocuboideo plantar (plantar corto).
  - El ligamento calcaneonavicular plantar (resorte).

Los apoyos dinámicos implicados en el mantenimiento de los arcos plantares comprenden (8):

- La acción tónica (refleja) de los músculos intrínsecos del pie (arco longitudinal).
- La contracción activa y tónica de los músculos y tendones largos que se extienden por el pie:
  - Flexores largos del dedo gordo y de los dedos para los arcos longitudinales.
  - Peroneo largo y tibial posterior para el arco transverso.

De estos factores, los ligamentos plantares y la aponeurosis plantar son las estructuras más importantes en el mantenimiento de los arcos plantares y las que están sometidas a una mayor tensión (15).

Por último, la función de la huella plantar va a estar influenciada principalmente por la forma del arco longitudinal medial ya que permite soportar el peso del cuerpo sin hundir el pie, sin embargo, este puede verse alterado provocando cambios en su morfología y en la distribución de presiones, por ello, su análisis puede constituir un método complementario en la exploración y diagnóstico (18).

### **2.8 Desarrollo del arco plantar**

La huella plantar, como ya se mencionó anteriormente, es la imagen de la superficie del pie que contacta con el suelo (18) y está constituida por dos arcos longitudinales y uno transversal, en donde la forma de uno de estos arcos va a caracterizar el tipo de huella en cada individuo. A medida que pasan los años, la postura del pie se va modificando disminuyendo su “planitud” ya que el arco longitudinal medial se está desarrollando progresivamente cambiando su estructura para una mejor función de la misma (19).

A la edad de 4 a 5 años el pie del niño/a tiene una forma aplanada que se considera normal ya que es un proceso fisiológico en estas edades, a medida que pasan los años, el arco longitudinal medial se eleva siendo característico en la edad de 6 a 8 años (20, 21), y no es hasta la primera década de vida que los niños presentan un pie completamente maduro y formado (3, 19, 22), momento en el cual se puede definir el tipo de huella característico del niño/a.

Una vez llegada a esta edad, es de gran importancia evaluar el tipo de huella del niño/a para conocer si presenta un arco normal o si tiene una alteración de la misma, debido a que de esta manera podremos intervenir con un plan de tratamiento específico e individualizado y prevenir futuras complicaciones.

### **2.9 Alteraciones de la huella plantar**

La mayoría de alteraciones de la huella plantar se debe a procesos fisiológicos del pie y miembros inferiores que ocurren durante el desarrollo del niño/a, por lo que es necesario diferenciar algunos hallazgos que se van presentando durante la evaluación para realizar un tratamiento individualizado (18).

El desarrollo del arco longitudinal medial del pie va cambiando conforme pasan los años provocando en múltiples ocasiones variaciones en su morfología. El momento clave para el



desarrollo del arco del pie es antes de los 6 años, sin embargo, sigue formándose hasta los 10 años llegando a modificarse por completo (3). Existen dos tipos de huella plantar característicos en la población: pie plano o pie cavo (23). El pie plano se caracteriza porque existe una disminución del arco longitudinal medial presentando una disminución en la bóveda plantar debido a debilidad muscular o por una formación incorrecta de los arcos en la niñez, mientras que en el pie cavo se produce por un aumento tanto en altitud como amplitud del arco longitudinal medial.

La mayoría de alteraciones de la huella plantar se debe a procesos fisiológicos del pie y miembros inferiores que ocurren durante el desarrollo del niño/a, por lo que es necesario diferenciar algunos hallazgos que se van presentando durante la evaluación para realizar un tratamiento individualizado (23).

Dentro de las principales alteraciones del pie en niños tenemos:

- **Pie plano-valgo:** es característico en alteraciones neuromusculoesqueléticas, sin embargo, se encuentra presente en los niños debido al proceso de desarrollo, el cual no se lo considera como patológico, así como también no es necesario utilizar algún tipo de órtesis para contrarrestar esta alteración (23).
- **Pie cavo-varo:** presente en alteraciones neuromusculoesqueléticas en el que progresa conforme el niño/a va creciendo. La mayoría de pacientes comienzan con una deformidad en el lado medial del pie provocando una desviación secundaria en varo del retropié (23).

Las alteraciones de la huella plantar, descritos anteriormente, provocan cambios biomecánicos en el pie que puede generar desbalances musculoesqueléticos que repercuten en acciones como la marcha y equilibrio tanto en terrenos regulares como irregulares e incluso generar lesiones a futuro, por lo que es necesario un análisis y diagnóstico temprano.

### 2.10 Huella plantar y su relación con IMC

La huella plantar se ve afectada por el sobrepeso causando molestias en el pie, resultado de una carga mecánica excesiva modificando su estructura (24). Entre los factores intrínsecos, el que destaca es el IMC, evidenciándose en algunos estudios realizados en niños y adolescentes puesto que han demostrado que los sujetos con IMC elevado tienen una morfología distinta en la huella plantar (2).

El exceso de peso es un factor de riesgo para que los niños presenten pie plano debido a que repercuten negativamente en el correcto desarrollo del sistema musculoesquelético, lo que, en consecuencia, puede conllevar a defectos posturales, restricción del ejercicio físico y disminución de la calidad de vida de los niños y adolescentes (1). Sin embargo, Gijón-Noguerón G, *et al.*, argumenta que la masa corporal no parece tener influencia relevante en la postura estática del pie (25).

La huella plantar puede verse afectada con un IMC elevado ya que esta aumenta la carga de peso a nivel de miembros inferiores, especialmente en los pies, cambiando la estructura morfofisiológica del mismo, en el cual se vería disminuido el arco longitudinal medial, aumentando así la superficie de la huella plantar.

### **2.11 Fotopodómetro**

Tener un diagnóstico de la huella plantar ayuda a prevenir lesiones tanto articulares como posturales en la población, sin embargo, la más afectada es la de niños, deportistas y adultos mayores. Además, el realizar la evaluación de la pisada mediante la distribución de cargas en la huella plantar es de mucha utilidad, ya que contribuye al diagnóstico de enfermedades y patologías del pie con respecto a deformaciones del mismo, tratamientos con prótesis, evaluación de plantillas, etc. (26).

Para la evaluación de la pisada se utilizan métodos primitivos, como colocar la planta del pie en tinta o la aplicación de talco, ya sea en una hoja de papel periódico o en una cartulina para que se quede impregnada la huella del pie y realizar trazos de líneas de acuerdo al método que se desee aplicar. Este método tiene la desventaja de consumir mucho tiempo, además de ser algo irritable para la población a la que se está evaluando (27).

Debido a estos conflictos, el Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Cuenca desarrolló un dispositivo capaz de analizar la huella plantar de manera rápida, precisa y eficaz. Se trata del fotopodómetro, dispositivo basado en el procesamiento de imágenes de bajo costo que consiste en un armazón de forma rectangular que contiene vidrio templado de 8 milímetros de espesor cuyos bordes contienen lámparas LEDs para iluminar el área. Consta de una cámara digital de marca Logitech R HD con una resolución de 1280 x 960 píxeles, la cual se encuentra conectada a una computadora por una entrada USB 2.0 en donde se realiza la captación y el análisis de la imagen (27).

Como se mencionó anteriormente, el dispositivo se encuentra conectado a una computadora la cual posee un software que toma como referencia la imagen captada y de manera semiautomática se traza puntos y líneas de referencia para facilitar el cálculo del Índice de Hernández Corvo (IHC) (28). La aplicación en la computadora permite la utilización de técnicas de fragmentaciones mediante el color, además de detectar el borde del pie y la ubicación de puntos que son característicos y referenciales para la aplicación del IHC (26).

Para la validación clínica del dispositivo, se han realizado dos estudios. El primer estudio fue en niños de edades entre 3 a 6 años del Centro de Desarrollo Integral de la Universidad de Cuenca (CEDIUC), donde se contó con 70 pacientes divididos en dos grupos. Un grupo A con 30 pacientes evaluados con un podoscopio y un grupo B de 40 pacientes con el fotopodómetro. Los resultados indican que el fotopodómetro es adecuado para la evaluación de la huella ya que permite capturar una imagen precisa para luego ser procesada y registrada. El otro estudio se realizó en adultos mayores en el GAD Municipal Cuenca-Acción Social Municipal "El Hogar de los Abuelos", estuvo conformado por 10 participantes de edades entre  $78,6 \pm 7,3$  años de los cuales 5 son de sexo masculino y el resto de sexo femenino y, como resultado, indicó que el dispositivo es válido y fiable puesto que permite la estimación del IHC, además del ingreso de imágenes y resultados del estudio mediante un registro electrónico (27, 28).

### **2.12 Índice de Hernández Corvo**

El arco plantar longitudinal medial, al ser dinámico, tiene funciones importantes como la absorción, almacenamiento y la devolución de las diferentes tensiones que suceden a la hora de realizar la marcha, una carrera o un salto, por lo tanto, la evaluación es fundamental para conocer el tipo de huella plantar y sus repercusiones a nivel musculoesquelético (29).

Por ende, analizar la huella con la ayuda de una impresión gráfica de la planta es un instrumento necesario, sencillo, ventajoso y válido para determinar el apoyo que genera cada pie al tener contacto con el suelo (30).

El Índice de Hernández Corvo es el más utilizado para la medición de la huella plantar debido a que presenta mayor facilidad de aplicación, validez, confiabilidad y precisión en la realización y clasificación debido a que lo cataloga desde el pie plano hasta el pie cavo extremo. Este método consiste en efectuar mediciones para realizar diferentes líneas tanto rectas como paralelas (29).

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Se marcan los puntos **a** y **b**, los cuales representan los extremos más sobresalientes del margen medial de la huella. El punto **a** se correspondería con la interlínea de la primera articulación metatarsofalángica.
2. Se dibuja la **línea 1** que une estos puntos.
3. Se marcan los puntos **c** y **d**, que corresponden a los extremos anterior y posterior de la huella.
4. Por estos puntos se trazan líneas perpendiculares al trazo inicial, delimitando así la longitud de la huella (**2 y 2'**).
5. Se mide la distancia obtenida entre el punto **a** y la **línea 2** nombrándola como **medida fundamental (MF)**.
6. A lo largo de la **línea 1** se marcan todas las **MF** que alcancen. Estas **MF** se delimitan por medio de las **líneas 3, 4 y 5**.
7. Se marca el punto más sobresaliente del borde lateral de la **MF2 (e)** y se traza una línea perpendicular a la **línea 3**, denominada **línea 6**.
8. Se marcan luego los puntos **f** y **g**, correspondientes a los puntos de intersección del borde lateral de la huella con las **líneas 4 y 5**.
9. Desde estos puntos se trazan líneas perpendiculares, creando así las **líneas 7 y 8**.
10. La **línea 9** se traza marcando primero el punto **h**, lugar de intersección entre el borde medial de la huella y la **línea 4**, y de ahí dibujando una línea perpendicular, paralela a la **línea 7**.
11. Se mide la **distancia X**, correspondiente al ancho de antepié entre las **líneas 1 y 6**, y la **distancia Y**, que indica el ancho del mediopié, entre las **líneas 7 y 9**.

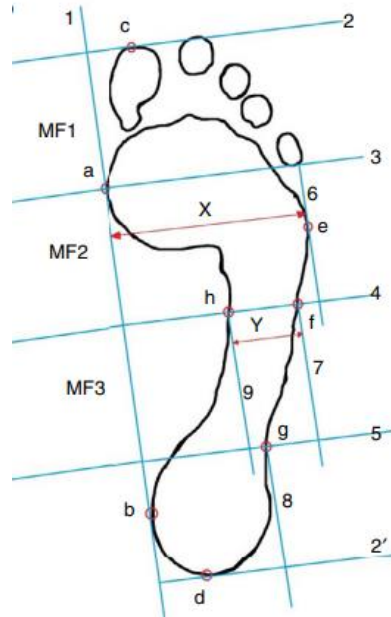


Figura 1

Fuente: Internet (<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0211563817300147>)

La fórmula para calcular el Índice de Hernández Corvo es:  $IHC = ((X - Y)/X) \times 100$ , por lo tanto, se comprende como el porcentaje del ancho de la bóveda plantar (X-Y), con respecto al ancho del antepié (X) (29). La clasificación del tipo de huella plantar se da de la siguiente manera (31):

Clasificación	
IHC %	Tipo de pie
0 a 34%	Pie plano
35 a 39%	Pie plano/normal
40 a 54%	Pie normal
55 a 59%	Pie normal-cavo
60 a 74%	Pie cavo
75 a 84%	Pie cavo fuerte
85 a 100%	Pie cavo extremo

## Capítulo III

### 3.1 Objetivo General

Identificar el tipo de huella plantar en los escolares de 10 a 15 años de edad de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón de la ciudad de Cuenca en el periodo septiembre 2022-febrero 2023.

### 3.2 Objetivos Específicos

Caracterizar a la población de estudio según la edad, sexo e IMC.

Determinar el tipo de huella plantar que presenta cada estudiante.

Describir la relación del tipo de huella plantar con la edad, sexo e IMC.

## Capítulo IV

### Diseño metodológico

#### 4.1 Tipo De Estudio

El diseño del estudio es de enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo y de corte transversal.

#### 4.2 Área De Estudio

La investigación se llevó a cabo en la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón de la ciudad de Cuenca, ubicada en el sector del Control Sur.

#### 4.3 Universo Y Muestra

##### 4.3.1 Universo

El universo constó de todos los estudiantes de sexto a décimo grado matriculados en la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón.

##### 4.3.2 Muestra

La muestra del estudio fue seleccionada mediante el muestreo no probabilístico, siendo un total de 75 estudiantes, los cuales cumplieron con los requisitos de los criterios de inclusión y exclusión.

#### 4.4 Criterios De Inclusión y Exclusión

##### 4.4.1 Criterios de Inclusión

- Escolares que pertenezcan a la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón.
- Escolares con edad en años cumplidos entre 10 a 15 años.
- Escolares que se obtenga la autorización de los padres o tutores legales.
- Escolares que participen voluntariamente en el estudio.

##### 4.4.2 Criterios de Exclusión

- Escolares que presenten alguna discapacidad (visual, auditiva o física).
- Escolares que presenten alguna malformación en los miembros inferiores.
- Escolares que presenten enfermedades o lesiones neuromusculoesqueléticas.
- Escolares que hayan tenido alguna intervención quirúrgica en miembros inferiores.

#### 4.5 Variables (Anexo 1)

##### Variable dependiente:

- Huella plantar

**Variable independiente:**

- IMC
- Edad
- Sexo

**4.6 Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de información****4.6.1 Método**

El presente estudio se realizó en la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón en la ciudad de Cuenca. La población de estudio estuvo conformada por estudiantes de sexto a décimo grado de la institución. El análisis de la huella plantar se realizó mediante el uso del fotopodómetro, el cual dentro de su programa se obtiene el tipo de pie mediante el IHC.

**4.6.2 Técnica**

Se realizó una evaluación del pie a los estudiantes de sexto a décimo grado de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón para lo cual se ejecutó lo siguiente:

1. Capacitación del uso del fotopodómetro para la aplicación del mismo de manera eficiente.
2. Se entregó los consentimientos y asentimientos informados a cada estudiante.
3. Se realizó la medición de peso y talla mediante un tallímetro con una balanza electrónica marca TCS para analizar el IMC según percentiles de cada participante los cuales se calcularon a partir de las tablas de crecimiento propias para los niños y adolescentes.
4. Se realizó la valoración de la huella plantar mediante el uso del fotopodómetro, en donde consiste en colocarse de pie en el dispositivo y mediante la captación de imágenes y con la ayuda de una computadora en donde se encuentre instalado el programa nos facilita la caracterización del tipo de pie.

**4.6.3 Instrumentos**

Se utilizó un formulario para la recolección de datos, además se utilizó lo siguiente:

- 1 balanza
- 1 tallímetro
- 1 fotopodómetro
- 1 computadora

Con respecto a los materiales se utilizó:



- Formulario de recolección de datos
- Esferos
- Papel Z
- Alcohol

#### **4.6.4 Procedimientos**

##### **Autorización:**

La autorización para la ejecución del proyecto en la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón se otorgó por la Magister Alexandra Chumbe, directora de la institución (Anexo 2). Además, el Doctor Villie Morocho, director del Laboratorio de Telemedicina de la Universidad de Cuenca, nos concedió el permiso para uso del fotopodómetro (Anexo 3).

##### **Capacitación:**

Para realizar una correcta aplicación del fotopodómetro, los docentes de la Universidad brindaron capacitaciones en algunos centros y GAD parroquiales, en donde se realizó la valoración de la huella plantar.

##### **Socialización:**

Se realizó una socialización con los estudiantes y docentes de los cursos de sexto a décimo de educación básica donde se explicó en que consiste el proyecto y cómo se lo va a realizar. Además, se entregó los consentimientos y asentimientos informados (Anexo 4 y 5), en los cuales constaron con información detallada para la participación del estudio.

##### **Medición de medidas antropométricas y huella plantar:**

Para la toma de medidas antropométricas, peso y talla, se procedió a usar un tallímetro con una balanza electrónica marca TCS, el cual se calibró cada 5 participantes. En la huella plantar se usó un dispositivo denominado fotopodómetro para la captación de imágenes y una computadora portátil para la recepción de las mismas, análisis y obtención de resultados. Durante la evaluación de los participantes se empleó un formulario (Anexo 6) para la toma de datos de manera eficaz y de esta manera tener un registro.

##### **Supervisión:**

El proyecto de investigación estuvo supervisado y asesorado por la directora de tesis Mgs. Johanna Barros Brito.

**Procesamiento de datos:**

El procesamiento de datos se realizó gracias al dispositivo denominado fotopodómetro, instrumento viable, rápido y eficaz para la valoración de la huella plantar que con ayuda de una computadora portátil se analizaron las imágenes captadas para caracterizar al pie. Todos los datos obtenidos se plasmaron en un formulario de recolección con el fin de tener un registro ordenado y posterior a la base de datos en el programa Excel. Finalmente, los datos fueron analizados por el software SPSS versión 22.0.

**4.7 Plan De Análisis y Tabulación**

Para el análisis de datos se utilizó el programa SPSS versión 22.0. La información recogida se plasmó primero en la base de datos de Microsoft Excel para luego ser colocada en el programa SPSS para expresar en tablas los resultados. Las variables se representaron mediante tablas simples, porcentajes y frecuencias.

**4.8 Aspectos Éticos**

El proyecto de investigación tiene como objetivo principal identificar el tipo de huella plantar en estudiantes de 10 a 15 años de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón, para esto como primera instancia se solicitó el respectivo permiso a la directora de la institución, posterior a esto, tanto los padres de familia como los estudiantes aceptaron la participación a este estudio mediante la firma en el consentimiento y asentimiento informado que se les entregó. La investigación no presentó costo alguno para los participantes ya que el dispositivo a utilizar fue facilitado por el Laboratorio de Telemedicina de la Universidad de Cuenca. Todos los resultados obtenidos en el estudio son de uso exclusivo para los investigadores.

## Capítulo V

## 5. Resultados

Un total de 75 tutores legales y sus niños entregaron su consentimiento y asentimiento informados para ser incluidos en el estudio, siendo un total de 150 pies examinados para determinar el tipo de huella plantar que posee cada niño/a.

Tabla N°1

**Distribución de los estudiantes evaluados de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón, según sexo. Cuenca 2022-2023**

<b>Sexo</b>	<b>Frecuencia (n)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Hombre	32	42,7
Mujer	43	57,3
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Base de datos del IBM SPSS 22.0

**Elaborado por:** Belén Mosquera, Stalin Maldonado

**Interpretación:** de los 75 estudiantes que participaron en el estudio, 32 son hombres que conforman el 42,7% y 43 son mujeres que conforman el 57,3% restante, siendo las mujeres el sexo más predominante.

Tabla N°2

**Distribución de los estudiantes evaluados de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón, según edad. Cuenca 2022-2023**

<b>Edad</b>	<b>Frecuencia (n)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
10 años	20	26,7
11 años	17	22,7
12 años	20	26,7
13 años	9	12
14 años	7	9,3
15 años	2	2,7
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Base de datos del IBM SPSS 22.0

**Elaborado por:** Belén Mosquera, Stalin Maldonado

**Interpretación:** de los 75 estudiantes que participaron en el estudio, la mayor cantidad de participantes tienen edades entre 10 y 12 años siendo un total de 20 estudiantes que hace referencia al 26,7% respectivamente. Mientras que, en la edad de 15 años solamente hay 2 estudiantes que conforman el 2,7%.

Tabla N°3

**Distribución de los estudiantes evaluados de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón, según IMC. Cuenca 2022-2023**

<b>IMC</b>	<b>Frecuencia (n)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Normal	50	66,7
Sobrepeso	14	18,7
Obesidad	11	14,7
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Base de datos del IBM SPSS 22.0

**Elaborado por:** Belén Mosquera, Stalin Maldonado

**Interpretación:** dentro de la variable IMC, la mayoría tienen un peso normal (66,7%), seguidos de sobrepeso (18,7%) y obesidad (14,7%); ninguno presenta bajo peso.

Tabla N°4

Distribución de los estudiantes evaluados de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón, según el tipo de la huella plantar derecha e izquierda. Cuenca 2022-2023

Tipo de huella plantar	Huella plantar derecha		Huella plantar izquierda	
	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Pie plano	4	5,3	5	6,7
Pie plano/normal	3	4	1	1,3
Pie normal	7	9,3	9	12
Pie normal/cavo	13	17,3	10	13,3
Pie cavo	42	56	34	45,3
Pie cavo fuerte	6	8	10	13,3
Pie cavo extremo	0	0	6	8
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>75</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Base de datos del IBM SPSS 22.0

**Elaborado por:** Belén Mosquera, Stalin Maldonado

**Interpretación:** la mayoría de los estudiantes presentan una huella plantar alterada, donde el pie cavo es el predominante, mostrándose en el 56% de los pies derechos, mientras que en el pie izquierdo se muestra en el 45,3%. La prevalencia de pie plano es de un 5,3% en el pie derecho, mientras que en el izquierdo es de un 6,7%. Solo existe un pequeño porcentaje de pie normal, siendo un 9,3% en el pie derecho, y en el izquierdo un 12%.

Tabla N°5

**Distribución de los estudiantes evaluados de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón, según la relación del tipo de huella plantar derecha y sexo. Cuenca 2022-2023**

Huella plantar derecha					
Tipo de huella	Sexo				
	Hombre		Mujer		
	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	
Pie plano	1	25	3	75	
Pie plano/normal	0	0	3	100	
Pie normal	6	85,7	1	14,3	
Pie normal/cavo	6	46,2	7	53,8	
Pie cavo	16	38,1	26	61,9	
Pie cavo fuerte	3	50	3	50	
Pie cavo extremo	0	0	0	0	

**Fuente:** Base de datos del IBM SPSS 22.0

**Elaborado por:** Belén Mosquera, Stalin Maldonado

**Interpretación:** con respecto a la relación de la huella plantar derecha y el sexo, el más relevante es el pie cavo presentándose en los hombres (n=16) con un 38,1%, mientras que en las mujeres (n=26) con un 61,9%. Esto nos indica que las mujeres poseen mayor alteración en su huella plantar.

Tabla N°6

**Distribución de los estudiantes evaluados de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón, según la relación del tipo de huella plantar izquierda y sexo. Cuenca 2022-2023**

Huella plantar izquierda				
Tipo de huella	Sexo			
	Hombre		Mujer	
	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Pie plano	2	40	3	60
Pie plano/normal	1	100	0	0
Pie normal	5	55,6	4	44,4
Pie normal/cavo	9	90	1	10
Pie cavo	8	23,5	26	76,5
Pie cavo fuerte	4	40	6	60
Pie cavo extremo	3	50	3	50

**Fuente:** Base de datos del IBM SPSS 22.0

**Elaborado por:** Belén Mosquera, Stalin Maldonado

**Interpretación:** con respecto a la relación de la huella plantar izquierda y el sexo, en los hombres el más relevante es el pie normal/cavo (n=9) con un 90%, y con respecto a las mujeres es el pie cavo (n=26) con un 76,5%. Esto nos indica que las mujeres presentan mayor alteración en su huella plantar.



Tabla N°7

Distribución de los estudiantes evaluados de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón, según la relación del tipo de huella plantar derecha y edad. Cuenca 2022-2023

Huella plantar derecha						
Tipo de huella	Edad					
	10		11		12	
	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Pie plano	3	75	0	0	1	25
Pie plano/normal	2	66,7	0	0	1	33,3
Pie normal	1	14,3	3	42,8	2	28,6
Pie normal/cavo	3	23,1	3	23,1	5	38,4
Pie cavo	10	23,8	9	21,4	9	21,4
Pie cavo fuerte	1	16,7	2	33,3	2	33,3
Pie cavo extremo	0	0	0	0	0	0

Huella plantar derecha						
Tipo de huella	Edad					
	13		14		15	
	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Pie plano	0	0	0	0	0	0
Pie plano/normal	0	0	0	0	0	0
Pie normal	0	0	1	14,3	0	0
Pie normal/cavo	1	7,7	1	7,7	0	0
Pie cavo	7	16,7	5	11,9	2	4,8
Pie cavo fuerte	1	16,7	0	0	0	0
Pie cavo extremo	0	0	0	0	0	0

**Fuente:** Base de datos del IBM SPSS 22

**Elaborado por:** Belén Mosquera, Stalin Maldonado

**Interpretación:** con respecto a la huella plantar derecha y la edad, en estudiantes de 10 años se presenta una mayor prevalencia de pie cavo (n=10) con 23,8%, mientras que a los 15 años disminuye presentándose solamente (n=2) un 4,8% indicándonos que existe mayor número de pie cavo a la edad de 10 años.

Tabla N°8

Distribución de los estudiantes evaluados de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón, según la relación del tipo de huella plantar izquierda y edad. Cuenca 2022-2023

Huella plantar izquierda						
Tipo de huella	Edad					
	10		11		12	
	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Pie plano	2	40	0	0	2	40
Pie plano/normal	1	100	0	0	0	0
Pie normal	3	33,3	4	44,4	2	22,2
Pie normal/cavo	4	40	2	20	1	10
Pie cavo	9	26,5	7	20,6	10	29,4
Pie cavo fuerte	1	10	2	20	3	30
Pie cavo extremo	0	0	2	33,3	2	33,3

Huella plantar izquierda						
Tipo de huella	Edad					
	13		14		15	
	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Pie plano	0	0	1	20	0	0
Pie plano/normal	0	0	0	0	0	0
Pie normal	0	0	0	0	0	0
Pie normal/cavo	2	20	0	0	1	10
Pie cavo	3	8,8	4	11,8	1	2,9
Pie cavo fuerte	3	30	1	10	0	0
Pie cavo extremo	1	16,7	1	16,7	0	0

**Fuente:** Base de datos del IBM SPSS 22

**Elaborado por:** Belén Mosquera, Stalin Maldonado

**Interpretación:** con respecto a la huella plantar izquierda y la edad, en este caso, en los estudiantes de 12 años se presenta mayor prevalencia de pie cavo (n=10) con 29,4%, mientras que a los 15 años disminuye presentándose solamente (n=1) un 2,9%, indicándonos que existe mayor número de pie cavo a la edad de 12 años.

Tabla N°9

**Distribución de los estudiantes evaluados de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón, según la relación del tipo de huella plantar derecha e IMC. Cuenca 2022-2023**

Huella plantar derecha						
Tipo de huella	IMC					
	Normal		Sobrepeso		Obesidad	
	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Pie plano	1	25	2	50	1	25
Pie plano/normal	2	66,7	0	0	1	33,3
Pie normal	5	71,4	2	28,6	0	0
Pie normal/cavo	8	61,5	3	23,1	2	15,4
Pie cavo	31	73,7	6	14,3	5	12
Pie cavo fuerte	3	50	1	16,7	2	33,3
Pie cavo extremo	0	0	0	0	0	0

**Fuente:** Base de datos del IBM SPSS 22

**Elaborado por:** Belén Mosquera, Stalin Maldonado

**Interpretación:** con respecto a la relación de la huella plantar derecha y el IMC, el pie cavo se presenta en un 73,7% (n=31) en la categoría de peso normal, un 14,3% (n=6) en sobrepeso y un 12% (n=5) en obesidad, indicándonos que existe mayor cantidad de niños con peso normal.

Tabla N°10

Distribución de los estudiantes evaluados de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón, según la relación del tipo de huella plantar izquierda e IMC. Cuenca 2022-2023

Huella plantar Izquierda						
Tipo de huella	IMC					
	Normal		Sobrepeso		Obesidad	
	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Pie plano	3	60	1	20	1	20
Pie plano/normal	1	100	0	0	0	0
Pie normal	6	66,7	2	22,2	1	11,1
Pie normal/cavo	4	40	2	20	4	40
Pie cavo	23	67,6	7	20,6	4	11,8
Pie cavo fuerte	8	80	1	10	1	10
Pie cavo extremo	5	83,3	1	16,7	0	0

**Fuente:** Base de datos del IBM SPSS 22

**Elaborado por:** Belén Mosquera, Stalin Maldonado

**Interpretación:** con respecto a la relación de la huella plantar izquierda y el IMC, el pie cavo se presenta en un 67,6% (n=23) en peso normal, un 20,6% (n=7) en sobrepeso y un 11,8% (n=4) en obesidad, indicándonos que existe mayor cantidad de niños con peso normal.

## Capítulo VI

### 6. Discusión

En nuestra investigación contamos con la participación de 75 estudiantes que se encuentran matriculados en la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón, de los cuales 32 participantes varones que comprende el 42,7% y 43 participantes mujeres representando un 57,3%. Con respecto a la edad, el mayor número de participantes fueron de 10 y 12 años con 20 participantes en cada uno representando el 26,7%, mientras que la menor cantidad de niños fueron de 15 años con 2 participantes que conformaron el 2,7%. En cambio, según el IMC, la mayoría de estudiantes presentaron un peso normal (66,7%), seguidos de sobrepeso (18,7%) y obesidad (14,7%); ninguno presentó bajo peso.

Según el tipo de pie más frecuente en la población, en el estudio de Castro Serpa D. *et al.* (1), argumenta que, en cuanto al pie derecho, la mayor proporción de la muestra presenta pie cavo (49,1%) y, se observa proporciones similares para el pie izquierdo, con el 46,2%. También, en el caso de Arco-Luna J.A. *et al.* (5), donde en su estudio evalúa a 959 niños de los cuales 182 presentan alteraciones, mostrando un porcentaje de pie cavo de 57,7% en comparación del pie plano con un 42,3%. Estos estudios corroboran con nuestros hallazgos debido a que según los resultados obtenidos mediante el análisis de la huella plantar en los estudiantes, hubo un mayor número de alteraciones de la misma, siendo el pie cavo el de mayor prevalencia en nuestro estudio, presentándose en el 56% de los casos en el pie derecho y el 45,3% en el pie izquierdo, mientras que se obtuvo un porcentaje de 5,3% con respecto al pie plano en el pie derecho y un 6,7% en el izquierdo.

No obstante, en el estudio de Banwell H. *et al.* (32), difiere de nuestros resultados y de los de Castro Serpa D. *et al.* y de Arco-Luna J.A. *et al.*, (1, 5) ya que en su estudio participaron 335 niños de edades entre 6 a 10 años y argumenta que el 63,3% presenta pie plano y 9,8% pie cavo. Esto se debe a que a la edad de 4 a 5 años el niño presenta un pie plano fisiológico que se va modificando con el tiempo donde el arco del pie va cambiando en su estructura, es decir, el arco se va elevando, siendo más notorio a la edad de 6 a 8 años (20, 21), llegando a un desarrollo completo a los 10 años, donde presenta un pie normal (3, 19, 22), es entonces que con el aumento de la edad, la huella plantar tiene variaciones desde un 2% a los 3 años hasta un 7% a los 16 años, presentando una mayor prevalencia de pie cavo conforme más edad tenga (33, 34).

Además, en la relación del tipo de huella plantar con el sexo, el estudio de Castro Serpa D. *et al.* (1) argumenta que el pie cavo se presenta mayormente en mujeres con un 56,4% con respecto al pie derecho, mientras que en el izquierdo un 47,3% y, en los hombres, en relación al pie derecho presenta un 41,2% y en el izquierdo un 42%. De igual manera, en el estudio de Arco-Luna J.A. *et al.* (5), argumenta que de los 182 niños que presentan alteraciones de la huella, existe mayor porcentaje de pie cavo con un 57,7% siendo mayor en mujeres con 60 casos en comparación con los hombres que se observa en menor cantidad con 45 casos. Estos estudios tienen relación con nuestra investigación ya que existió mayor porcentaje de pie cavo en mujeres, en la huella plantar derecha con un 61,9% y en la izquierda con un 76,5% siendo un total de 26 casos bilateralmente, mientras que en los hombres se obtuvo un porcentaje de 38,1% con 16 casos en la derecha y un 23,5% con 5 casos en la izquierda.

Con respecto a la relación del tipo de huella plantar con la edad, en el estudio realizado por Arco-Luna J.A. *et al.*, (5), argumenta que, en la edad de 10 años se presenta un mayor número de pie cavo con un total de 26 casos, y a los 13 años solamente se presenta 1, siendo esto similar a nuestros hallazgos, ya que en nuestro estudio podemos observar que la edad de 10 años presentó mayor frecuencia de pie cavo en su huella plantar derecha con 9 casos, mientras que en la izquierda se observó una mayor frecuencia a los 12 años con 10 casos, en cambio, disminuyó la cantidad a los 15 años donde se presentó 2 casos en el pie derecho y 1 en el pie contrario. Los datos obtenidos pueden ser debido a que, tanto en nuestra investigación como en el estudio mencionado, hubo una menor cantidad de participantes en las edades mayores a 10 años.

Por último, en la relación del tipo de huella plantar con el IMC, en el estudio de Saldívar-Cerón H.I. *et al.* (10) donde participan 1128 escolares argumenta que mientras aumenta el IMC va a existir un incremento de pie plano, ya que en la investigación realizada se observa que el 19,3% se asocia a este tipo de pie, es decir, si presenta una relación entre estas variables. Esto puede deberse al exceso de carga que soportan las extremidades inferiores conllevando a una sobrecarga en los tejidos blandos del pie y ligamentos lo que provoca una modificación en las articulaciones de la misma, ocasionando lesiones musculoesqueléticas y alteraciones en la huella plantar (35). Sin embargo, en el estudio de Castro Serpa D. *et al.* (1) que evalúa a 212 niños, argumenta que no existe relación entre estas variables, ya que en el pie derecho se evidencia a participantes con peso normal que presentan pie cavo en un 30,2%, en sobrepeso un 11,8% y obesidad un 7,1%, y en el pie izquierdo en peso normal presentan un 30,7%, sobrepeso un 10,4%

y obesidad un 5,2%. Este estudio corrobora con nuestros hallazgos ya que se presentó una mayor cantidad de pie cavo con un 73,7% en participantes con peso normal, un 14,3% en sobrepeso y un 12% en obesidad, mientras que, en la izquierda se obtuvo un 67,6% en peso normal, un 20,6% en sobrepeso y un 11,8% en obesidad.

Estos últimos datos (relación huella plantar con edad e IMC) puede deberse a que, tanto en los artículos citados como en nuestro estudio, el número de participantes de las distintas edades y de las diferentes categorías de peso variaban, por lo que sería de gran utilidad que en un próximo estudio la cantidad de participantes, según las variables de estudio, sea la misma o cercana para obtener resultados más precisos.

## Capítulo VII

### 7.1 Conclusiones

En nuestra investigación contamos con la participación de 75 estudiantes, de los cuales 32 participantes fueron varones que comprenden el 42,7% y 43 participantes fueron mujeres que representan un 57,3%. Mediante el uso del fotopodómetro se pudo caracterizar al pie, donde obtuvimos una mayor frecuencia de pie cavo, representando el 56% en el pie derecho y el 45,3% en el izquierdo. Por otro lado, en la relación del tipo de huella plantar con el sexo, existe mayor porcentaje de pie cavo en mujeres, en la huella plantar derecha con un 61,9% y en la izquierda con un 76,5%, y en los hombres un 38,1% en la derecha y un 23,5% en la izquierda. Con relación a la edad, se presentó mayor frecuencia de pie cavo a los 10 años en la huella plantar derecha con 10 casos representando un 23,8%, mientras que en la izquierda se observó mayor número en la edad de 12 años con 10 casos siendo 29,4%, mientras que, a los 15 años se presentó 2 casos con 4,8% en el pie derecho y 1 en el izquierdo con 2,9%. Y finalmente, en relación al IMC, se presentó una mayor cantidad de pie cavo con un 73,7% en participantes con peso normal, un 14,3% en sobrepeso y un 12% en obesidad, mientras que, en la izquierda se obtuvo un 67,6% en peso normal, un 20,6% en sobrepeso y un 11,8% en obesidad.

En conclusión, con lo descrito anteriormente se cumplió con los objetivos planteados, en donde esta investigación nos permitió conocer cuál es el tipo de huella plantar más frecuente en los estudiantes con edades de 10 a 15 años en la ciudad de Cuenca, que según la literatura a partir de los 10 años el pie se encuentra maduro, es decir, completamente estructurado y formado; y, en conjunto con el uso del fotopodómetro, instrumento muy útil para la evaluación y análisis de la misma, pudimos obtener datos fiables.

### 7.2 Recomendaciones

Realizar evaluaciones a partir de los 10 años de edad si se desea conocer el tipo de pie en una población en la que este se encuentra completamente desarrollado, debido a que a esa edad el pie ya ha pasado por los procesos de formación llegando a encontrarse completamente estructurado, por lo que brindará datos correctos. Además, se recomienda que en estudios posteriores incluyan el análisis del calzado puesto a que este factor puede influir en la alteración de la huella plantar, así como también evaluar el dolor ya que servirá para reconocer en qué tipo de pie se presenta mayor alteración del mismo y de esta manera poder actuar tempranamente. También sería importante evaluar la postura para conocer las alteraciones en estructuras



adyacentes que podrían estar modificando la huella plantar. Por último, para futuros estudios se recomienda que exista una igualdad en la cantidad de participantes según cada variable para tener datos precisos.

### Referencias

1. Castro Serpa DN, Saintila J. Índice de masa corporal y postura plantar: un estudio transversal en niños y adolescentes peruanos. *Nutr Clín Diet Hosp*. 2021; 41 (4): 84-89. Disponible en: <https://revista.nutricion.org/index.php/ncdh/article/view/180>
2. Gonçalves de Carvalho BK, et al. Age, Sex, Body Mass Index, and Laterality in the Foot Posture of Adolescents: A Cross Sectional Study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2020; 43 (7): 744-752. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0161475420300786>
3. Abich Y, et al. Flatfoot and associated factors among Ethiopian school children aged 11 to 15 years: A school-based study. *PLoS One*. 2020; 15 (8): 1-14. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32841276/>
4. Giraldo Mateos M.V., Palomo López P. Análisis de la huella plantar en escolares de 8 a 10 años. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*. 2016; 10 (2): 70-84. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/38810287.pdf>
5. Aco-Luna JA, et al. Frecuencia de alteraciones de la huella plantar en escolares de una comunidad mexicana. *Acta Ortop Mex*. 2019; 33 (5): 289-291. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2306-41022019000500289&lng=es&nrm=iso](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2306-41022019000500289&lng=es&nrm=iso)
6. Peralta-Gonzales S, Santisteban-Francia J, Peralta-Alvarez F. Rendimiento en el área de educación física y tipo de huella plantar en escolares limeños. *CASUS*. 2018; 3 (1): 33-39. Disponible en: <https://casus.ucss.edu.pe/index.php/casus/article/view/38/51>
7. Álvarez C, Palma W. Desarrollo y biomecánica del arco plantar. *Ortho-tips*. 2010; 6 (4): 215-222. Disponible en: <https://www.mediagraphic.com/pdfs/orthotips/ot-2010/ot104c.pdf>
8. Nordin, M., Frankel, V. H., & Forssen, K. *Biomecánica básica del sistema musculoesquelético*. 3a ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2004.
9. Riera Campillo M. El pie normal y su patología. *Pediatr Integral*. 2019; 23 (4): 203–211. Disponible en: [https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2019/xxiii04/04/n4-203-211\\_ManoliRiera.pdf](https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2019/xxiii04/04/n4-203-211_ManoliRiera.pdf)
10. Saldívar-Cerón H, Garmendia Ramírez A, Rocha Acevedoa M, Pérez-Rodríguez P. Obesidad infantil: factor de riesgo para desarrollar pie plano. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2015; 72 (1): 55-60. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/bmim/v72n1/v72n1a9.pdf>
11. MacGregor R, Byerly DW. StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): May 29, 2022. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Foot Bones. [PubMed]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557447/>

12. Neumann D. Fundamentos de la rehabilitación física: Cinesiología del Sistema Musculoesquelético. 1 ed. Paidotribo, Badalona; 2007.
13. Card RK, Bordoni B. StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Feb 27, 2022. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Foot Muscles. [PubMed]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539705/>
14. Ficke J, Byerly DW. StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Aug 11, 2021. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Foot. [PubMed]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK546698/>
15. Moore, K. L., Agur, A. M., & Dalley, A. F. Fundamentos de Anatomía con orientación clínica. 8a. ed. Barcelona: Wolters Kluwer; 2018.
16. Viladot Voegeli A. Anatomía funcional y biomecánica del tobillo y el pie. Rev Esp Reumatol. 2003; 30(9): 469-77. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-reumatologia-29-articulo-anatomia-funcional-biomecanica-del-tobillo-13055077>
17. Sous Sánchez J, et al. Bases Biomecánicas del Tobillo. Canarias Médica y Quirúrgica. 2011; 8(24): 13-20. Disponible en: [https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/5754/6/0514198\\_00024\\_0002.pdf](https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/5754/6/0514198_00024_0002.pdf)
18. Gonzalez-Martin C, et al. Concordance between Pressure Platform and Pedigraph. Diagnostics. 2021; 11(12): 1-11. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34943559/>
19. Uden H, Scharfbillig R, Causby R. The typically developing paediatric foot: how flat should it be? A systematic review. Journal of Foot and Ankle Research. 2017; 10(37): 1-17. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28814975/>
20. Kinga Zdunek M, Lichota M, Górnjak K. Relationship between the arches of feet and the Cole's index. Advances in Rehabilitation/Postępy Rehabilitacji. 2019; (2): 29–35. Disponible en: <http://www.advrehab.org/Relationship-between-the-arches-of-feet-and-the-Cole-s-index,125,36654,1,1.html>
21. Banwell H, Paris M, Mackintosh S, Williams C. Paediatric flexible flat foot: how are we measuring it and are we getting it right? A systematic review. . Journal of Foot and Ankle Research. 2018; 11(21): 1-13. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29854006/>
22. Halabchi F, Mazaheri M, Mirshahi M, Abbasian L. Pediatric Flexible Flatfoot; Clinical Aspects and Algorithmic Approach. Iran J Pediatr. 2013; 23(3): 247-260. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23795246/>
23. Martinez G. Deformidades de los pies en niños. REV. MED. CLIN. CONDES. 2021; 32 (3) 336-343. Disponible en:

- <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0716864021000419?token=524840E90AB61B726E004ABDF203E9D052D70BBC269EA9283D13C84A5B53A9A7D75F8C09DB7214EBEBFAD94D7AA28E95&originRegion=us-east-1&originCreation=20220426101914>
24. Butterworth P, et al. Foot posture, range of motion and plantar pressure characteristics in obese and non-obese individuals. *Gait Posture*. 2014; 1-5. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966636214007772?via%3Dihub>
  25. Gijon-Nogueron G, et al. Overweight, obesity and foot posture in children: A cross-sectional study. *Journal of Paediatrics and Child Health*. 2016; 53 (1): 33-37. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27652525/>
  26. Villarraga-Solis C, Valencia-Jiménez D, Campo-Ceballos D. Diseño de prototipo de podoscopio de bajo costo para el diagnóstico de patologías del pie por medio del procesamiento de imágenes. *Mundo Fesc*. 2021; 11 (S2): 207-223. Disponible en: <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/923/762>
  27. Medina R, Bautista S, Zeas-Puga A, Morocho V. Aplicación de técnicas de visión por computador para apoyo al diagnóstico de la pisada: Fotopodómetro digital. *MASKANA*. 2017; 8: 93-101. Disponible en: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1454>
  28. La Cruz A, et al. Clinical validation of footprint analysis using the low cost Photo-podoscope JHECA NAWA. *MASKANA*. 2014; 5: 95-100. Disponible en: [http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21354/1/MATCH%2714\\_10\\_La%20Cruz%20et%20al.pdf](http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21354/1/MATCH%2714_10_La%20Cruz%20et%20al.pdf)
  29. Sánchez Ramírez C. Análisis de dos métodos de evaluación de la huella plantar: índice de Hernández Corvo vs. Arch Index de Cavanagh y Rodgers. *Fisioterapia*. 2017; 39 (5): 209-215. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0211563817300147>
  30. Arcila Arango J, Cardona Nieto D, Ruíz Rengifo G. Análisis de huella plantar bajo el método HERZCO. *Lecturas: Educación Física y Deportes*. 2019; 24 (251): 2-15. Disponible en: <https://efdeportes.com/efdeportes/index.php/EFDeportes/article/view/256/635>
  31. Rojano Ortega D. ANALISIS DE LA HUELLA PLANTAR EN ESCOLARES DE 4º DE E.S.O. *Revista Digital de Educación Física*. 2019; 10 (60): 106-115. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7063109>

32. Alsancak S., Guner S., Güven E., Özgün A.K., Akkaş Y., & Alkıs N. Paediatric flat foot and foot dimension in Central Anatolia. BMC pediatrics. 2021; 21 (1): 200. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33906615/>
33. Sanpera I., Villafranca-Solano S., Muñoz-Lopez C., & Sanpera-Iglesias J. How to manage pes cavus in children and adolescents?. EFORT open reviews. 2021; 6 (6): 510–517. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34267941/>
34. Orozco-Villaseñor S L, et al. Factores de riesgo asociados a patologías musculoesqueléticas en deportistas con pie cavo anterior a través de estudios de baropodometría. Acta ortop. 2022; 35 (4): 317-321. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2306-41022021000400317&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2306-41022021000400317&script=sci_arttext)
35. Pourghasem M, Kamali N, Farsi M, Soltanpour N. Prevalence of flatfoot among school students and its relationship with BMI. Acta Orthop Traumatol Turc. 2016; 50 (5): 554–557. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6197460/>

Anexos

Anexo A

Operacionalización de variables

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala
Huella plantar derecha	Es la marca que se percibe de la planta del pie al sostener el peso corporal.	Física/Digital	Fotopodómetro Índice de Hernández Corvo Fórmula $IHC = ((X - Y) / X) \times 100$	1= 0 a 34% (Pie plano) 2= 35 a 39% (Pie plano/normal) 3= 40 a 54% (Pie normal) 4= 55 a 59% (Pie normal-cavo) 5= 60 a 74% (Pie cavo) 6= 75 a 84% (Pie cavo fuerte) 7= 85 a 100% (Pie cavo extremo)  Rango: 0 a 100%
Huella plantar izquierda	Es la marca que se percibe de la planta del pie al sostener el peso corporal.	Física/Digital	Fotopodómetro Índice de Hernández Corvo Fórmula	1= 0 a 34% (Pie plano) 2= 35 a 39% (Pie plano/normal)

			$IHC = ((X - Y) / X) \times 100$	<p>3= 40 a 54% (Pie normal)</p> <p>4= 55 a 59% (Pie normal-cavo)</p> <p>5= 60 a 74% (Pie cavo)</p> <p>6= 75 a 84% (Pie cavo fuerte)</p> <p>7= 85 a 100% (Pie cavo extremo)</p> <p>Rango: 0 a 100%</p>
IMC	Es un indicador que a través de la altura/peso permite detectar categorías de peso que pueden provocar problemas de salud.	Talla en metros y peso en kilogramos.	Fórmula: IMC= Kg/m <sup>2</sup> .	<p>1= Bajo peso (&lt;5%)</p> <p>2= Peso normal (5-85%)</p> <p>3= Sobrepeso (85-95%)</p> <p>4= Obesidad (&gt;=95%)</p> <p>Rango: Percentil 0-100%</p>
Peso	Es la relación obtenida entre el peso en un individuo a una determinada edad y el valor	Física kilogramos	Balanza electrónica de peso y talla TCS	Numérica

	de referencia para su misma edad y sexo.			
Talla	Es la relación existente entre el peso obtenido en un individuo de una talla determinada y el valor de referencia de su misma talla y sexo.	Física metros	Balanza electrónica de peso y talla TCS	Numérica
Edad	Periodo en el que transcurre la vida de un ser vivo.	Física	Cédula de identidad	1= 10 años 2= 11 años 3= 12 años 4= 13 años 5= 14 años 6= 15 años  Rango: 10 a 15 años de edad.
Sexo	Se define como la agrupación de las propiedades físicas, biológicas, anatómicas y fisiológicas del individuo.	Fenotípica	Biológico	1= Hombre 2= Mujer



## Anexo B

### Carta de compromiso

Cuenca, 21 de junio de 2022

#### CARTA DE COMPROMISO

De mi consideración,

Yo, Mgs. Irma Alexandra Chumbe Mejía, Directora de la Escuela de Educación Básica "Ignacio Escandón", con cédula de identidad 0104474994, mediante la presente autorizo a los estudiantes: Stalin Oswaldo Maldonado Castillo con cédula 0106613789 y María Belén Mosquera Flores con cédula 0105530992, a desarrollar su proyecto de investigación titulado "Tipo de huella plantar en los escolares de 10 a 15 años de edad de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón-Cuenca, periodo septiembre 2022-febrero 2023." ya que considero que es un valioso aporte para la salud.

  
Mgs. Irma Alexandra Chumbe Mejía  
DIRECTORA



## Anexo C

## Condiciones de préstamo y uso del Fotopodoscopio digital UCuenca

Cuenca, 27 de octubre del 2022

Estimado Estudiante,

Para asegurar el uso adecuado del equipo Fotopodoscopio Digital UCuenca es necesario considerar algunas consideraciones que deben tomarse en cuenta para la toma de información.

1. El equipo es un prototipo probado y que permite apoyo al diagnóstico de la pisada, en ningún caso reemplazará el ojo clínico del especialista, mas permitirá generar mayor información para dichos diagnósticos y la generación de información para la tesis en mención.
2. El responsable del uso del equipo es el director de la tesis en conjunto con los estudiantes que formen parte del proyecto, por lo que debe estar consciente de el uso adecuado en espacios donde no sufran inconveniente alguno el paciente. Además, debe asegurarse de hacer una revisión previa del cristal antes de cada uso, especialmente considerar que el vidrio no debe presentar alteraciones en su textura pues podría causar accidentes a los pacientes.
3. Para el uso del fotopodoscopio, debe existir el protocolo de tesis aprobado por el comité de bioética por lo que el director/a será responsable por velar por dicha valoración.
4. Para la investigación se sugiere citar el artículo "R. Medina, A. L. P. Zeas, V. Morocho and S. Bautista, "Footprint analysis using a low cost photo-podoscope," 2017 IEEE Second Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM), 2017, pp. 1-6, doi: 10.1109/ETCM.2017.8247497."
5. En los créditos o agradecimientos de la tesis y de los artículos generados con el uso del equipo deberá comprometerse a colocar el *agradecimiento al Laboratorio de Telemedicina y Salud Digital por el uso del equipo Fotopodoscopio digital Ucuena*
6. El software que se instala en el equipo del estudiante para uso del equipo, servirá exclusivamente para dicho fin, es decir, una vez que termine la toma de datos que servirá para la tesis, deberá asegurarse de eliminarlo de su computador, pues la copia será considerada ilegal si se llega a utilizar fuera de este contexto sin el permiso explícito de los autores.

**Tema de tesis:** "Tipo de huella plantar en los escolares de 10 a 15 años de edad de la escuela de educación básica Ignacio Escandon, periodo sep 22 – feb -23".

**Directora de la tesis:** Mgs. Jhoanna Barros

**Estudiante:** María Belen Mosquera Flores con CI 0105530992 y Stalin Oswaldo Maldonado Castillo CI 0106613789

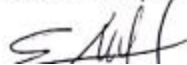
**Tiempo estimado de uso:** desde 27/oct/22 hasta el 21/nov/22

Para constancia de lo mencionado y el acuerdo con las condiciones, se firma a continuación:



Estudiante

María Belen Mosquera Flores



Directora

Mgs. Jhoanna Barros

## Anexo D

### Consentimiento informado

#### FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

**Título de la investigación: Tipo de huella plantar en los escolares de 10 a 15 años de edad de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón-Cuenca, periodo septiembre 2022-febrero 2023.**

#### Datos del equipo de investigación:

	<b>Nombres completos</b>	<b># de cédula</b>	<b>Institución a la que pertenece</b>
<b>Investigadores</b>	María Belén Mosquera Flores	0105530992	Universidad de Cuenca
	Stalin Oswaldo Maldonado Castillo	0106613789	Universidad de Cuenca

<b>¿De qué se trata este documento?</b>
<p>Su representado/a está invitado(a) a participar en este estudio que se realizará en la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón. En este documento llamado "consentimiento informado" se explica las razones por las que se realiza el estudio, en qué consistirá la participación de su niño/a y si acepta la invitación. También se explican los posibles riesgos, beneficios y sus derechos en caso de que le permita participar. Después de revisar la información en este Consentimiento y aclarar todas sus dudas, tendrá el conocimiento para tomar una decisión sobre la participación o no de su representado/a en este estudio. No tenga prisa para decidir. Si es necesario, lleve a la casa y lea este documento con sus familiares u otras personas que son de su confianza.</p>
<b>Introducción</b>
<p>Las alteraciones del pie son enfermedades frecuentes que se presentan en los niños y adolescentes, las mismas que afectan en su desarrollo y alteran las funciones del pie. La formación del pie se desarrolla de manera importante hasta los 6 años, formándose completamente hasta cumplir los 10 años de edad en donde el niño/a puede presentar aún pie plano considerándose normal, sin embargo, después de esa edad se puede observar ciertas modificaciones del pie en los niños/as por diversos factores.</p> <p>La investigación la realizaremos en los estudiantes de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón ya que no se han realizado estudios sobre la huella plantar en los niños/as a partir de los 10 años de edad en la ciudad de Cuenca, por lo que sería de gran importancia para clasificar el pie según sus características, y también para decidir posibles tratamientos y prevenir futuras lesiones.</p> <p>Por último, para conocer lo antes mencionado, se procederá a realizar evaluaciones que incluirá la toma de datos de la huella a través de un dispositivo llamado foto-podoscopio que nos proporcionará una impresión de la huella del participante, también se registrará el peso y talla que se obtendrán por medio de una balanza digital y el tallímetro.</p>
<b>Objetivo del estudio</b>
<p>El objetivo de este estudio es identificar el tipo de huella plantar en los escolares de 10 a 15 años de edad de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón de la ciudad de Cuenca en el periodo septiembre 2022-febrero 2023.</p>
<b>Descripción de los procedimientos</b>

Una vez que se haya obtenido el permiso para que su representado/a participe en la investigación, los niños/as que serán incluidos en el estudio serán de edades comprendidas entre 10 a 15 años de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón. Primero se procederá a llenar el formulario de recolección de datos de manera individual, es necesario que su representado/a porte con la cédula de identidad para verificar su edad cumplida en años y tomaremos las iniciales de su nombre para el registro.

La evaluación se realizará en un ambiente ventilado, amplio y despejado, para lo cual es necesario que su niño/a se encuentre con el uniforme interno de educación física para obtener datos fiables. Para la toma de medidas de peso y talla, el participante se colocará en una balanza digital y en el tallímetro para la toma de las mediciones correspondientes. Para la medición de la huella plantar, el participante se colocará descalzo con los pies separados sobre un instrumento denominado foto-podoscopio durante unos segundos para captar la impresión del pie con la ayuda de una cámara que se localiza en la parte inferior del dispositivo que tomará una foto, además, el instrumento cuenta con un puerto USB que permite conectar a la computadora donde se receptorán las imágenes para su análisis.

Para la toma de todas las medidas se realizará en las horas de educación física acompañados por el profesor encargado en ese momento y los instrumentos se encontrarán en las instalaciones de la institución, además el tiempo que se empleará en cada procedimiento será entre 15 a 20 minutos. Después de cada intervención, se procederá a desinfectar todos los instrumentos con alcohol y toallas desechables, además los investigadores contaremos con todas las medidas de bioseguridad (guantes, mascarilla KN95, alcohol personal, uniforme).

#### **Riesgos y beneficios**

Durante la investigación, los datos y fotografías del pie recolectadas serán usados exclusivamente por los investigadores si usted permite que su niño/a participe del estudio. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que en el momento de la impresión de la huella plantar, el participante deberá estar descalzo por lo que puede presentar cierto temor de exhibir los pies ante los investigadores. Cabe recalcar que no se atenta contra la integridad física o emocional de su representado/a.

Al momento de que el participante se coloque sobre el foto-podoscopio, puede perder ligeramente el equilibrio, motivo por el cual se tomarán todas las medidas de seguridad al igual que las debidas recomendaciones realizando la evaluación en un lugar amplio y despejado. Por otra parte, por la situación de salud que estamos pasando aún sobre el COVID-19, al no estar con mucho contagio, es importante seguir contando con todas las medidas de bioseguridad para cuidar la integridad y salud del participante y de nuestra persona, por lo que cada investigador usará uniforme, guantes y mascarilla KN95, al igual que alcohol personal y para la desinfección de cada instrumento luego de la evaluación.

Por último, con respecto a los beneficios, el participante tendrá la oportunidad de conocer el tipo de pie que presenta, y en el caso de existir algún tipo de alteración se recomendará los correctivos necesarios para actuar de manera temprana y así evitar a futuro alguna lesión que pueda repercutir a lo largo de su vida.

#### **Otras opciones si no participa en el estudio**

El presente estudio no cuenta con otras opciones para aquellas personas que no deseen participar de la investigación, usted tiene la libertad total y absoluta para acceder a que su niño/a participe de manera voluntaria o no del estudio.

#### **Derechos de los participantes**

Usted y su niño/a tienen derecho a:

1. Recibir la información del estudio de forma clara;
2. Tener la oportunidad de aclarar todas sus dudas;
3. Tener el tiempo que sea necesario para decidir si quiere o no que su niño/a participe del estudio;
4. Ser libre de negarse a que, su niño/a participe en el estudio, y esto no traerá ningún problema para ustedes;
5. Ser libre para que su niño/a renuncie y retire del estudio en cualquier momento;
6. Recibir cuidados necesarios si hay algún daño resultante del estudio, de forma gratuita, siempre que sea necesario;
7. Tener acceso a los resultados de las pruebas realizadas durante el estudio, si procede;
8. El respeto del anonimato de participante (confidencialidad);
9. Que se respete la intimidad del participante (privacidad);
10. Recibir una copia de este documento, firmado y rubricado en cada página por usted y el investigador;
11. Tener libertad para no responder preguntas que le molesten;
12. Estar libre de retirar su consentimiento para utilizar o mantener el material biológico que se haya obtenido del participante, si procede;
13. Contar con la asistencia necesaria para que el problema de salud o afectación de los derechos que sean detectados durante el estudio, sean manejados según normas y protocolos de atención establecidas por las instituciones correspondientes;
14. Usted no recibirá ningún pago ni tendrá que pagar absolutamente nada porque su niño/a participe en este estudio.

**Información de contacto**

Si usted tiene alguna pregunta sobre el estudio por favor llame al siguiente teléfono 0999715854 que pertenece a María Belén Mosquera Flores o envíe un correo electrónico a [belen.mosquera@ucuenca.edu.ec](mailto:belen.mosquera@ucuenca.edu.ec)

**Consentimiento informado**

Comprendo la participación de mi hijo/a en este estudio. Me han explicado los riesgos y beneficios de participar en un lenguaje claro y sencillo. Todas mis preguntas fueron contestadas. Me permitieron contar con tiempo suficiente para tomar la decisión de participar y me entregaron una copia de este formulario de consentimiento informado. Acepto voluntariamente que mi hijo/a participe en esta investigación.

Nombres completos del/a tutor/a	Firma del/a tutor/a	Fecha
Nombres completos del/a investigador/a	Firma del/a investigador/a	Fecha
Nombres completos del/a investigador/a	Firma del/a investigador/a	Fecha

## Anexo E

## Asentimiento informado

## ASENTIMIENTO INFORMADO

**Tipo de huella plantar en los escolares de 10 a 15 años de edad de la Escuela de Educación Básica Ignacio Escandón-Cuenca, periodo septiembre 2022-febrero 2023.**

Hola, nuestros nombres son: Belén Mosquera y Stalin Maldonado y somos estudiantes de la carrera de Fisioterapia de la Universidad de Cuenca. Actualmente estamos realizando un estudio para conocer el tipo de huella plantar de los niños/as y para ello queremos pedirle que nos apoye.

Su participación en el estudio consistirá en que usted se encuentre con el uniforme interno de educación física y pararse descalzo sobre un aparato manteniendo sus pies en él durante unos segundos para tomar una impresión de su huella. También, mediremos su peso y talla, por lo cual para medir el peso va a pararse en una balanza digital y para la talla se parará en un dispositivo llamado tallímetro. Nosotros anotaremos los datos obtenidos y con eso terminaría la evaluación.

Su participación en el estudio es voluntaria, es decir, aun cuando su representante haya dicho que puede participar, si usted no desea hacerlo puede decir que no. Es su decisión participar o no en el estudio. También es importante que sepa que, si en un momento dado ya no desea continuar en el estudio, no habrá ningún problema, o si no desea responder a alguna pregunta en particular, tampoco habrá problema.

Toda la información que nos proporcione o las mediciones que realicemos nos ayudarán a obtener datos para posteriormente realizar un análisis de la información obtenida. Esta información será confidencial, esto quiere decir que no diremos a nadie sus respuestas o los resultados de las mediciones realizadas, sólo lo sabremos las personas que formamos parte del equipo de investigación.

Si acepta participar, por favor coloque una (X) en el cuadro de abajo que dice “Sí quiero participar” y escriba su nombre.

Si no desea participar, coloque una (X) en el cuadro de al lado que dice “No quiero participar” y no escriba su nombre.

Muchas gracias.

Sí quiero participar

No quiero participar

Nombres y apellidos del participante: \_\_\_\_\_

Nombres y apellidos de los investigadores

Firma

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Anexo F

Formulario de recolección de datos



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

CARRERA DE FISIOTERAPIA

TIPO DE HUELLA PLANTAR EN LOS ESCOLARES DE 10 A 15 AÑOS DE EDAD DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA IGNACIO ESCANDÓN-CUENCA, PERIODO SEPTIEMBRE 2022-FEBRERO 2023.

FORMULARIO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Fecha de evaluación:   /   /     Form N°:

<b>Nombres:</b>					
<b>Apellidos:</b>					
<b>Fecha de nacimiento:</b>					
<input type="text"/> <input type="text"/> / <input type="text"/> <input type="text"/> / <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <small>dd mm aaaa</small>					
<b>Edad actual:</b>	<b>Sexo:</b>				
<input type="text"/> <input type="text"/> años	Hombre <input type="checkbox"/>				
	Mujer <input type="checkbox"/>				
<b>Medidas antropométricas</b>					
<table border="1"> <tr> <td><b>Peso (kg)</b></td> <td><b>Talla (m)</b></td> </tr> <tr> <td><input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> , <input type="text"/> kg</td> <td><input type="text"/> , <input type="text"/> <input type="text"/> m</td> </tr> </table>		<b>Peso (kg)</b>	<b>Talla (m)</b>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> , <input type="text"/> kg	<input type="text"/> , <input type="text"/> <input type="text"/> m
<b>Peso (kg)</b>	<b>Talla (m)</b>				
<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> , <input type="text"/> kg	<input type="text"/> , <input type="text"/> <input type="text"/> m				
<b>Índice de masa corporal</b>					

Resultados foto-podoscopio			
<b>Huella plantar derecha</b>		<b>Huella plantar izquierda</b>	
Valor X	<input type="text"/> <input type="text"/> , <input type="text"/>	Valor X	<input type="text"/> <input type="text"/> , <input type="text"/>
Valor Y	<input type="text"/> <input type="text"/> , <input type="text"/>	Valor Y	<input type="text"/> <input type="text"/> , <input type="text"/>
<b>Resultado</b>		<b>Resultado</b>	
<b>Valor pie derecho:</b> <input type="text"/> <input type="text"/> , <input type="text"/> %		<b>Valor pie izquierdo:</b> <input type="text"/> <input type="text"/> , <input type="text"/> %	
Tipo de pie			
<b>Derecho</b>		<b>Izquierdo</b>	
	<b>Rango</b>	<b>Tipo de pie</b>	
	0 a 34%	Pie plano	
	35 a 39%	Pie plano/normal	
	40 a 54%	Pie normal	
	55 a 59%	Pie normal-cavo	
	60 a 74%	Pie cavo	
	75 a 84%	Pie cavo fuerte	
	85 a 100%	Pie cavo extremo	
	<b>Rango</b>	<b>Tipo de pie</b>	
	0 a 34%	Pie plano	
	35 a 39%	Pie plano/normal	
	40 a 54%	Pie normal	
	55 a 59%	Pie normal-cavo	
	60 a 74%	Pie cavo	
	75 a 84%	Pie cavo fuerte	
	85 a 100%	Pie cavo extremo	

**Evaluadores**

<b>Belén Mosquera</b>	
<b>Stalin Maldonado</b>	