



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación

Carrera de Cultura Física

“PREVALENCIA DEL TIPO DE PIE EN PRUEBAS DE VELOCIDAD. SU INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO”

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

Autores:

Henry Patricio Zambrano Uday

CI: 0105771026

Correo Electrónico: henry-061@hotmail.com

Diego Eugenio Placencia Brito

C.I: 0106317076

Correo Electrónico: diegoplacenciabrito05@gmail.com

Director:

Dr. C. Helder Guillermo Aldas Arcos

CI:1600383275

Cuenca- Ecuador

29-noviembre-2021



Resumen

La influencia del tipo de pie en pruebas de velocidad de 100 m, 200 m y 400 m, ligado al rendimiento deportivo, resultan fundamentales para el desempeño de un atleta. El pie al ser la estructura que mantiene constante contacto con el suelo, los distintos tipos de pie que presentan los atletas, sumado a las rutinas de entrenamiento; producen cambios en su huella plantar, lo cual incide en el rendimiento deportivo del atleta. De tal manera el objetivo de la presente investigación es: relacionar el tipo de pie y su influencia en el rendimiento deportivo en deportistas de atletismo infanto-juveniles del cantón Síg sig. La metodología de esta intervención es un análisis de tipo descriptivo con un enfoque mixto, analítico y de corte transversal; el método *Herzco* ha sido aplicado a un total de 22 atletas, tanto hombres como mujeres, a quienes se les tomo la impresión de su huella plantar. Después se procedió a la digitalización de imágenes, mediante la utilización del software Kinovea, luego se originó al análisis de las huellas plantares de cada participante obteniendo de manera precisa el tipo de pie que posee cada atleta. Los resultados obtenidos han mostrado que existe mayor predominancia por parte del tipo de pie normal con 54.54% seguido con el 15.91% del tipo de pie plano y normal cavo; luego le sigue con el 13.64% el tipo de pie cavo. Además, un 55% del total de atletas presentan pies simétricos y el 45% presentan pies asimétricos; aparte se evidencio que la gran parte de atletas que han obtenido logros deportivos son los que poseen el pie de tipo normal. Con lo mencionado anteriormente se concluye que el pie de tipo normal si podría influenciar en el rendimiento deportivo; siendo el ideal para la práctica y competición de las carreras de velocidad.

Palabras claves: Huella plantar. Herzco. Tipos de pie. Atletismo. Pruebas de velocidad.



Abstract

The influence of the standing type on speed tests of 100 m, 200m and 400 m, linked to sports performance, is fundamental for the performance of an athlete. The foot being the structure that maintains constant contact with the ground, the different types of foot presented by athletes, together with training routines; they produce changes in their plantar print, which affects the athlete's sports performance. The aim of this research is to link the type of foot and its influence on sports performance in children-young athletics athletics in the canton Sigsig. The methodology of this intervention is a descriptive analysis with a mixed, analytical and cross-cutting approach; the Herzco method has been applied to a total of 22 athletes, both men and women, who were taken to print their plantar print. Then the image digitization was done, using Kinovea software, then originated in the analysis of the plant prints of each participant obtaining precisely the type of foot each athlete possesses. The results obtained have shown that there is greater predominance on the normal foot type with 54.54% followed by 15.91% of the flat foot type and normal dug type; then followed by 13.64% the dug foot type. In addition, 55% of all athletes have symmetrical feet and 45% have asymmetric feet; apart from the fact that the large number of athletes who have gained sports are those with normal foot. The above concludes that the normal foot could possibly influence sports performance; it is ideal for the practice and competition of speed races.

Keywords: Footprint. Herzco. Foot types. Athletics, Speed tests.



ÍNDICE

Resumen	2
Abstract	3
ÍNDICE	4
Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional.....	8
Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional.....	9
Cláusula de Propiedad Intelectual.....	10
Cláusula de Propiedad Intelectual.....	11
Dedicatoria.....	12
Dedicatoria.....	13
Agradecimiento.....	14
Agradecimiento.....	15
Introducción.....	16
1. Capítulo 1: Marco teórico.....	19
1.1. Rendimiento Deportivo	19
1.2. Atletismo como disciplina deportiva	20
1.3. Generalidades del Pie	23
1.4. Biomecánica del Pie.....	24
1.5. La Huella Plantar	25
1.6. Funciones principales del pie	26
1.7. Importancia de la biomecánica con otras ciencias	28
1.8. Identificación de la huella plantar en el deporte.....	29
1.9. Identificación de la huella plantar en la Educación Física	30
1.10. Tipos de pie y su influencia en el deporte	31
1.11. Tipos de pie según el tamaño de los dedos	35
1.12. Métodos para la identificación de la huella plantar	36
2. Capítulo II: Metodología	43
2.1. Tipo de investigación	43
2.2. Población.....	43
2.3. Criterios de inclusión y exclusión	44
2.4. Métodos Técnicas e instrumentos	44



2.5. Metodología para la toma, análisis y determinación de la huella plantar46

2.6. Variables.....47

2.7. Digitalización de las imágenes. Metodología para la identificación del tipo de pie de los atletas.47

2.8. Análisis de las huellas plantares.....48

2.9. Procesamiento de datos.....54

3. Capítulo III: Resultados y discusión55

3.1. Resultados55

3.2. Discusión de los resultados.....65

4. Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones.....69

4.1. Conclusiones69

4.2. Recomendaciones70

Bibliografía.....72

Anexos.....77

Anexo 1: Autorizaciones.....77

Anexo 2: Tablas de datos generales.....82

Anexo N.- 3 Toma e impresión de las huellas plantares89

Índice de tabla

Tabla 1 Récorods generales de atletas Varones. Récorods establecidos en la modalidad de los 100 m, 200 m, y 400 m23

Tabla 2 Récorods generales de atletas mujeres (2020). Récorods establecidos en la modalidad de los 100 m, 200 m, y 400 m.....23

Tabla 3 Tipos de pie según el tamaño de los dedos35

Tabla 4 Porcentaje y valoración del tipo de pie según el método y protocolo Herzco. Determinación del tipo de pie mediante el procesamiento de imágenes.....38

Tabla 5 Toma de huellas plantares paso por paso. Huella plantar, biomecánica del pie y del tobillo: propuesta de valoración47

Tabla 6 *Ejemplo de una medición de huella plantar*.....54

Tabla 7 Características de los atletas participantes y su pie predominante.....56

Tabla 8 Pie predominante en hombres58

Tabla 9 Pie Predominante en mujeres.....59

Tabla 10 Pie Predominante en hombres que obtuvieron logros deportivos.....61

Tabla 11 Pie Predominante en hombres que carecen de logros deportivos.....62

Tabla 12 Pie Predominante en mujeres que obtuvieron logros deportivos.....63



Tabla 13 Pie Predominante en mujeres que no obtuvieron logros deportivos64

Tabla 14 Comparación del presente estudio con el estudio de Pineda y Jarama; con el estudio de Revelo; respecto a la predominancia del tipo de pie.....66

Tabla 15 Características del presente estudio con el estudio del autor Rey Córdova, respecto al método aplicado67

Tabla 16 Comparación del presente estudio con el estudio de los autores Gómez, Franco, Nathy, Valencia, Vargas & Jiménez; respecto al tipo de pie y disciplinas deportivas.....68

Tabla 17 *Características generales de participantes de la Liga Deportiva Cantonal de Síg sig.*82

Tabla 18 *Características esenciales de los atletas participantes y pie predominante*.....82

Tabla 19 % de X de tipos de pies en forma estática, según el método HERZCO.....85

Tabla 20 % de X de tipos de pies en forma estática, en 100 m planos según el método HERZCO...85

Tabla 21 % de X de tipos de pies en forma estática, en 200 m planos, según el método HERZCO...85

Tabla 22 % de X de pies de tipo de pies en forma estática, en 400 m planos, según el método HERZCO86

Índice de grafico

Gráfico 1 Porcentaje de tipos de pie87

Gráfico 2 predominancia de tipo de pie en 100 m.....87

Gráfico 3 Predominancia de tipo de pie en 200 m.....88

Gráfico 4 Predominancia de tipo de pie en 400 m.....88

Índice de figuras

Figura 1. Pie cavo.....32

Figura 2. Pie normal. Fuente: Podología Santa Pola (2019).....33

Figura 3. Pie plano.....33

Figura 4. Tipos de pie cavo. Fuente: Podovita (2019).....34

Figura 5. Trazo de puntos 1-1´ y el trazo inicial39

Figura 6. Trazo de puntos 2-2´ y la media fundamental.40

Figura 7. Puntos de la huella plantar, después de la medida fundamental.....41

Figura 8. Puntos de las huellas plantares. Fuente: Luengas, Díaz y Gonzales (2016).....41

Figura 9. Ecuación para el cálculo del % X y valores de la huella plantar.....42

Índice de Imágenes

Imagen 1. Digitalización de imágenes.48

Imagen 2. Puntos 1 y 1´. Fuente: Propia de los autores.....48

Imagen 3. Puntos 2 y 2´. Fuente: Propia de los autores.....49



Imagen 4. Línea fundamenta. Fuente: Propia de los autores49

Imagen 5. Medida fundamental (Líneas 3, 4 y 5). Fuente: Propia de los autores50

Imagen 6. Punto más extremo del retropié. Fuente: Propia de los autores.....51

Imagen 7. Línea X ante -pie. Fuente: Propia de los autores.51

Imagen 8. Valor de "Y" - "ay". Fuente: Propia de los autores52

Imagen 9. Valor de "ta". Fuente: Propia de los autores.....52

Imagen 10. Longitud del pie. Fuente: Propia de los autores.....53

Imagen 11. Análisis de pies derecho e izquierdo. Fuente: Propia de los autores.....53

Imagen 12. Tipo de pie según los dedos. Fuente: Propia de los autores.....54



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Henry Patricio Zambrano Uday, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **"PREVALENCIA DEL TIPO DE PIE EN PRUEBAS DE VELOCIDAD. SU INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO"**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

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

Cuenca, 29 de noviembre del 2021

Henry Patricio Zambrano Uday

C.I: 0105771026



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Diego Eugenio Placencia Brito, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **"PREVALENCIA DEL TIPO DE PIE EN PRUEBAS DE VELOCIDAD. SU INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO"**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

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

Cuenca, 29 de noviembre del 2021

Diego Eugenio Placencia Brito

C.I: 0106317076



Cláusula de Propiedad Intelectual

Cláusula de Propiedad Intelectual

Henry Patricio Zambrano Uday, autor del trabajo de titulación **“PREVALENCIA DEL TIPO DE PIE EN PRUEBAS DE VELOCIDAD. SU INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 29 de noviembre de 2021

Henry Patricio Zambrano Uday

C.I: 0105771026



Cláusula de Propiedad Intelectual

Cláusula de Propiedad Intelectual

Diego Eugenio Placencia Brito, autor del trabajo de titulación **"PREVALENCIA DEL TIPO DE PIE EN PRUEBAS DE VELOCIDAD. SU INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO"**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 29 de noviembre de 2021

Diego Eugenio Placencia Brito

C.I: 0106317076



Dedicatoria

El siguiente trabajo de titulación va dedicado primeramente a Dios quien me ha protegido, bendecido, guiado por buen camino y me ha permitido para poder llegar hasta estas instancias de poder convertirme en un gran profesional. A mis abuelitos Sofia y Miguel por demostrarme mucho amor, aprecio, cariño, por enseñarme buenos valores y por brindarme siempre su apoyo a lo largo de mi vida. Especialmente quiero dedicar este trabajo de titulación a mi querida madre Teresa, quien, con mucho amor, esfuerzo, sacrificio, y trabajo duro; pudo sacar adelante a toda la familia.

HENRY PATRICIO ZAMBRANO UDAY



Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto para seguir firme y alcanzar este gran objetivo; de la misma manera dedicarle con todo mi corazón a mis padres Ermel y Narcisa, hermana Claribel, abuelita Irene y a mi familia por haberme apoyado e incentivado a continuar una y otra vez hasta llegar a la meta; una mención especial en este arduo camino para mi mami Nachi, quien siempre me sostuvo en firme con su amor incondicional, paciencia y consejos.

Con todo mi cariño y corazón

DIEGO EUGENIO PLACENCIA BRITO



Agradecimiento

Siempre agradecido con Dios por haberme dado las fuerzas necesarias para poder luchar y mantenerme de pie y no dejarme rendir ante las adversidades que se ha presentado en mi vida y poder seguir siempre firme para conseguir este gran objetivo. A mis tíos, mi hermano y amigos por haberme ayudado y apoyado en las buenas y en sobre todo en las malas. Y un agradecimiento especial al Doctor Helder Aldas PhD; quien, como tutor del presente trabajo de titulación, supo colaborar con mucha paciencia, dedicación, sabiduría; de principio a fin en cada momento para llevar a cabo de la mejor manera todo este proceso.

HENRY PATRICIO ZAMBRANO UDAY



Agradecimiento

Agradezco a Dios por ser el motor principal en mi vida, por permitirme confiarle mis anhelos con la convicción de que estos se materializarán; a mis padres porque me incentivaron e inculcaron el significado de fortaleza, respeto y perseverancia para alcanzar los objetivos propuestos, a mi hermana quien me acompañó en este camino con sus consejos y apoyo incondicional; y, a mi compañero de trabajo, quien nos fortalecimos y apoyamos para culminar la enseñanza y poder emprender y desarrollarnos en el ámbito de preparación.

A mi querida Universidad, la institución que me acogió y me brindó una educación de calidad y calidez, de la misma manera a mis docentes que cultivaron el gusto por aprender, así como formarme como ciudadano íntegro y responsable en la rama de educación que escogí.

Y, un agradecimiento especial al Doctor Helder Aldas PhD; quien, como tutor del presente trabajo de titulación, supo colaborar con mucha paciencia, dedicación, sabiduría; de principio a fin en cada momento para plasmar este proceso.

DIEGO EUGENIO PLACENCIA BRITO



Introducción

En la presente investigación se analiza el tipo de pie, lo cual es importante para determinar su influencia o no en el rendimiento deportivo. Al respecto Gómez, et al., (2010) explican es una estructura biomecánica que tiene como función de amortiguar, mantener el equilibrio y la locomoción del individuo, en la cual se distribuye las cargas del cuerpo, tanto de condiciones de movimiento continuo como en las estáticas, esto favorece las actividades que desarrolla el ser humano, incluyendo a los atletas.

De acuerdo a los autores Campoverde, Cardoso y Ordoñez (2015), afirman que el origen del atletismo es tan antiguo, como el nombre de correr, saltar, tirar que son actividades motrices básicas de toda persona. De igual modo en las pruebas de velocidad del atletismo existen pruebas que deben superar ciertas distancias, por lo tanto, estas pruebas se las realizan en pistas de atletismo, o en terrenos irregulares.

El ser humano posee las mismas estructuras, pero nunca dos cuerpos van a ser exactamente iguales, por lo cual se genera un debate acerca de que si podría haber cierta ventaja o desventaja respecto al tipo de pie. De ahí que, que dependiendo de la actividad física que se practique el pie sufre cambios.

Estudios sobre la huella plantar en países como: Colombia, Gómez et al. (2010) Berdejo del Fresno, Lara, Martínez, Cachón, y Lara (2013) y Chile, Sánchez (2017), son en gran medida; sin embargo, en Ecuador son pocas las investigaciones que abordan este tipo de trabajo. De ahí que, en los párrafos anteriores esta investigación centra su atención en prevalencia del tipo de pie en pruebas de velocidad. Su influencia en el rendimiento deportivo.



Los principales fundamentos teóricos que sustentan este estudio consideran lo planteado por Álvarez y Palma (2010), Lara, Lara, Zagalaz y Martínez (2011), Aguilera, Heredia, y Peña (2015) e Hidalgo (2020) respecto a lo vinculado con la huella plantar; además para sustento científico en lo referente al atletismo, carreras de velocidad se considera lo expuesto por Orellana y Llivichuzca (2017); por otro lado para fundamentar los tipos de pie se valoran los estudios de Gray, Drake, Vogl, y Mitchell (2005), Zurita Martínez y Zurita (2007), Queen, Mall, Nunley y Chuckpaiwong (2009), Claire, Pedraza, Fernández y Ortiz (2014), Verdezoto y Villacis (2020). En cuanto a la fundamentación de las metodológica que permite obtener la huella del pie, se toma en cuenta los siguientes estudios: Gómez (2003); Nikolaidou y Boudolos (2006); Aguado (2008); Hernández (2009); Berdejo et al. (2013) e Hidalgo (2020). Sin embargo, actualmente en el contexto ecuatoriano una pequeña parte de estos fundamentos teóricos y metodológicos, son estudiados por los especialistas de deportes y docentes de la asignatura de Educación Física.

Por lo planteado anteriormente, el problema científico radica en conocer si el tipo de pie tiene algún impacto en el rendimiento deportivo en las diferentes pruebas de velocidad del atletismo. Para contribuir a la solución del problema científico antes planteado, se formula el siguiente objetivo de investigación; relacionar el tipo de pie y su influencia en el rendimiento deportivo en deportistas de atletismo infanto-juveniles del cantón Sígsg.

Asimismo, para el desarrollo de la presente investigación se contemplan los siguientes objetivos específicos: analizar las características de la huella plantar en los deportistas según el método *Herzco*, determinar la relación entre el tipo de pie de los participantes, según su edad, el sexo y los logros alcanzados; y fundamentar cual es el tipo de pie que propicia ventajas en los corredores de velocidad.



En cuanto a la estructura, la investigación se organiza por capítulos: Capítulo I: Aspectos generales del atletismo, marco teórico; compuesto por generalidades, tipos, y funciones del pie, los métodos de análisis del tipo de pie, carreras de velocidad; por último, se aprecia los objetivos: general y específico de la presente investigación. Capítulo II: Se aborda sobre la metodología; detallando como se toma las huellas plantares empleando el método *Herzco* para la obtención de la información correspondiente al estudio. Capítulo III: Se da a conocer los resultados y discusión luego de lo obtenido en la investigación en base a la aplicación de dicho método. Capítulo IV: se exponen las conclusiones y recomendaciones derivadas de los resultados obtenidos de la determinación de las huellas plantares.



1. Capítulo 1: Marco teórico

En este capítulo se fundamentarán los principales aspectos teóricos y metodológicos que son motivo de estudio del presente trabajo; entre ellos se abordaran los que tienen que ver al atletismo con sus principales pruebas; específicamente en las pruebas de velocidad las cuales son motivo de estudio de los autores; así como también, se abordaran aspectos referentes a la metodología para identificar los tipos de pie, se plantea algunos estudios que están concatenados con la presente investigación, es decir, el tipo de pie y su relación con el rendimiento deportivo, enfocado en la categorías infante - juveniles con las mediciones de huella plantar.

1.1. Rendimiento Deportivo

Teniendo en cuenta lo planteado por los autores: Cortegaza y Luong (2015) lo definen como el grado de aumento posible en la ejecución y el resultado de una acción de orden motriz en una actividad deportiva determinada; que se las mide y posteriormente son valoradas de acuerdo con normas precisadas; lo cual permite alcanzar un desarrollo armónico del máximo rendimiento que puede llegar a dar un deportista; obteniendo más probabilidades de alcanzar los resultados deportivos esperados.

Por otra parte, Montoro y De la Paz (2015) afirman que, el rendimiento deportivo es la progresión o disminución temporal del deportista en su capacidad física, psíquica, funcional, técnica y táctica observada en el entrenamiento. Este rendimiento deportivo se evalúa y se controla considerando las diferentes magnitudes que respectan en una escala de tiempo.

Un aporte importante lo generaron Ursino, Abal, Cirami y Barrios (2019), ya que, explican que, el rendimiento deportivo está asociado al componente psicológico, donde cada



parte del cuerpo del deportista, su estabilidad emocional y la motivación por parte del entrenador, su núcleo familiar y sus propios intereses, son elementos que influyen en el mismo. Por tanto, el componente físico es fundamental, el que debe estar en consonancia con lo psicológico, la motivación, el liderazgo del entrenador, el trabajo colaborativo entre los miembros del equipo.

1.2. Atletismo como disciplina deportiva

Con respecto a esta disciplina deportiva, es importante mencionar que es una de las disciplinas deportivas que mayor desarrollo ha tenido en los últimos años. No obstante, investigaciones han demostrado que esta disciplina deportiva, tiene su origen en Grecia, Aethlos y el significado de la palabra es esfuerzo, por tanto, se considera como un arte donde se representa vencer al adversario, tanto en velocidad, en resistencia como en distancia incluso en altura. (Orellana & Llivichuzca, 2017). Es decir, se considera un deporte que, se complementa con otras disciplinas que se agrupan por habilidades y destrezas básicas, como son: el salto largo, pruebas combinadas, marcha, carreras, entre otras.

Clasificación de las pruebas de atletismo

Ante todo, cabe destacar que, esta disciplina en la actualidad, se destaca por la complejidad de los movimientos que los seres humanos desarrollan de manera cotidiana: correr, caminar, lanzar y hasta saltar. En esta línea, en sintonía con lo planteado en el párrafo anterior la IAAF y desde el 2018 reconocida con la World Athletics, fundada el 17 de Julio de 1912; dicho organismo es el ente encargado de controlar las competencias a nivel internacional, además de clasificar el atletismo atendiendo el tipo de pruebas que se efectúan en los juegos olímpicos, siendo las siguientes.



En primer lugar, se encuentran las carreras velocidad, medio fondo, fondo, vallas y obstáculos. En segundo lugar, está la marcha. Posteriormente se sitúan los saltos; los cuales predominan los saltos horizontales de longitud, así como los dobles y triples, además del salto vertical de altura, pértiga. Y finalmente están las pruebas de lanzamiento en las cuales están: los denominados pesados de martillos, de peso, y los que se consideran ligeros o aerodinámicos, tanto de disco como de jabalina.

El presente trabajo de investigación centra su atención, específicamente, en las carreras de velocidad; pruebas de 100 m, 200 m y 400 m. En Ecuador; velocistas como: Alex Quiñonez, Angela Tenorio y Anahí Suarez han conseguido varios éxitos deportivos en dichas modalidades; hoy en día son considerados los mejores velocistas del país. Razón por la cual se ha visto oportuna la necesidad por investigar cual es el tipo de pie que influye en el rendimiento deportivo de atletas de categorías infante - juveniles en la práctica del atletismo en pruebas de velocidad.

Carreras de Velocidad

Las carreras de velocidad, están constituidas por diferentes distancias: 100, 200, 400m planos. Las de 100 m se desarrolla en tiempos mínimos, siempre se hace en línea recta. Orellana y Llivichuzca (2017) afirman que: existe un número máximo de competidores siendo un total de 8 atletas; quienes se sitúan en una calle y se mantiene dentro de ella durante el transcurso de la competencia. Se emplea la foto-finish, ya que, al momento de llegar a la línea de meta entre los atletas se pueden presentar dudas de quien llego a la meta primero, ya que, son de décimas incluso centésimas de segundos la diferencia entre un atleta y otro. En la actualidad, se usan tacos de salida los cuales son usados para que el atleta tenga mejor impulso y más aceleración al inicio de la competencia.



Mientras que, las pruebas de 200m solamente los atletas corren la mitad de la pista, y existe una curva, la cual esta después de la recta, que lleva a la meta. Es importante destacar que se inicia en una curva, allí se sitúan a diferentes alturas. Al igual que en la carrera de 100 metros se utiliza los tacos de salida, los mismos, se sitúan algo en grados diferentes con la finalidad de tener más agarre en la curva, los atletas no pueden salirse de su calle en ningún momento durante la competencia (Ídem).

Finalmente, la prueba de los 400 metros, la cual se caracteriza por su velocidad a una distancia mayor. Los competidores, al igual que en la carrera de 200 metros, salen desde la curva ubicada junto a la línea de llegada; además una vez realizada la respectiva compensación de distancia entre cada calle se llegará a realizar una vuelta completa a la pista atlética. Al igual que en las carreras de 100 y 200 metros cabe recalcar que también se emplea en la salida el uso de los tacos; así también si el atleta sale de su calle será penalizado con la descalificación (Ibídem). En las siguientes tablas se detallan los récords de atletas a nivel internacional y nacional en las pruebas de 100 m, 200 m, y 400 m; tanto en varones como en mujeres.

Tabla 1

Récords generales de atletas Varones. Récords establecidos en la modalidad de los 100 m, 200 m, y 400 m

Récords en Varones					
Nombres	Internacionales	Nacionales	Modalidad	Lugar	Año
Usain Bolt (Jamaica)	9.58		100 m	Berlín, Alemania	2009
Usain Bolt (Jamaica)	19.19		200 m	Berlín, Alemania	2009
Wayde Van Niekerk (Sudáfrica)	43.03		400 m	Rio de Janeiro, Brasil	2016
Alex Quiñónez (Ecuador)		10.09	100 m	Cochabamba, Bolivia	2018
Alex Quiñónez (Ecuador)		19.87	200 m	Lausana, Suiza	2019
Alex Quiñónez (Ecuador)		46.28	400 m	Sao Joao, Portugal	2019

Fuente: Díaz(2020)

Tabla 2

Récords generales de atletas mujeres (2020). Récords establecidos en la modalidad de los 100 m, 200 m, y 400 m

Records Mujeres					
Nombres	Internacionales	Nacionales	Modalidad	Lugar	Año
Florence Griffith Joyner (USA)	10.49		100 m	Indianapolis	1988
Florence Griffith Joyner (USA)	21.34		200 m	Seúl, Sur Korea	1988
Marita Koch (Alemania)	47.60		400 m	Camberra	1985
Ángela Tenorio		10.99	100 m	Toronto, Canada	2015
Ericka Chávez		23.09	200 m	Ciudad de Mexico, Mexico	2012
Liliana Chalá		52.90	400 m	São Paulo, Brazil	1987

Fuente: Díaz(2020)

1.3. Generalidades del Pie

El pie es el segmento donde el cuerpo descarga su peso, conservando una posición vertical del cuerpo y manteniendo también contacto continuo con el suelo brinda al ser



humano, el soporte que le proporciona sustentación, además de brindarle la estabilidad para elevar el cuerpo durante las pruebas de velocidad, marcha; conjuntamente posee dos superficies una superior o dorsal y otra superficie inferior o plantar (Drake, Vogl & Mitchell, 2010).

Es importante mencionar que la estructura del pie, cumple la función de que el individuo se adapte a las superficies, además de cargar el cuerpo en su totalidad, brindar la locomoción, el equilibrio. Asimismo, posee 107 ligamentos, 31 articulaciones, 20 músculos y 26 huesos (Gómez, et al., 2010).

1.4. Biomecánica del Pie

En lo que respecta a la biomecánica del pie, los autores Aguilera, Heredia, y Peña (2015), afirman que debido a que el pie anatómicamente posee estructuras diseñadas para proporcionar soporte al individuo y a distribuir las así como las fuerzas desde el suelo; hacia el resto del cuerpo; sosteniendo que la realización de la actividad física produce estrés mecánico sobre los pies; los mismos se manifestarán de manera adaptativa al tener en cuenta los parámetros intrínsecos vinculados con el contexto ya sea tipo de deporte.

Por otro lado, Cedeño (2019), señala que, el tren inferior posee estructuras podológicas que contribuyen a sostener y transmitir fuerzas desde el suelo hacia el cuerpo, en este caso la actividad deportiva es una acción mecánica la cual va a generar fatiga; debido a ello el ser humano tiene que adaptarse a diferentes variaciones, medidas intrínsecas y a la concerniente exigencia que demanda cada deporte y gestos técnicos respectivos.

Luego de lo anteriormente planteado, en esta investigación se asume lo citado Aguilera, Heredia y Peña (2015), pues la biomecánica del pie exterioriza con el paso del tiempo a unas



adaptaciones del pie dentro del deporte independientemente de cuál sea el que se practique pues los miembros inferiores son los que más soportan las cargas, de acuerdo a cada actividad física que se realiza ya sea de gran, media o baja intensidad.

1.5. La Huella Plantar

En el deporte resulta bastante interesante el estudio de la huella plantar; según Lara, Lara, Zagalaz y Martínez (2011), afirman que el deporte produce cambios en el pie, volviéndolos parecidos, y los cataloga de acuerdo a la disciplina deportiva que el sujeto desarrolle. Pudiendo usarse para la prevención de lesiones teniendo bajo control algunas patologías, y también para prevenir ciertas lesiones.

En consonancia con lo descrito en el párrafo anterior, Aguilera, Heredia y Peña (2015) sostienen que, en dependencia del tipo de disciplina deportiva, la huella plantar de pronto presenta una variación en su longitud, su ensanchamiento una vez que se ha culminado con los ejercicios, entendiéndose que la huella palmar es la depresión del arco palmar, el cual está sujeto a la composición del cuerpo de la persona.

Por tanto, aportes como los de McCrory et al., (1997) y López, Meana, Vera y García (2006); plantean que los individuos que practican un deporte, generalmente poseen un arco plantar con mayor elevación que aquellos que no practican ninguno, por ello el análisis de estas huellas resulta ser un método indirecto, pero válido que permite medir su altura. Por medio del método de medición se obtiene resultados que generan soluciones a problemas como es la lesión de los pies.



1.6. Funciones principales del pie

Como ya se mencionó anteriormente, el pie cumple con funciones específicas para poder cumplir con las diversas acciones que el ser humano realiza diariamente; como por ejemplo poder caminar y correr. Para ello es importante tener en cuenta otras funciones de vital importancia las cuales son la base primordial por medio de las cuales el pie podrá desempeñarse correctamente para la ejecución de dichas acciones.

Función de soporte del peso corporal

Sin lugar a dudas, se ha determinado que, el pie es el soporte del cuerpo, que, por acción de la gravedad, la cual se contrarresta por la bipedestación, por ende, el gasto de energía es mínimo, es decir inicia desde la cadera hasta la base de sustentación, sin embargo, la forma en que están colocados los ligamentos de las articulaciones de la cadera y rodilla, es lo que permite que se bloqueen ciertos ligamentos, es allí que la bipedestación ahorra en energía. (Drake et al., 2010).

En otras palabras, el autor refiere, que el ser humano al estar en posición erguida, los pies en si ya están cumpliendo con una de sus funciones como lo es el soporte del peso corporal; ya que se genera un trabajo mancomunado entre los ligamentos articulares de la cadera, rodilla los cuales producirán dicha acción permitiendo a su vez un gasto mínimo de energía.

Función de locomoción del pie

En lo referente a la locomoción del pie, de acuerdo a importantes estudios como los de Drake et al. (2010), revelan que la locomoción permite que el cuerpo pueda trasladarse en el espacio, y que las extremidades inferiores junto con las articulaciones van a permitir que el cuerpo se pueda permanecer de pie, consiguiendo trasladarse eficazmente y de manera



suave. En efecto lo que señala el autor es que la locomoción es una función la cual permite que el cuerpo pueda trasladarse de un lugar a otro cuando las articulaciones junto con los miembros inferiores trabajan mutuamente de manera eficaz.

Función de amortiguación

Entre las funciones del pie esta la amortiguación, la cual se la realiza de manera estática; debido a que el marco óseo, ligamentos plantares, dinámica de la actividad muscular y la grasa plantar. Tanto los ligamentos como el marco óseo son los que proporcionan la resistencia, esto ya una vez cerrado por la aponeurosis plantar, con aspecto piramidal asimétrico no rígido. La percepción estimula la actividad muscular y la adaptación. Por medio de la almohadilla grasa se obtiene una gran rigidez de los tabiques fibrosos, estos persisten a lo largo de los años; el paso del tiempo, sumado al aumento de peso y también a la pérdida de la resistencia del tejido conjuntivo (Miralles & Miralles, 2003).

De esta manera los autores sostienen que mediante la relación de estos sistemas garantizan un sistema amortiguador el cual contribuye enormemente con la disminución de las ondas de choque que llegan a darse debido al contacto del pie contra el suelo.

Función de equilibrio del pie

Esta función se origina por el trabajo que realizan los ligamentos que sujetan a los huesos, los huesos del metatarso como las articulaciones del tobillo, asegurando una excelente adaptación al terreno, pues la planta de los pies es la que recibe información al aplastarse la piel contra la superficie; los pies están involucrados directamente con el proceso de regulación para el mantenimiento del equilibrio. Las distintas zonas de la bóveda plantar cumplen con diferentes funciones: el antepié participa especialmente en la regulación de la estabilidad



lateral; el talón por su parte controla principalmente la estabilidad anteroposterior (Álvarez & Palma, 2010).

1.7. Importancia de la biomecánica con otras ciencias

El Instituto de Biomecánica de Valencia IBV como citó Izquierdo (2008), señala que, la importancia de la biomecánica radica en conocer y entender el porqué de la relación de otras ciencias para la interpretación de las diferentes condiciones en las que puede estar implicado el cuerpo humano. Esto se debe al estudio de los diversos sistemas biológico que generaron los conocimientos sobre esos sistemas lo que provoca los saberes de cómo abordar los problemas.

Entonces, la biomecánica deportiva se entiende como aquella que nace del estudio de biomecánica de los sistemas biológicos. La importancia de la biomecánica ocurre desde su desarrollo; es decir ha venido transcurriendo desde la edad antigua 650 ^a.C. - 200d.C. A mediados del Siglo XX, se inicia la biomecánica deportiva, posteriormente ha surgidos otros conocimientos que ha aportado una comprensión más amplia sobre el tema, como es el comportamiento de la actividad muscular y articular. En tiempos más recientes, se creó la sociedad de la biomecánica.

Ciertamente, la biomecánica es la disciplina que estudia los movimientos del cuerpo humano por medio de análisis físicos. Tiene como objetivo mejorar los movimientos mediante actividades enfocadas en la buena ejecución de la técnica, a partir de movimientos científicos. Hoy en día esta ciencia es trascendental, en especial en el ámbito deportivo; debido a que se enfoca en mejorar el desarrollo de la técnica en cualquier deporte, un mejor uso de implementos deportivos y contribuye en la prevención de lesiones (Soares, 2012).



Es importante destacar, que el estudio biomecánico de la carrera es similar a un pequeño salto, razón por la cual ambos pies dentro de la fase de vuelo se despegan del suelo, además involuntariamente al correr el pie de apoyo se mantiene cerca del medio del cuerpo, esto puede variar en otros sujetos lo cual se debe a que cada individuo tiene una manera única de correr. El análisis de la biomecánica permite que se consiga detectar a tiempo alteraciones o anomalías para posteriormente se pueda tratar a tiempo. De esa forma se previene lesiones, ayuda con el progreso del rendimiento deportivo, y a mejorar marcas en las competencias; ya sean deportistas profesionales, amateurs, jóvenes o niños (Aynaguano, 2020).

1.8. Identificación de la huella plantar en el deporte

La práctica deportiva sistemática puede provocar modificaciones en la huella plantar en dependencia del deporte que se practique, debido a la técnica que se emplea en cada deporte; sin embargo, eso no significa que exista un morfotipo de pie vinculado con la práctica deportiva o con la actividad física. Mientras en las personas sedentarias existen una variedad en sus tipos de pies puesto a que realizan distintas acciones las cuales son ajenas al deporte o la actividad física (Berdejo et al., 2013).

En referencia a la importancia de identificar la huella plantar en el deporte, es relevante considerar la morfología del pie, la cual varía de individuo en individuo, como por ejemplo por la edad. No obstante, esas variaciones, a veces no se detectan a simple vista, por ello es necesario estudiarlas con los instrumentos convenientes. Una de ellas es analizando la huella plantar porque permite evaluar las variaciones considerando el crecimiento entre otros factores; como: talla, peso, tipo de deporte que practica. (Martínez, et al., 2016).



Asumiendo la importancia de identificar la huella plantar junto a un estudio biomecánico; de manera individual, se puede ayudar mediante la atención realizada por especialistas los cuales contribuyen anticipando el diagnóstico de posibles lesiones que se pueden generar como producto de un apoyo o marcha defectuosa; ante las cuales se brinda un tratamiento personalizado. Esto no solo se aplica para la práctica del atletismo; sino también para otros deportes en los cuales los pies resultan ser fundamentales para el correcto desarrollo de los mismos, así como el ciclismo, fútbol, running, tenis, etc. Como bien se sabe en las actividades mencionadas; el pie es la zona que mayor presión y trabajo físico ejerce, por lo que algunos deportistas han notado ciertos problemas los cuales se deben especialmente a que al practicar su respectiva actividad física; la biomecánica del pie es la misma de manera prolongada lo cual genera sobrecargas; con lo que pueden surgir patologías a nivel del pie, tobillo, tibia, rodilla y espalda (Hidalgo, 2020).

1.9. Identificación de la huella plantar en la Educación Física

Con el fin de destacar lo importante que resulta conocer y emplear los métodos de análisis de la huella plantar por parte de los entrenadores, así como también por parte de profesores del área de Educación Física, Cámara (2010) plantea que dependiendo del tipo de pie que posea cada practicante de las diferentes actividades físicas, puede en algunos casos presentarse una alteración de la huella plantar consiguiendo un mayor o menor riesgo de sufrir algún tipo de lesión. De esta forma se podría detectar y actuar a tiempo ante la presencia de cualquier anomalía que se produciría a futuro; además de sugerir a los deportistas visitar a un especialista.

Al identificar la huella plantar en la Educación Física, se puede detectar problemas que, de no ser tratadas a tiempos pueden terminar en una lesión, e incluso en impedir que la persona pueda seguir desarrollando actividades deportivas. Con el ejercicio físico, la bóveda plantar, el



cual es el conjunto arquitectónico que de manera armónica asocia los ligamentos, músculos y huesos del pie, que recibe estimulaciones, y que, a través de su flexibilidad su adaptabilidad a las superficies es eficiente, de allí que, al identificar la huella plantar, también se identifica las potencialidades y debilidades del atleta.

1.10. Tipos de pie y su influencia en el deporte

Los tipos de pie y su influencia en la práctica deportiva ha sido motivo de varios estudios, entre ellos se encuentran los realizados por Gray et al. (2005), Zurita, Martínez y Zurita, A., (2007), Queen, Mall, Nunley y Chuckpaiwong (2009), Claire, Pedraza, Fernández y Ortiz (2014), Verdezoto y Villacis (2020), quienes estudiaron la bóveda plantar, así como los arcos del pie, huella plantar; lograron clasificarlas de acuerdo al de huella plantar, al respecto se desataca:

En lo que se refiere al pie cavo, se considera una forma anómala del arco longitudinal medial, es decir, el mismo es muy elevado, lo que origina que los músculos se deformen (Gray et al., 2005). Además, Zurita Martínez y Zurita (2007), afirman que un número elevado de sujetos con pie cavo que practican cualquier actividad deportiva son más propensos a padecer lesiones; tales como esguinces, a diferencia de sujetos con pie plano o pie normal.



Figura 1. Pie cavo

Fuente: Podología Santa Pola (2019)

En esta misma línea, pero relacionada al deporte Queen et al. (2009), afirman que los pies de tipo normal, son considerados como los más seguros en virtud que; su diseño le permite al deportista absorber los impactos producidos por la práctica deportiva, inclusive de esa forma se evita lesiones, no solo las del mismo pie sino que en otras articulaciones las cuales pueden ser a nivel de las rodillas, cadera y columna vertebral; por lo tanto van a propiciar un mejor rendimiento principalmente en deportes en los cuales están involucrados los pies.

En lo que respecta al pie normal, se caracteriza por su arco alto. Es importante mencionar que, los calzados desarrollados para el tratamiento de deformaciones o deficiencias en el pie, no debe ser utilizados en aquellos que no presentan problemas. (Claure, Pedraza, Fernández y Ortiz, 2014).



Figura 2. Pie normal.

Fuente: Podología Santa Pola (2019)

En referencia al pie plano, se caracterizan por tener un arco plantar bajo, producido por: predisposición genética, peso excesivo que genera debilitamiento de los tejidos de sostén y anomalías posturales; razón por la cual, en las personas que tiene este tipo de pie se produce una rotación sobre la parte interior del antepié; necesitan un buen control sobre el retropié, por lo general se recomienda un soporte o plantillas para corregir el arco plantar; con el objetivo de evitar el desencadenamiento de anomalías como: lesiones en los pies, rodillas, caderas y columna vertebral; tendinitis en el tendón de Aquiles, fracturas por sobrecarga, y fascitis plantar (Ídem).



Figura 3. Pie plano

Fuente: Podología Santa Pola (2019)

En lo referente al pie cavo, Verdezoto y Villacis (2020), lo describen como el tipo de pie con el arco plantar mucho más pronunciado, ya que el apoyo del pie, se asienta en el talón y el metatarso, pero por debajo de los dedos, y no en la parte media y externa del pie; entre sus síntomas se encuentra los calambres, hiperqueratosis lo que se conoce como callosidades o durezas plantares y en dedos indica que hay tres tipos de pie que, presencia de inestabilidad en los tobillo y pies e indican que se presentan en varios grados los cuales son:

Grado 1: se caracteriza porque el apoyo de la zona media se lo considera semi normal, debido a que la zona del talón se la nota delgada.

Grado 2: se divisa una línea leve y prolongada en la zona que comprende la anterior y posterior tratando de juntarse, pero la zona media no se divisa.

Grado 3: no es posible la visualización de los pulpejos de los dedos, adicionalmente el desaparece totalmente, el apoyo del borde exterior de la zona media del pie



Figura 4. Tipos de pie cavo.
Fuente: Podovita (2019)

1.11. Tipos de pie según el tamaño de los dedos

Según Aguado (2008) por medio la longitud de los dedos, se puede realizar una clasificación de los pies, asimismo, esta clasificación se denomina morfológica, porque estudia la forma del pie desde la perspectiva del tamaño de los dedos, es decir su longitud y su proporción respecto al resto de los dedos, por lo que es importante no confundirlo con los tipos de pies, normal, cavo y plano. A continuación, se muestra la clasificación morfológica:

Tabla 3

Tipos de pie según el tamaño de los dedos

Pie Estándar	La singularidad de este tipo de pie es que el dedo que más sobresale en longitud es el segundo; luego se ubica el tercer dedo, el cual es mayor que el primero y finalmente el cuarto (Aguado, 2008).	
Pie Egipcio	Es aquel que se caracteriza por tener todos los dedos inclinados hacia el dedo gordo; dicho de otra manera, se trata del pie que se caracteriza por tener el dedo gordo más grande que el resto, y la forma decreciente se lo conoce de esta manera porque se lo encontró en los monumentos de los faraones egipcios (Ramos, 2015)	
Pie Griego	Es denominado así debido a observaciones de que se han realizado de las esculturas, y tienen como características que el segundo dedo es de mayor longitud, luego el tercero es algo más pequeño que el segundo siendo el más pequeños de todos el cuarto y el quinto. Por lo tanto, este tipo de pie tiene una forma triangular (Ramos, 2015)	

Pie con igualdad 1/2

Es aquel en el que existe una igualdad en longitud en el primer y segundo dedo y los demás dedos van en forma decreciente siendo más pequeños que los dos primeros (Aguado, 2008).

**Pie Romano o Cuadrado**

Según Podoactiva (2018) nos indica que, todos los dedos presentan igual longitud, los que forman un cuadrado, y el más pequeño de longitud es el quinto dedo, los pies de este tipo tienden a ser más anchos y no son muy frecuentes.



Fuente: Aguado (2008)

1.12. Métodos para la identificación de la huella plantar

Los métodos de identificación de la huella plantar logran estudiar lo correspondiente al tipo de pie. Por medio de los cuales se consigue dar soluciones, como lesiones que pueden generar futuras patologías de los miembros inferiores.

En la actualidad, existen varios estudios que plantean varias metodologías para identificar el tipo de huella plantar, a través de imágenes impregnadas sobre papel o digitalizadas, entre ellos están: Gómez (2003); Nikolaidou y Boudolos (2006); Hernández (2009); Berdejo et al. (2013) e Hidalgo (2020), quienes en sus estudios plantean similares y diferentes metodologías para la identificación de la huella plantar:

Respecto al método establecido por Gómez (2003), afirma que mediante el método del pedígrafo no resulta ser costoso; se trata de asentar la planta del pie sobre un dispositivo gomoso, el cual tiene una forma muy particular, que se reconoce como de caja con dos tapas, una tapa superior y otra tapa inferior respectivamente; al separarlas se asemeja a un libro, el



mismo está impregnado de tinta la cual no mancha; al colocar el pie sobre la superficie entintada chocara con el fondo de la caja y quedara registrada la imagen de la huella plantar sobre un papel en blanco. La distancia entre ambos pies debe ser normal para que la huella se marque lo mejor posible. En la práctica clínica se utiliza el pedígrafo, puesto a que es un método rápido y fácil de aplicar.

Por otro lado, se encuentra el método para la identificación de la huella plantar propuesta por los autores Nikolaidou y Boudolos (2006) quienes señalan que el índice de arco descrito por Cavanagh y Rodgers en (1987), representa la proporción media del tercio entre las áreas de contacto de la huella plantar excluyendo los dedos para comprobar validar la altura del arco interno y así poder clasificarlo en: normal, cavo y plano; siendo los valores en pie normal (0.21 – 0.26) pie cavo (≥ 0.26) y plano (≤ 0.21). Además, demuestra que el método índice de arco proporciona menos casos de pies sin clasificar. El pie queda dividido en tres secciones; luego de analizado se lo determina tomando el índice axial, que se distingue por ser una línea que se inicia en el centro del talón y llega a la altura del segundo dedo.

Por otra parte, Hernández (2009) y Berdejo et al. (2013), sostienen que el método *Herzco*, descrito por Rodrigo Hernández Corvo en 1989; consiste en tipificar el pie, al realizar una serie de trazos en toda la huella plantar obteniendo medidas que se analizan mediante una ecuación “ $\% X = (X - Y) * 100 / X$. Un (%) entre 0-34%, corresponde a un Pie plano; 35-39%, pie plano/normal; 40- 54%, pie normal; 55-59%, pie normal/cavo; 60-74% : pie cavo, 75-84%, pie cavo fuerte; 85- 100%, pie cavo extremo” (s/p).

El método *Herzco*, permite cuantificar y determinar la clasificación del tipo de pie, como el cavo, el plano, normal, egipcio, griego, estándar o de igualdad. Además, lo realiza con una gran precisión.

Tabla 4

Porcentaje y valoración del tipo de pie según el método y protocolo *Herzco*. Determinación del tipo de pie mediante el procesamiento de imágenes

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

Fuente: Luengas, Díaz y González (2016)

Metodología para la medición y determinación de las huellas plantares según el protocolo HERZCO

Con el fin de determinar las huellas plantares, (*ver link*) su costo accesible, utilidad y la facilidad para analizar y clasificar el tipo de pie , que se puede observar dentro de las diferentes prácticas deportivas; Aguilera (2015) afirma, que el protocolo *Herzco* es el adecuado para determinar las huellas plantares, mediante la impresión de una imagen extraída directamente de la planta del pie; la misma se la tipifica de acuerdo a las medidas obtenidas teniendo en cuenta la aplicación de un protocolo establecido; con el cual se valora los porcentajes obtenidos; para clasificarlo de la siguiente manera: “plano 0% – 34%, plano-normal 35% – 39%, normal 40% – 54%, normal-cavo 55% – 59%, cavo 60% – 74%, cavo-fuerte 75% – 84%,

cavo-extremo 85% – 100%.” (p. 25). La metodología se fundamenta más adelante en el epígrafe 2.5.

A continuación, se detalla los distintos trazos que se coloca en cada imagen del pie.

Línea fundamental (puntos 1 y 1´)

Para empezar, se debe fotocopiar la huella plantar; luego se delimita su valoración de la siguiente manera: puntos 1 y 1´ de forma respectiva en ambas prominencias (antepié y del retropié). Cuando se unen estos puntos se debe formar el primer trazo o línea fundamental; el cual servirá para trazar las demás líneas.



Figura 5. Trazo de puntos 1-1´ y el trazo inicial
Fuente: Luengas, Díaz y Gonzales (2016)

Línea 2 y 2´ y medida fundamental

Se procede marcando los puntos 2 y 2´, tanto en el extremo anterior y posterior de la huella plantar. Luego se debe trazar la línea de manera perpendicular al trazo inicial, y hacer que pase por el punto 2, también el otro debe ser perpendicular al trazo inicial y pasar por el punto 2´. De ahí que, la distancia que se manifieste entre la línea que pasa por el punto 2 y el punto 1, se

le denomina medida fundamental. Es necesario asentar esta distancia en la planilla y se pasa a lo largo de todo el trazo inicial, las veces que entre en la huella plantar.

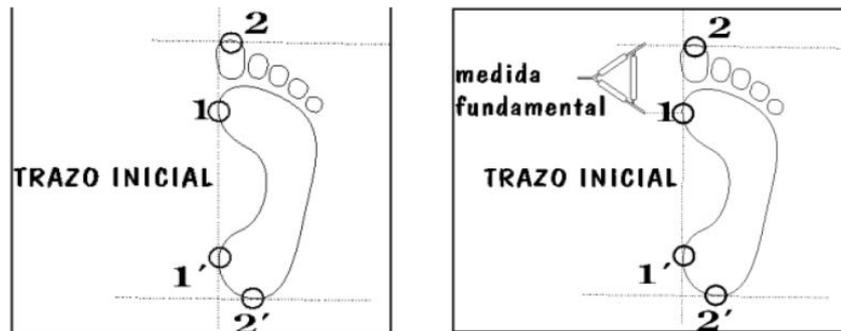


Figura 6. Trazo de puntos 2-2' y la media fundamental.

Fuente: Aguado (2008)

Línea 3, 4, 5, 6, 7, 8 y determinación de X y ta

Su trazo se inicia de forma perpendicular al trazo inicial, deben pasar por las divisiones de arriba abajo 3, 4 y 5, las cuales se les conoce como la medida fundamental. La línea se debe hacer entre 3 y 4, perpendicular a 3, y que pase, obligatoriamente por el externo del pie, su resultado será la línea 6. Luego se debe medir el valor X que representa el ancho del antepié, y está en el ancho del metatarso, el cual es la distancia que existe entre el trazo inicial y la línea 6. Se procede a asentar. Luego se debe delinear la línea 7, y pasar por el punto que se ubica en el extremo del pie entre las líneas, debe ser paralela a la línea inicial. Después se delinea la 8, la cual debe pasar por el punto externo del pie y por debajo de la línea 5. Por lo que es paralela al delineado inicial. Se mide la distancia, es decir el ancho del talón y entre la línea 8 y el trazo inicial. Se asienta en la planilla.

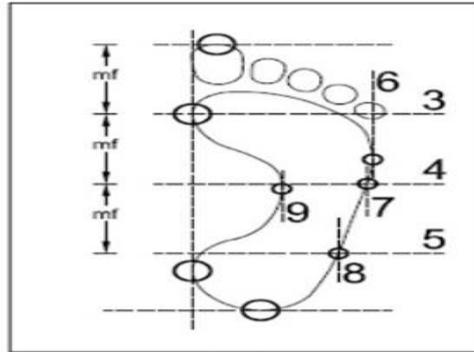


Figura 7. Puntos de la huella plantar, después de la medida fundamental.

Fuente: Luengas, Díaz y Gonzales (2016)

Línea 9 y determinación de AY y Y

Se procede delineando la línea 9 que de estar paralela al trazo inicial y pasar por el punto externo de la zona interna entre la línea 4 y 5. Luego medir la distancia Y, entre 9 y 7 se asienta en las notas. Después medir la distancia complementaria a, que está entre la línea 9 y el trazo inicial.

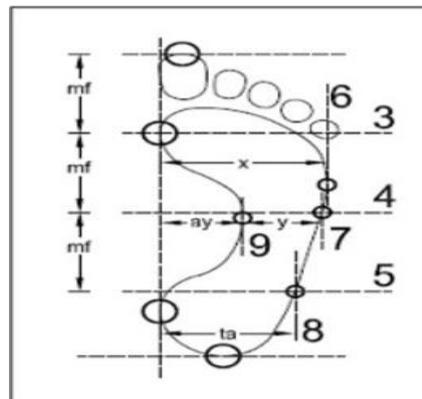


Figura 8. Puntos de las huellas plantares.
Fuente: Luengas, Díaz y Gonzales (2016)

Determinación del porcentaje de X

Se considera el cálculo del porcentaje X de acuerdo a la ecuación y toma nota, por tanto, es indispensable que se gestione la ecuación de manera efectiva considerando el ancho del antepié correspondiente a X, y el ancho del mediopié que es el porcentaje Y. Para una mejor comprensión se expone a continuación la ecuación como un ejemplo para su aplicación.

$\%X = \frac{(X - Y) \cdot 100}{X}$	0-34 %= pie plano 35-39%= pie plano / normal 40-54%= pie normal 55-59%= pie normal / cavo 60-74%= pie cavo 75-84%=pie cavo fuerte 85-100%= pie cavo extremo
X = Anchura del antepié. Y = Anchura del mediopié.	

Figura 9. Ecuación para el cálculo del % X y valores de la huella plantar.
Fuente: Aguilera, Heredia y Peña (2015)

Luego del análisis realizado de los autores que teorizan para la identificación de la huella plantar se asume lo planteado por Hernández (2009) y Berdejo et al. (2013), en virtud que el método *Herzco* indicado por estos autores permite obtener de manera global los tipos de pie anteriormente indicados; gracias a que toman en cuenta los dedos de los pies; lo cual significa que considera la totalidad de la estructura de los pies por lo que brinda una información más detallada y completa acerca de la huella plantar con su respectivo tipo de pie; ya sea pie plano, normal o cavo; y tomando en cuenta los tamaños de los dedos se puede también definir si se trata de un pie griego, romano, estándar o egipcio. Mientras que el método índice de arco permite clasificar los tipos de pie, el cual para obtener datos se omiten a los dedos del pie. Y por su parte el método del pedígrafo no siempre la imagen impregnada queda del todo nítida sobre el papel y esto podría dificultar el trabajo de identificación de la huella plantar respecto al tipo de pie. (*ver link*)



2. Capítulo II: Metodología

La metodología se refiere al momento donde se expone el conjunto de procedimientos, métodos y técnicas que son necesarias para la obtención de los datos lo que permitirá dar respuesta a las interrogantes y objetivos de la investigación. Por tanto, comprende el tipo de investigación, población, técnicas de recolección de datos entre otros aspectos.

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptivo de corte transversal con un enfoque mixto, es decir se describe el tipo de pie y el rendimiento deportivo. También es analítico, porque al someter a un análisis riguroso el contexto del problema estudiado, se puede localizar las causas, consecuencias y posibles soluciones al problema. Por último, se consideró el corte transversal, pues la recolección de datos, llevada a efecto por la aplicación del instrumento, se realiza en un solo momento, en el contexto de la Liga Cantonal de Sígsig, donde se desarrollaron las mediciones de la huella plantar en los atletas, con la finalidad de identificar el tipo de huellas de los atletas y su relación con el rendimiento deportivo alcanzado; estas mediciones se cumplieron en los meses de enero y febrero de año 2021.

2.2. Población

En la presente investigación participan un total de 22 deportistas ([ver anexo 2 tabla 17](#) y [tabla 18](#)); seleccionados a través del muestreo intencional; cuyas edades comprendidas ubican en: 7 a 16 años de edad, pertenecientes a la categoría infanto-juveniles de las pruebas de velocidad (100 m, 200 m y 400 m) quienes practican dicha modalidad en las instalaciones de la Liga Cantonal el Sígsig. Se realizó la aplicación en la cuarta semana del mes de enero y la



primera correspondió a febrero del 2021 en un periodo comprendido entre los días del 25 al 01 respectivamente.

2.3. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de Inclusión

- Tener el consentimiento informado por parte de sus representantes legales.
- Disponibilidad de tiempo.
- Compromiso con la aplicación del proyecto.
- Ser atleta en edades de 7 a 16 años dentro de la modalidad de 100 m, 200 m y 400 m que pertenecen a la Liga cantonal del Sígsig.

Criterios de Exclusión

- Permiso negado por parte de sus representantes legales.
- Falta de compromiso.
- No ser parte de la Liga cantonal del Sígsig y no estar dentro del rango de edades estipuladas, es decir de 7 hasta los 16 años.
- Deportistas de otras disciplinas; u otras modalidades no relacionadas a las pruebas de velocidad del atletismo.
- Atletas con discapacidades físicas, o mentales.

2.4. Métodos Técnicas e instrumentos

La obtención de los datos, y para relacionar el tipo de pie y su influencia en el rendimiento deportivo en deportistas que practican pruebas de velocidad entre los 7 a 16 años de la Liga Cantonal del Sígsig, se aplicaron los siguientes métodos, técnicas e instrumentos, los cuales se describen de la siguiente manera.



La revisión bibliográfica: se emplea para la fundamentación teórica y metodológica respecto a la prevalencia del tipo de pie en pruebas de velocidad, este método sirve para tener una guía acerca de la metodología aplicada en la presente investigación. Para ello se analizaron libros, artículos y tesis de grado de fuentes confiables publicadas en revistas arbitradas y de bibliotecas interactivas de universidades nacionales e internacionales, por lo que fue necesario analizar, aproximadamente, 20 libros, 25 artículos científicos 5 tesis de licenciatura.

Análisis documental: se empleó para estudiar la metodología, para comprender el proceso de medición de la huella plantar y su respectivo registro, así como también el análisis de resultados deportivos para identificar su relación e influencia con la prevalencia del tipo de pie en pruebas de velocidad.

Histórico Lógico: se utilizó para la indagación cronológica de los aspectos teóricos y hasta metodológicos, lo que sirvieron como orientaciones sobre la huella plantar, los tipos de pie y métodos para la identificación de la huella plantar.

Analítico Sintético: se utilizó para identificar la problemática de estudio, además de los diferentes fundamentos teóricos y metodológicos, para obtener la huella plantar, así como también para el diagnóstico, partiendo del procesamiento de datos que se obtiene de la aplicación de los instrumentos y del análisis de los resultados.

Deductivo: permitió considerar enunciados generales relacionados al tipo de pie, huella plantar y método *Herzco*; que se abordaron desde las premisas generales hasta las particulares y de esta manera establecer las principales precisiones del objeto en estudio.

Métodos estadístico-matemáticos: aplicados a través de la estadística descriptiva, que incluye el análisis porcentual, que se extraen de las tablas que contienen las frecuencias y los



porcentajes, además de las gráficas correspondientes a estas tablas, donde se hace el análisis descriptivo e inferencial. Al finalizar, este procedimiento, se hizo el análisis de las imágenes, donde se procesó los datos obtenidos estadísticamente por medio de los programas SPSS y Excel.

Método Herzco: utilizado para medir las huellas plantares y determinar el tipo de pie de los atletas de la Liga deportiva cantonal del Sígsig. Este método se aplicó del 25 de enero al 01 de febrero del 2021; con la metodología planteada por este autor y desarrollada en el epígrafe 1.12.

2.5. Metodología para la toma, análisis y determinación de la huella plantar

La toma de las huellas plantares y su respectivo análisis fue necesario el permiso confirmado de la Liga Cantonal de Sígsig ([ver anexo 1 A.](#)), y con la autorización de los padres de familia ([ver anexo 1 B.](#)) quienes firmaron el consentimiento informado dándoles a conocer de qué trata la investigación. A continuación, se indican los pasos que deben ser seguidos para la aplicación de la metodología misma se explica en la siguiente tabla:

Tabla 5

Toma de huellas plantares paso por paso. Huella plantar, biomecánica del pie y del tobillo: propuesta de valoración

Paso 1	Colocar sobre los tableros laminados usando cinta adhesiva el papel fax y considerando el tamaño para cada participante.
Paso 2	Una vez llenado el rociador con alcohol, se procede a aplicarlo sobre la bandeja cubriéndola completamente.
Paso 3	Se solicita al atleta que ponga un pie, sin calzado, encima de la bandeja, la cual está previamente desinfectada con alcohol, en el centro del papel de fax, luego se procede a retirarlo y colocar el otro.
Paso 4	Se procede a la digitalización de imágenes.

Fuente: Aguilera, Heredia y Peña (2015)

2.6. Variables

Variable dependiente: Huella plantar.

Variable independiente: Edad, sexo y tipos de pie.

2.7. Digitalización de las imágenes. Metodología para la identificación del tipo de pie de los atletas.

Para la toma de imágenes estáticas, es necesario emplear dos instrumentos la cámara y el trípode, el cual se ubica a 90° con respecto al piso; se toma las fotos y se debe mantener un orden secuencial por toma. Para una buena digitalización de las imágenes se las debe fotografiar con ayuda de la regla calibradora, para que se produzca un mejor análisis mediante la utilización posterior del software Kinovea, el cual es un software gratuito que consiste en el análisis de imágenes y videos, que se utiliza en el deporte; entre sus objetivos se aprecia que, a través del dibujo permiten conocer las medidas de la imagen; adicionando flechas,

descripciones entre otros usos (Sánchez, 2018). Además, es importante considerar la posición de la cámara tal como se describió en el epígrafe anterior y se muestra la siguiente imagen.



Imagen 1. Digitalización de imágenes.
Fuente: Propia de los autores

2.8. Análisis de las huellas plantares.

- **Trazado de la línea fundamental y del punto 1 y 1´**

Se debe marcar los puntos 1 y 1´, siendo éstos los que sobresalen y son internos del pie. Esta línea se conoce como línea fundamental, porque es la base para las otras que se trazarán.



Imagen 2. Puntos 1 y 1´. Fuente: Propia de los autores

- **Determinación del punto 2 y 2'**

Para delimitar el punto 2, se debe marcar el dedo más sobresaliente, luego se hace la línea perpendicular a la línea fundamental. El punto 2' se localiza en la zona más externa del talón, y se debe trazar perpendicular a la línea fundamental.



Imagen 3. Puntos 2 y 2'. Fuente: Propia de los autores

- **Línea 3.**

En el punto 1, se observa que es el más sobresaliente del ante-pié. Allí se traza una línea que debe ser perpendicular a 90° a la línea fundamental y estar entre las líneas 2 y 3.

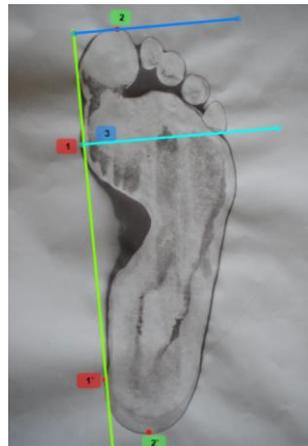


Imagen 4. Línea fundamenta. Fuente: Propia de los autores

- **Medida fundamental (mf)**

Para obtener la medida fundamental, se debe medir la distancia entre las líneas 2 y 3, siendo ésta la guía para el trazado de las líneas 4 y 5, siempre perpendicular a la línea fundamental.

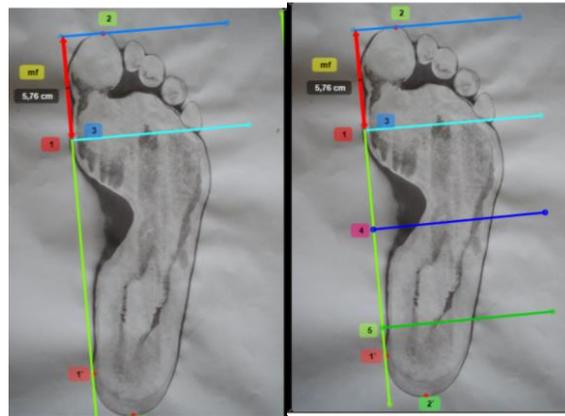


Imagen 5. Medida fundamental (Líneas 3, 4 y 5). Fuente: Propia de los autores

- **Determinación de las líneas 6, 7, 8 y 9**

Se marca el punto más extremo del antepié, considerado solamente su parte externa, allí se delinea de manera perpendicular a la línea 3, por lo que se obtiene la línea 6, porque va desde la línea 3 hasta la 4. El trazado de las líneas 7 y 8, se hace igual a la 6, pero señalando los puntos más salientes del medio pie y retropié, siempre por su parte externa, después se deben trazar líneas perpendiculares a las líneas 4 y 5. Para la determinación de la línea 9, se hace un trazado perpendicular a la línea 4, tomando en consideración la parte interna.

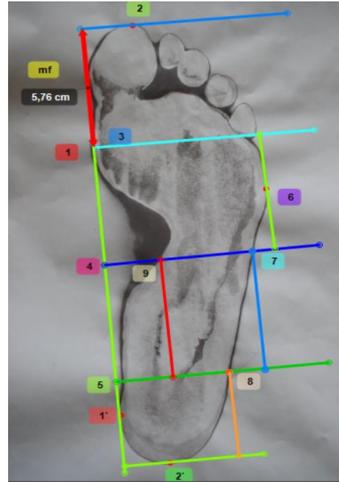


Imagen 6. Punto más extremo del retropié. Fuente: Propia de los autores

- **Determinación del valor de "X".**

Para determinar el ancho del antepié denominada "X", se debe medir desde la línea fundamental hasta la línea 6.

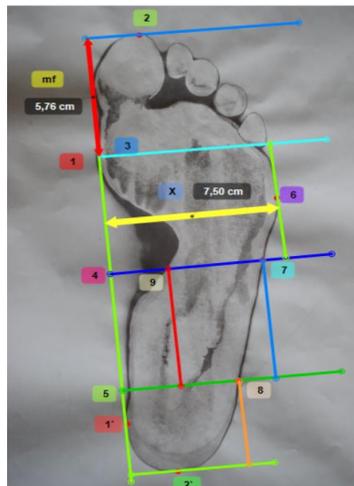


Imagen 7. Línea X ante -pie. Fuente: Propia de los autores.

- **Determinación del valor de “Y” - “ay”.**

Se mide la distancia entre las líneas 7 y 9, de esta manera se determina el valor Y, es decir, la anchura del medio pie. Mientras que, la determinación de “ay” se hace midiendo la línea 9 hasta la 4.

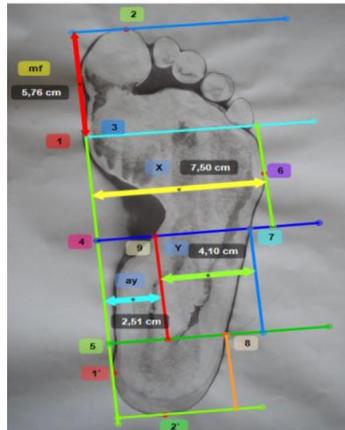


Imagen 8. Valor de “Y” - “ay”. Fuente: Propia de los autores

- **Determinación del valor de “ta”.**

Al medir desde la línea 8 hasta la línea fundamental, se obtiene la determinación del valor “ta” que representa: talón.

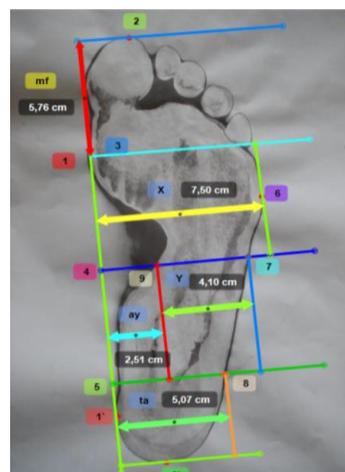


Imagen 9. Valor de “ta”. Fuente: Propia de los autores

- **Longitud del pie**

La longitud del pie se obtiene al medir el trazado de la línea que vaya desde el punto 2 hasta el punto 2´

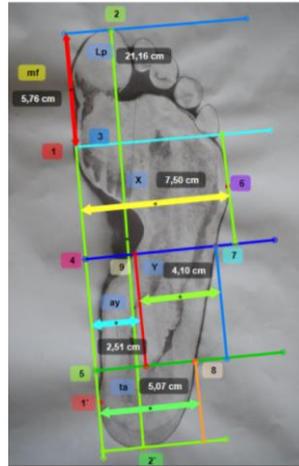


Imagen 10. Longitud del pie. Fuente: Propia de los autores

- **Huella plantar culminada**

Se da por culminado el proceso de análisis de la huella plantar una vez que se haya determinado el valor de cada uno de los puntos tanto del pie derecho como del pie izquierdo.

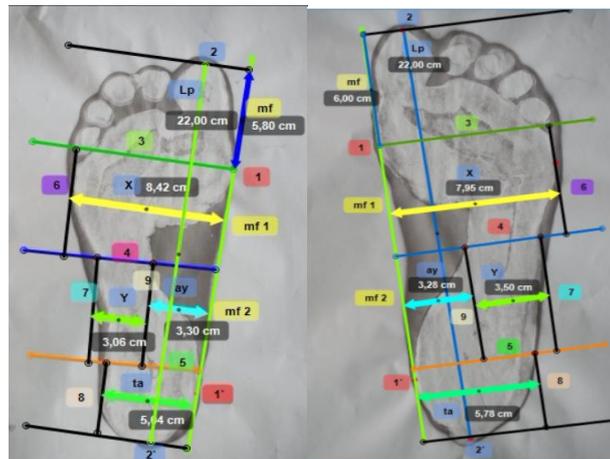


Imagen 11. Análisis de pies derecho e izquierdo. Fuente: Propia de los autores

- **Determinación del tipo de pie según el tamaño de los dedos.**

Para la determinación del tipo de pie según el tamaño de los dedos, se procede tomando como punto de referencia la línea 2.

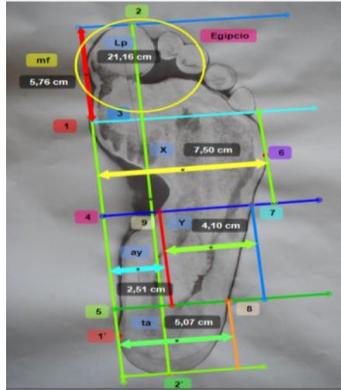


Imagen 12. Tipo de pie según los dedos. Fuente: Propia de los autores

2.9. Procesamiento de datos

El cálculo de procesamiento de datos, se hizo por medio del método *Herzco*, considerando la fórmula y valores que se mostraron en la figura 9. Asimismo, se realizó la valoración del fotopodograma, a cada uno de los participantes, en el programa Excel.

Tabla 6

Ejemplo de una medición de huella plantar.

Valoración de huella plantar		
Nombre: Sheily Samantha Astudillo Llanos. 12 años. 1.51m. 45kg		
	Izquierdo	Derecho
Tipo de pie según el tamaño de los dedos	Egipcio	Egipcio
Medida Fundamental (cm)	5.80	6.00
X(cm)	8.42	7.95
Y(cm)	3.06	3.50
ay(cm)	3.30	3.28
ta(cm)	5.04	5.78
Longitud del pie (cm)	22.00	22.00
Porcentaje de X	64.1	56.6
Tipo de pie % X	Pie Cavo	Pie Cavo

Fuente: Propia de los autores



3. Capítulo III: Resultados y discusión

Los resultados y discusión de los resultados al aplicar el método *Herzco* se exponen en este capítulo, que permitió analizar las huellas de los pies de 22 deportistas de categorías infanto - juveniles de 7 a 16 años de edad; que practican el atletismo en pruebas de velocidad 100 m, 200 m y 400 m de la Liga Cantonal del Sígsig tanto de género masculino como de femenino; a través del podograma o impresión gráfica de la planta.

3.1. Resultados

Los datos sobre cada una de las imágenes analizadas en forma estática se muestran en el [\(ver anexo N.- 3\)](#). Asimismo, se presentan las variables de estudio.

**Tabla 7***Características de los atletas participantes y su pie predominante*

- P. I= Pie izquierdo
- P. D= Pie derecho

CARACTERÍSTICAS DE LOS ATLETAS PARTICIPANTES Y SU PIE PREDOMINANTE						
Numero	Edad	Peso	Talla	Tipo de pies		Pruebas
1	12 años	45 kg	1.51 m	P.I cavo	P.D normal cavo	100 m
2	13 años	57 kg	1,63 m	Normal		100 m
3	9 años	29 kg	1.27 m	P.I normal	P.D normal cavo	100 m
4	11 años	37 kg	1.45 m	P.I normal	P.D normal cavo	100 m
5	12 años	36 kg	1.50 m	Normal		100 m
6	15 años	45 kg	1.62 m	P.I cavo	P.D normal cavo	400 m
7	10 años	41 kg	1.41 m	Normal		200 m
8	13 años	50 kg	1.55 m	P.I cavo	P.D normal	100 m
9	7 años	32 kg	1.23 m	Plano		100 m
10	13 años	54 kg	1.53 m	Cavo		100 m
11	14 años	48 kg	1.60 m	Normal		400 m
12	12 años	37 kg	1.40 m	Normal		200 m
13	13 años	50 kg	1.59 m	Normal		200 m
14	9 años	29 kg	1.43 m	P.I normal	P.D normal cavo	100 m
15	12 años	41 kg	1.49 m	P.I normal cavo	P.D normal	100 m
16	12 años	40 kg	1.52 m	Plano		200 m
17	8 años	24 kg	1.14 m	P.I cavo	P.D normal	100 m
18	15 años	53 kg	1.64 m	Normal		400 m
19	16 años	59 kg	1.52 m	P.I normal	P.D cavo	400 m
20	13 años	43 kg	1.48 m	P.I normal cavo	P.D normal	400 m
21	16 años	65 kg	1.69 m	Normal		400 m
22	10 años	28 kg	1.30 m	Plano		100 m

Fuente: propia de los autores



Análisis: los resultados muestran que existe un total de 22 participantes ([ver anexo 2 tabla 19](#)) en edades comprendidas entre los 7 a 16 años; donde 14 son de sexo masculino y 8 son del femenino de ellos 12 practican pruebas de 100 m ([ver anexo 2 tabla 20](#)) 7 de ellos son masculino y 5 femenino. Mientras los que participan en la prueba de 200 m ([ver anexo 2 tabla 21](#)) son 4 los cuales son de sexo masculino. Por otro lado, 6 participantes practican la prueba de 400 m ([ver anexo 2 tabla 22](#)) de los cuales 3 son de sexo masculino y 3 son de sexo femenino. Aparte, en cuanto a la simetría de pies 12 participantes tanto de sexo masculino como femenino poseen pies simétricos, es decir que ambos pies son iguales y los 10 participantes restantes poseen pies asimétricos, lo que significa que sus pies son diferentes. Con lo cual se llega a concluir que en esta población hay mayor predominancia por parte del pie normal.

**Tabla 8***Pie predominante en hombres*

Tipo de pie predominante en hombres											
Nombres		Tipo de pie									
		Pie Plano (0-34%)		Pie Normal (40-54%)		Pie Normal/Cavo (55-59%)		Pie Cavo (60-74%)		Total	
		P.Izq	P.Der	P.Izq	P.Der	P.Izq	P.Der	P.Izq	P.Der	P.Izq	P.Der
Anderson Sagbay	N	-	-	-	1	-	-	1	-	1	1
	%				3.57%			3.57%		3.57%	3.57%
Gustavo Coyago	N	-	-	1	-	-	1	-	-	1	1
	%			3.57%			3.57%			3.57%	3.57%
Pablo Quindisaca	N	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1
	%			3.57%	3.57%					3.57%	3.57%
Johan Orellana	N	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1
	%	3.57%	3.57%							3.57%	3.57%
Jose Urgiles	N	-	-	1	-	-	1	-	-	1	1
	%			3.57%			3.57%			3.57%	3.57%
Nicolas Urgiles	N	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1
	%			3.57%	3.57%					3.57%	3.57%
Alejandro Morocho	N	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1
	%			3.57%	3.57%					3.57%	3.57%
Cristopher Jimenez	N	-	-	-	1	1	-	-	-	1	1
	%				3.57%	3.57%				3.57%	3.57%
John Sagbay	N	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1
	%	3.57%	3.57%							3.57%	3.57%
Mateo Jimenez	N	-	-	-	1	-	-	1	-	1	1
	%				3.57%			3.57%		3.57%	3.57%
Alan Plasencia	N	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1
	%			3.57%	3.57%					3.57%	3.57%
Juan Castro	N	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1
	%			3.57%	3.57%					3.57%	3.57%
Manuel Quindisaca	N	-	-	-	-	-	1	1	-	1	1
	%						3.57%	3.57%		3.57%	3.57%
Kevin Paida	N	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1
	%			3.57%	3.57%					3.57%	3.57%
TOTAL	N	2	2	8	9	1	3	3	-	14	14
	%	7.14%	7.14%	28.56%	32.13%	3.57%	10.71%	10.71%	0%	50%	50%
Porcentaje global por tipo de pie		14.3%		60.7%		14.3%		10.7%		100%	

Fuente: elaborada por los autores

Análisis: los resultados indican que de los 14 atletas de sexo masculino; en 11 de ellos predomina el tipo de pie normal con 60.7% , de los cuales 6 poseen el tipo de pie simétrico, 5 de ellos poseen pies asimétricos y en los 3 restantes predomina el pie de tipo plano con 14.3%, normal cavo 14.3% y cavo 10.7%. Esto permite deducir que el tipo de pie ideal para carreras de velocidad es el pie normal; lo cual se relaciona con los resultados obtenidos por los atletas que poseen logros deportivos.

Tabla 9
Pie Predominante en mujeres

Tipo de pie predominante en mujeres											
Nombres		Tipos de pie									
		Pie Plano (0-34%)		Pie Normal (40-54%)		Pie Normal/Cavo (55-59%)		Pie Cavo (60-74%)		Total	
		P. Izq	P. Der	P. Izq	P. Der	P. Izq	P. Der	P. Izq	P. Der	P. Izq	P. Der
Maria Jimenez	N	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1
	%	6.25%	6.25%							6.25%	6.25%
Domenica Zhimayceca	N	-	-	-	1	-	-	1	-	1	1
	%				6.25%			6.25%		6.25%	6.25%
Sheily Astudillo	N	-	-	-	-	-	1	1	-	1	1
	%						6.25%	6.25%		6.25%	6.25%
Amy Ulloa	N	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1
	%			6.25%	6.25%					6.25%	6.25%
Samantha Salinas	N	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
	%							6.25%	6.25%	6.25%	6.25%
Tania Once	N	-	-	-	1	1	-	-	-	1	1
	%				6.25%	6.25%				6.25%	6.25%
Kelly Malla	N	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1
	%			6.25%	6.25%					6.25%	6.25%
Maria Once	N	-	1	1	-	-	-	-	-	1	1
	%		6.25%	6.25%						6.25%	6.25%
TOTAL	N	1	2	3	4	1	1	3	1	8	8
	%	6.25%	12.5%	18.75%	25%	6.25%	6.25%	18.75%	6.25%	50%	50%
Porcentaje global por tipo de pie		18.75%		43.75%		12.5%		25%		100%	

Fuente: elaborada por los autores

Análisis: los resultados señalan que de las 8 atletas de sexo femenino; en 5 de ellas predomina el tipo de pie normal con 43.75% , las cuales dos presentan simetría y tres de ellas poseen asimetrías y en las 3 atletas restantes predomina el pie de tipo cavo 25% , pie plano



18.75% y normal cavo 12.5%. Esto permite deducir que el tipo de pie ideal para carreras de velocidad es el pie normal; lo cual están relacionados con los resultados obtenidos de los deportistas que tienen victorias dentro del deporte.

De acuerdo a las mediciones y los resultados obtenidos que se revelan en las tablas 7 y 8 respectivamente, se puede concluir que el tipo de pie ideal para las carreras de velocidad tanto para hombres y mujeres es el de tipo de pie normal.

Tabla 10*Pie Predominante en hombres que obtuvieron logros deportivos*

Atletas de sexo masculino con logros deportivos														
NOMBRE	EDAD	Pie Plano		Pie Normal		Pie Normal Cavo		Pie Cavo		PRUEBAS DE VELOCIDAD	LOGROS DEPORTIVOS			
		Izq	Der	Izq	Der	Izq	Der	Izq	Der		Oro	Plata	Bronce	
Urgiles José	11 años	-	-	1	-	-	1	-	-	100 m	1	4	1	
Urgiles Nicolás	12 años	-	-	1	1	-	-	-	-	100 m	2	2	3	
Morocho Alejandro	12 años	-	-	1	1	-	-	-	-	200 m	2	1	2	
Jiménez Christopher	12 años	-	-	-	1	1	-	-	-	100 m	2	1	1	
Sagbay John	12 años	1	1	-	-	-	-	-	-	200 m	1	2	1	
Jiménez Mateo	13 años	-	-	-	1	-	-	1	-	100m	1	1	2	
Placencia Alan	13 años	-	-	1	1	-	-	-	-	200 m	1	4	3	
Castro Juan	14 años	-	-	1	1	-	-	-	-	400 m	2	2	1	
Quindisaca Manuel	15 años	-	-	-	-	-	1	1	-	400 m	3	2	0	
Paida Kevin	16 años	-	-	1	1	-	-	-	-	400 m	2	1	5	
TOTAL	N	1	1	6	7	1	2	2	0	20	Total	17	20	19
	%	5%	5%	30%	35%	5%	10%	10%	0%	100%				
Porcentaje global por tipo de pie		10%		65%		15%		10%		100%				

Fuente: elaborada por los autores

Análisis: los resultados muestran que de los 10 atletas de sexo masculino que obtuvieron logros deportivos 8 presentan pie de tipo normal, de ellos 5 poseen simetría en ambos pies y los otros 3 presentan asimetría en sus pies y los dos atletas restantes muestran predominio en el tipo de pie plano, normal cavo y cavo. Es decir, el 65% atletas de sexo masculino que obtuvieron logros deportivos, de acuerdo a la medición realizada por el método *Herzco*, se evidencia que, el tipo de pie predominante es el normal, lo que evidencia que los atletas; Nicolás Urgiles, Alan Placencia y Kevin Paida son los deportistas que más sobresalen en sus modalidades atléticas, siendo en este caso 100 m, 200 m, y 400 m respectivamente. Lo cual deduce sin duda que el tipo de pie normal es el propicio para la práctica de carreras de velocidad

Tabla 11*Pie Predominante en hombres que carecen de logros deportivos*

Atletas de sexo masculino que no han obtenido logros deportivos															
NOMBRE	EDAD	Pie Plano		Pie Normal		Pie Normal Cavo		Pie Cavo		PRUEBAS DE VELOCIDAD	LOGROS DEPORTIVOS				
		Izq	Der	Izq	Der	Izq	Der	Izq	Der		Oro	Plata	Bronce		
Sagbay Anderson	8 años	-	-	-	1	-	-	1	-	100 m	0	0	0		
Coyago Gustavo	9 años	-	-	1	-	-	1	-	-	100 m	0	0	0		
Quindisaca Pablo	10 años	-	-	1	1	-	-	-	-	200 m	0	0	0		
Orellana Johan	10 años	1	1	-	-	-	-	-	-	100 m	0	0	0		
TOTAL		N	1	1	2	2	0	1	1	0	8	Total	0	0	0
		%	12.5%	12.5%	25%	25%	0%	12.5%	12.5%	0%	100%				
Porcentaje global por tipo de pie			25%		50%		12.5%		12.5%		100%				

Fuente: elaborada por los autores

Análisis: como resultados de esta tabla se aprecia que los 4 atletas de sexo masculino que no han obtenido logros deportivos; en tres de ellos predomina el pie de tipo normal, un atleta presenta simetría en ambos pies, dos atletas muestran asimetrías en sus pies; el atleta restante posee pie plano en ambos pies lo cual quiere decir que tiene simetría en sus pies; por lo tanto de acuerdo a la medición realizada por el método *Herzco* predominan el tipo de pie normal con un 50%; seguido por un 25% del pie plano y un 12.5% tanto de pie normal cavo y pie cavo. Lo cual implica que estos atletas aún no han logrado competir en dichas modalidades debido a que han participado en competencias de mini atletismo debido a su edad; por lo general empiezan a participar en modalidades determinadas a partir de los 11 años en adelante.

Tabla 12
Pie Predominante en mujeres que obtuvieron logros deportivos

Atletas de sexo femenino con logros deportivos														
NOMBRE	EDAD	Pie Plano		Pie Normal		Pie Normal Cavo		Pie Cavo		PRUEBAS DE VELOCIDAD	LOGROS DEPORTIVOS			
		Izq	Der	Izq	Der	Izq	Der	Izq	Der		Oro	Plata	Bronce	
Astudillo Sheily	12 años	-	-	-	-	1	-	-	1	100 m	0	1	1	
Ulloa Amy	13 años	-	-	1	1	-	-	-	-	100 m	2	1	2	
Salinas Samantha	13 años	-	-	-	-	-	-	1	1	100 m	1	0	0	
Once Tania	13 años	-	-	-	1	1	-	-	-	400 m	1	3	3	
Malla Kelly	15 años	-	-	1	1	-	-	-	-	400 m	3	4	4	
Once María	16 años	-	1	1	-	-	-	-	-	400m	3	2	4	
TOTAL	N	0	1	3	3	2	0	1	2	12	Total	10	11	14
	%	0%	8.3%	25%	25%	16.7%	0%	12.5%	12.5%	100%				
Porcentaje global por tipo de pie		8.3%		50%		16.7%		25%		100%				

Fuente: elaborada por los autores

Análisis: los resultados muestran que de las 6 atletas de sexo femenino que obtuvieron logros deportivos 4 presentan pie de tipo normal, de ellos 2 poseen simetría en ambos pies y las otras 2 presentan asimetría en sus pies y las dos atletas restantes muestran predominio en el tipo de pie cavo y normal cavo. Es decir, el 50% de atletas de sexo femenino que obtuvieron logros deportivos, de acuerdo a la medición realizada por el método *Herzco* revela que predomina el tipo de pie normal, lo que evidencia que las atletas; Amy Ulloa en la prueba de 100 m y Kelly Malla en la modalidad de los 400 m son las deportistas que más sobresalen en sus modalidades atléticas, siendo en este caso 100 m y 400 m respectivamente; por lo que se infiere que, el tipo de pie normal es el más idóneo en las prácticas y en competencias de velocidad.

Tabla 13

Pie Predominante en mujeres que no obtuvieron logros deportivos

Atletas de seo femenino sin obtención de logros deportivos														
NOMBRE	EDAD	Pie Plano		Pie Normal		Pie Normal Cavo		Pie Cavo		PRUEBAS DE VELOCIDAD	LOGROS DEPORTIVOS			
		Izq	Der	Izq	Der	Izq	Der	Izq	Der		Oro	Plata	Bronce	
Jiménez María	7 años	1	1	-	-	-	-	-	-	100 m	0	0	0	
Zhiminaycela Domenica	9 años	-	-	1	-	-	1	-	-	100 m	0	0	0	
TOTAL	N	1	1	1	0	0	1	0	0	4	Total	0	0	0
	%	25%	25%	25%	0%	0%	25%	0%	0%	100%				
Porcentaje global por tipo de pie		50%		25%		25%		0%		100%				

Fuente: elaborada por los autores

Análisis: se observa en la tabla 13 que, dos de las atletas de sexo femenino que no han conseguido logros deportivos; una de ellas presenta pie plano en ambos pies y la otra participante posee pie izquierdo normal y pie derecho normal cavo lo cual significa que tiene asimetría en ambos pies. Por lo tanto, de acuerdo a la medición realizada por el método *Herzco* predominan el tipo de pie plano con un 50%; seguido por un 25% del pie normal y un 25% de pie normal cavo. Al existir mayor predominancia del pie plano según Jarama y Pineda (2018) afirman que en edades tempranas el pie plano en los niños va decreciendo conforme avanza su edad; lo que significa que la tendencia a tener pie plano disminuye. Lo cual deduce que dichas atletas no han competido en sus respectivas modalidades debido a que han participado en competencias de mini atletismo las cuales sirven de preparación para que en un futuro consigan buenos resultados en las pruebas que les corresponda.

3.2. Discusión de los resultados

Los resultados que se obtuvieron de la aplicación del método *Herzco*, revela que de los 22 participantes de la presente investigación el 54.54% tienen predominancia del tipo de pie normal, seguido con el 15.91% en tipo de pie plano y normal cavo; luego le sigue con el 13.64% el tipo de pie cavo tanto en hombres como en mujeres; además, en ambos géneros se presentaron casos de participantes con asimetrías en sus pies.

Al respecto en un estudio realizado por los autores Jarama y Pineda (2018) en Ecuador en la ciudad de Cuenca, con 85 deportistas de la Federación Deportiva del Azuay (FDA), en disciplinas deportivas entre ellas: gimnasia rítmica y artísticas y los saltos ornamentales. Mostraron predominancia en el tipo de pie plano y normal mediante la utilización del método *Herzco*; además los resultados de los autores antes citados difieren ya que se encontró como resultado la predominancia del pie plano; por otro lado, la medición se realizó en otros deportes y no en el atletismo en las pruebas de velocidad, también teniendo en cuenta que la medición se la aplicó a deportistas entre los 4 a 12 años. Ante estos resultados que obtuvieron los autores mencionados, el autor Cáceres, (2014) recalca que la presencia del tipo de pie plano en edades tempranas se debe por lo general a una carencia en las formaciones musculares plantares; mientras que Tong & Kong, (2016) manifiestan que, en el caso de los niños el arco plantar de los pies planos decrecen conforme avanza la edad, haciéndose menos plano.

Dentro de la misma línea haciendo énfasis al tipo de pie predominante, existe consonancia respecto a los resultados obtenidos en un estudio en el cual predomina el pie normal; el cual lo realizó Revelo, (2021) en Ecuador en el cantón Antonio Ante en 65 deportistas, tanto varones como mujeres pertenecientes al Club Profesional Leones del Norte, entre los 12 y 20 años, que practican fútbol como disciplina deportiva. En el estudio mencionado se enfocó en la aplicación del método índice de arco y ángulo Q, según rangos de edades *12-14 años, 16-18 años y*



mayores de 18 a 20 años, se concluye que el pie normal es el predominante con el 55.4% seguido por el pie plano con 33.8% y con apenas 10.8% de pie cavo.

Tabla 14

Comparación del presente estudio con el estudio de Pineda y Jarama; con el estudio de Revelo; respecto a la predominancia del tipo de pie

Presente investigación	Estudio realizado por Pineda y Jarama (2018)	Estudio realizado por Revelo, (2021)
Predominancia del pie normal con 54.54%	Predominancia del pie plano con 47.05%	Predominancia del pie normal con el 55.4%
Edad: 7 a 16 años.	Edad: 4 a 12 años.	Edades: 12 a 20 años.
Disciplinas: pruebas de velocidad de 100 m, 200 m, y 400 m.	Disciplinas: gimnasia rítmica y artística, también en saltos ornamentales.	Disciplinas: fútbol.
Método aplicado: Herzco.	Método aplicado: Herzco	Método aplicado: índice de arco y ángulo Q.

Fuente: elaborada por los autores

En la misma línea, los resultados de este estudio muestran que puede existir influencia en el rendimiento deportivo de acuerdo al tipo de pie, en este caso el pie de tipo normal se considera como el más apto para las pruebas de velocidad; seguido por el pie de tipo plano. Sin embargo, estos resultados difieren respecto a un estudio realizado por Rey Córdova (2019), en Perú en la ciudad de Lima con 38 deportistas elite de países como: Colombia, Bolivia, Chile, Perú y Ecuador; en una competencia denominada Grand Prix ; en la cual se concluye que no existe influencia en el rendimiento deportivo según el tipo de pie que presenten los atletas; cabe mencionar que, el autor en mención aplico su estudio en atletas de alto nivel, bajo la modalidad de los 5000 m; usando el método del pedigrafo y aplicando una encuesta.

**Tabla 15**

Características del presente estudio con el estudio del autor Rey Córdova, respecto al método aplicado

Presente investigación	Estudio realizado por Rey Córdova (2019)
Predominancia del pie normal con 54.54%	Predominancia del pie normal con 63.16%
Categoría: infante - juvenil.	Categoría: elite.
Disciplinas: pruebas de velocidad de 100 m, 200 m, y 400 m.	Disciplinas: 5000 m.
Método aplicado: Herzco.	Método aplicado: Pedigrafo y encuestas.

Fuente: elaborada por los autores

En cuanto, a los resultados obtenidos se puede aseverar que, existe un total de 10 participantes con pies asimétricos y 12 poseen pies simétricos estos valores representan tanto el 45% y 55% respectivamente, estos resultados se pueden comparar con los resultados que obtuvo Gómez et al. (2009) en su estudio realizado en Colombia en la ciudad de Cali con 106 mujeres deportistas en las disciplinas como: atletismo, natación, y halterofilia; y 77 mujeres sedentarias. El estudio en mención se enfocó en la influencia de las tipologías antropométricas de la huella plantar del sexo femenino en atletas y personas sedentarias hubo hallazgos de diferentes tipos de pie; dicha población presenta un total de 40% de pies asimétricos y 60% de pies simétricos tanto en atletas como en las personas sedentarias.

**Tabla 16**

Comparación del presente estudio con el estudio de los autores Gómez, Franco, Nathy, Valencia, Vargas & Jiménez; respecto al tipo de pie y disciplinas deportivas

Presente investigación	Estudio realizado por Gómez et al., (2009)
Predominancia del pie normal con 54.54%	Predominancia del pie cavo.
Categoría: infante - juvenil.	Categoría: elite y sedentarios
Disciplinas: pruebas de velocidad de 100 m, 200 m, y 400 m.	Disciplinas: atletismo, natación, y halterofilia.
Método aplicado: Herzco.	Método aplicado: Herzco y encuestas sobre lesiones.

Fuente: elaborada por los autores



4. Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- Aunque se encontraron pocos estudios acerca del tema investigado, los resultados del presente trabajo dejan evidencia acerca de la importancia que tiene para los docentes de la especialidad de Educación Física y entrenadores deportivos, que conozcan la metodología que les permita identificar el tipo de pie, en virtud de ello los ejercicios empleados tanto en Educación Física como en entrenamiento deportivo en edades tempranas puede producir cambios en la huella plantar de los mismos. Por ello, es esencial que los docentes de la especialidad de Educación Física y entrenadores deportivos ponderen más en el cuidado integral de los estudiantes y atletas; realizando una medición diagnóstica a sus estudiantes o atletas al momento que estos se vinculan por primera vez a la práctica de ejercicios físicos y deportivos.
- La utilización del método *Herzco* y la digitalización de imágenes permitió establecer la relación entre el tipo de pie y su influencia en el rendimiento deportivo en deportistas que practican pruebas de velocidad entre los 7 a 16 años de la Liga Cantonal del Sísgig, donde se revela que de 22 participantes, el 54.54% tienen predominancia del tipo de pie normal, seguido con el 15.91% en tipo de pie plano y normal cavo; luego le sigue con el 13.64% el tipo de pie cavo tanto en hombres como en mujeres; además en ambos géneros se presentaron casos de participantes con asimetrías en sus pies; dentro de esta misma línea, se presenta un total de 10 participantes con pies asimétricos y 12 poseen pies simétricos estos valores representan tanto el 45% y 55% respectivamente. Cabe mencionar que, de los dos grupos de atletas que han obtenido logros deportivos predomina el tipo de pie normal; razón por la cual se puede enfatizar en que puede



existir influencia en el rendimiento deportivo; además, con lo mencionado anteriormente se evidencia que el tipo de pie recomendado para las pruebas de velocidad del atletismo es el tipo de pie normal.

- De acuerdo a las metodologías estudiadas para la medición del tipo de pie, los autores consideran como mejor opción la metodología de *Herzco*, puesto que sus implementos son de fácil acceso, aplicación y económicos.
- En este estudio se puede evidenciar que, en algunos de los atletas de menor edad, el pie plano es el que predomina, debido a que este tipo de pie es común encontrarlo en niños de edades tempranas, puesto que aún están en una etapa de desarrollo.

4.2. Recomendaciones

Finalizada la investigación se plantean las siguientes recomendaciones:

- Es sustancial que, tanto en instituciones educativas como deportivas en general, los docentes de la especialidad de Educación Física y entrenadores deportivos tengan pleno conocimiento de cómo aplicar a cada estudiante o deportista el método *Herzco*, e informen lo importante que resulta conocer el tipo de pie que posee cada estudiante o deportista, para que de esta manera prevenir lesiones futuras que podrían producirse durante el ejercicio físico.
- En futuros estudios relacionados a la determinación del tipo de pie se recomienda tomar las muestras de huellas plantares en otras disciplinas deportivas, usando el método *Herzco*, ya que permite conocer el tipo de pie predominante e ideal para la práctica de los diferentes deportes ya sean individuales o colectivos.



- La aplicación del método *Herzco* es de fácil acceso y aplicación; es por ello que, en caso de aplicarlo en una población numerosa, se recomienda la utilización de herramientas tecnológicas; como la plataforma de presiones, debido a su rápida toma de muestras, la cual permitiría determinar el tipo de pie con mayor rapidez.
- Realizar un estudio comparativo con niños de cortas edades determinando el tipo de pie que poseen en el presente; y al cabo de algunos años; cuando se encuentren en la etapa de la adolescencia, les apliquen el mismo estudio, para luego determinar posibles factores por los cuales pudieron haberse dado cambios o no, en cuanto al tipo de pie.



Bibliografía

- Aguado, X. (2008). Cuaderno de prácticas de biomecánica del movimiento. Facultad de Ciencias del Deporte. Toledo.
- Aguilera, J., Heredia, J., Peña, G. (2015). Huella plantar, biomecánica del pie y del tobillo: propuesta de valoración. *G-SE*. Recuperado de <https://g-se.com/huella-plantar-biomecanica-del-pie-y-del-tobillo-propuesta-de-valoracion-bp-b57cfb26db4ec3>
- Álvarez, C., & Palma, W. (2010). Desarrollo y biomecánica del arco plantar. *Ortho-tips*, 6(4), 215-222. Disponible en <https://www.medigraphic.com/pdfs/orthotips/ot-2010/ot104c.pdf>
- Aynaguano, E. (2020). *Análisis biomecánico de la carrera y la relación de lesiones en los atletas de fondo y semifondo de la Federación Deportiva del Chimborazo*. (Tesis de Postgrado). Pontificia Universidad Católica Del Ecuador Facultad De Medicina, Quito, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/18361/TESIS%20DE%20ANALISIS%20BIOMECANICO%20DE%20LA%20CARRERA%20Y%20SU%20RELACION%20CON%20LESIONES%20EN%20ATLETAS%20DE%20FONDO%20Y%20SEMIFONDO%20DE%20LA%20FDCH.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Berdejo del Fresno, D., Lara, A., Martínez, E., Cachón, J., y Lara, S. (2013) Alteraciones de la huella plantar en función de la actividad física realizada. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 13(49), 19-39. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/542/54225676002.pdf>
- Cáceres, Z. (2014). Tipificación de la huella plantar de escolares entre 6 y 8 años de edad de población urbana del municipio de Pamplona. *Movimiento Científico*, 8(1), 44-52. Recuperado de <http://revistas.iberamericana.edu.co/index.php/Rmcientifico/article/view/733>
- Cámara, J. (2010). *Importancia del análisis de la huella plantar por el profesor de educación física ante el riesgo de lesiones: una herramienta para la identificación del tipo de pie*. *Ef deportes*, N.-140. Recuperado de <https://www.efdeportes.com/efd140/importancia-del-analisis-de-la-huella-plantar.htm>
- Campoverde, K., Cardoso, C., & Ordoñez, M. (2015). *Prevalencia de las Alteraciones Podales Mediante el Índice del Arco en los Alumnos de la Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Médicas, Escuela de Tecnología Médica* (tesis de licenciatura). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23612/1/Proyecto%20de%20Investigaci%C3%B3n.pdf>



- Cedeño, J. (2019). *Estudio podológico y biomecánico que descubre el uso del calzado inadecuado que afecta la práctica deportiva* (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/reduj/39559/1/Cede%20Vargas%20Camilo%2020022-1019.pdf>
- Claire, C., Pedraza, A., Fernández, P., y Ortiz, A. (2014). Métodos alternativos de evaluación en niños de 4 – 6 años con pie plano. *Ucebol*, 19-25. Recuperado de http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/ucs/n13/n13_a04.pdf
- Cortegaza, L., y Luong, D. (2015). Bases teóricas del rendimiento deportivo. EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, N.-207. Recuperado de <https://www.efdeportes.com/efd207/bases-teoricas-del-rendimiento-deportivo.htm>
- Drake, R., Vogl, W., & Mitchell, W. (2010). *GRAY Anatomía para estudiantes* (Segunda edición). Barcelona, España: Diorki.
- Gómez, A. (2003). *Repercusión de la manipulación de una disfunción osteopática de iliaco posterior sobre la morfología de la huella plantar*. Tesis para la obtención de diploma en Osteopatía. Escuela de Osteopatía de Madrid, Madrid, España.
- Gómez, L., Franco, J., Nathy, J., Valencia, E., Vargas, D., & Jiménez, L. (2009). Influencia del deporte en las características antropométricas de la huella plantar femenina. *Educación física y deportes*, (28-2), 25-33. Recuperado de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/educacionfisicaydeporte/article/view/3061>
- Gómez, L., Franco, M., Nathy, J., Valencia, E., Vargas, D., & Jiménez, L. (2010). Características de la huella plantar en deportistas colombianos. *Entramado*, 6(2), 158-167. Recuperado de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=265419645012>
- Gray, R., Drake, R., Vogl, W., & Mitchell, A. (2005). *Anatomía para estudiantes*. Madrid: Ediciones Harcourt.
- Hernández, R. (2009). *Morfología funcional deportiva*. México : Paidotribo.
- Hidalgo, V. (2020). *La importancia del estudio biomecánico de la pisada de los deportistas*. Málaga. Clínica del pie la malagueta. Recuperado de <https://clinicadelpielamalagueta.com/blog/la-importancia-del-estudio-biomecanico-de-la-pisada-en-deportistas/>
- Izquierdo, M. (2008). *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte*. Madrid; Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Jarama, A., & Pineda, W. (2018). *Análisis descriptivo de la huella plantar en deportistas de saltos ornamentales, gimnasia artística y rítmica de la categoría infantil de la Federación Deportiva del Azuay* (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Recuperado de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30220/1/Trabajo%20de%20Titulaci%20n.pdf>



- Lara, S., Lara, A., Zagalaz, M., & Martínez, E. (2011). Análisis de los diferentes métodos de evaluación de la huella plantar. Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación *19*, 49-53. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3457/345732285010.pdf>
- López, J., Meana, M., Vera, J., y García, J. (2006). Respuestas, adaptaciones y simetría de la huella plantar producidas por la práctica de la marcha atlética. *Cultura, Ciencia y Deporte*, *2*(8) 4, 21-26. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1630/163017601003.pdf>
- Luengas, L., Díaz, M., & González, J. (2015). Determinación de tipo de pie mediante el procesamiento de imágenes. *Ingenium*, *17*(34), 147-161.
- Martínez, A., Hita, F., Ruiz, A., Muñoz, M., Cruz, D., y Martínez, E. (2016). Influencia de la práctica deportiva sobre la huella plantar en atletas españoles. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, *16* (62), 423-438. doi: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2016.63.002>
- McCrorry, L., Young, J., Boulton, J., & Cavanagh, R. (1997). Arch index as a predictor of arch height. *The Foot*, *7*(2), 79-81. doi: 10.1016/S0958-2592(97)90052-3
- Miralles, R., Miralles, I. (2003). Biomecánica de los sistemas de amortiguadores del pie. Revista del pie y tobillo. *Revista del pie y tobillo*. *17* (1), 55-60. Recuperado de <https://fondoscience.com/sites/default/files/articles/pdf/rpt.1701.fs031011-biomecanica-sistemas-amortiguadores-del-pie.pdf>
- Montoro, R. y de la Paz, L. (2015). Razonamientos sobre el rendimiento deportivo. Sus principales indicadores en corredores de 400 metros planos. EFDeportes.com. Revista Digital. Buenos Aires, N° 202. Recuperado de <https://www.efdeportes.com/efd202/el-rendimiento-deportivo-en-corredores-de-400.htm>
- Nikolaidou, M. E., & Boudolos, K. D. (2006). A footprint-based approach for the rational classification of foot types in young schoolchildren. *The Foot*, *16*(2), 82–90. doi: 10.1016/j.foot.2006.02.001
- Orellana, F., y Llivichuzca, S. (2017). *Análisis de la zancada en corredores de fondo del club Byron Piedra 2016* (tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27232/1/TRABAJO%20DE%20TULACION.pdf>
- Podoactiva. (2018). *Tipos de pies. ¿Sabes cuál es el tuyo y que dice sobre ti?* Recuperado de <https://www.podoactiva.com/es/blog/tipos-de-pies-sabes-cual-es-el-tuyo-y-que-dice-sobre-ti#:~:text=PIE%20GRIEGO,tiene%20este%20tipo%20de%20pie.>
- Podología Santa Pola (2019). Especialistas en el cuidado del pie. [imagen]. Recuperado de <https://podologiasantapola.com/podologia/>
- Podovita. (2019). Todo lo que necesitas saber sobre el pie cavo. [imagen]. Recuperado de <https://podovita.com/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-el-pie-cavo/>



- Queen, R. M., Mall, N. A., Nunley, J. A., & Chuckpaiwong, B. (2009). Differences in plantar loading between flat and normal feet during different athletic tasks. *Gait & Posture*, 29(4), 582–586. doi: 10.1016/j.gaitpost.2008.12.010
- Ramos, A. (2015). *¿Quieres saber cómo es la gente? Fíjate en sus pies, reflejan bien su personalidad*. Recuperado de https://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2015-01-20/quieres-saber-como-es-la-gente-fijate-en-sus-pies-reflejan-bien-la-personalidad_624026/
- Rey, H. (2019). *Influencia del tipo de pie en el rendimiento del atleta de alta competencia villa deportiva nacional 2017* (tesis de pregrado). Universidad nacional federico Villarreal, Lima- Perú. Recuperado de <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2655/Rey%20C%3%b3rdova%20Hugo%20Edison.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Revelo, E. (2021). *Evaluación del ángulo Q y huella plantar según rangos de edad en futbolistas del club profesional Leones del norte* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11009/2/06%20TEF%20345%20RABAJO%20GRADO.pdf>
- Sánchez, A. (2018). El uso del kinovea para el análisis biomecánico desde una perspectiva cuantitativa. *Trances*, 10(6), 725-738. Recuperado de https://fb39c223-56a9-4ed3-91f4-073579bde094.filesusr.com/ugd/fa6be1_fb8f7f5661394dbbb1d179f05c50221c.pdf
- Sánchez, C. (2017). Caracterización morfológica del arco plantar longitudinal medial del pie en una población chilena. *Int. J. Morphol*, 35(1), 85-91. Recuperado de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100015
- Soares, W. (2012). *Biomecánica aplicada al deporte: contribuciones, perspectivas y desafíos*. Ef deportes, N.- 170. Recuperado de <https://www.efdeportes.com/efd170/biomecanica-aplicada-al-deporte.htm#:~:text=La%20Biomec%C3%A1nica%20es%20una%20disciplina,a%20partir%20de%20conocimientos%20cient%C3%ADficos.>
- Tong, J., & Kong, P. (2016). Medial Longitudinal Arch Development of Children Aged 7 to 9 Years: Longitudinal Investigation. *Physical Therapy*, 96(8), 1216–1224. doi:10.2522/ptj.20150192
- Ursino, D., Abal, F., Cirami, L., y Barrios, R. (2019). La evaluación del rendimiento deportivo en psicología del deporte: una revisión sistemática. *Anuario de Investigaciones, volumen* (26), pp. 413-425. Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3691/369163433045/html/index.html>
- Verdezoto, T., y Villacis, J. (2020). *Comparación del tipo de pisada en los jugadores del club Sociedad Deportiva Aucas, los practicantes de taekwondo del Club de Artes Marciales Universitario y el club de atletismo de la Concentración Deportiva de Pichincha durante el periodo octubre 2019 – febrero 2020* (Tesis de pregrado).



Universidad del Ecuador, Quito. Recuperado de

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21127/1/T-UCE-0020-CDI-317.pdf>

Zurita, F., Martínez, A., y Zurita, A. (2007). Influencia de la tipología del pie en la actividad físico deportiva. *Fisioterapia*. 29(2), 74-79. doi: 10.1016/S0211-5638(07)74417-6



Anexos

Anexo 1: Autorizaciones

A. Permisos de aceptación

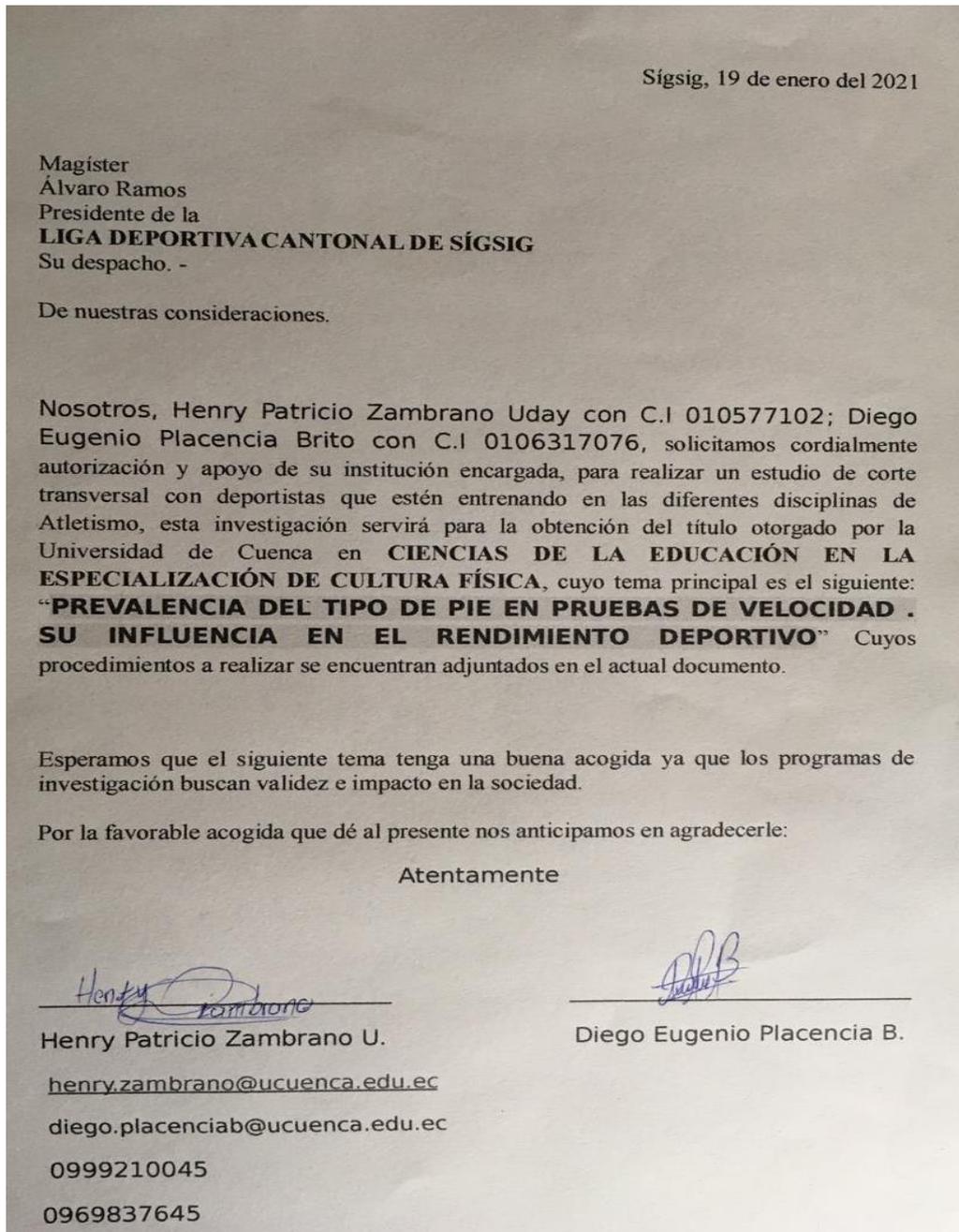


Foto 1: Oficio enviado a la Liga Cantonal.

Objetivos de estudio.

- Relacionar el tipo de pie y su influencia en el rendimiento deportivo en deportistas que practican pruebas de velocidad en edades comprendidas entre los 7 a 16 años de la Liga Cantonal del Sígsig.
- Determinar la relación entre el tipo de pie de los atletas según su edad, sexo y logros alcanzados; y analizar las características de la huella plantar en los deportistas según el método Herzco.

Protocolo para el registro de la huella plantar

Como primer punto se debe humedecer la planta del pie en alcohol, evitando mojarlo en exceso para que no se choree en el papel.

El deportista se pone de pie y debe pisar el papel-fax en el centro, tratando de que no se desplace ya que esto anulara la muestra.

El deportista permanecerá aproximadamente 10 a 15 segundos hasta que la huella se haya impregnado bien en el papel, posteriormente debe elevar verticalmente con cuidado el pie evitando dañar la muestra.

Se debe realizar el mismo procedimiento con el otro pie.

Foto 2: Continuación del oficio enviado a la Liga Cantonal.

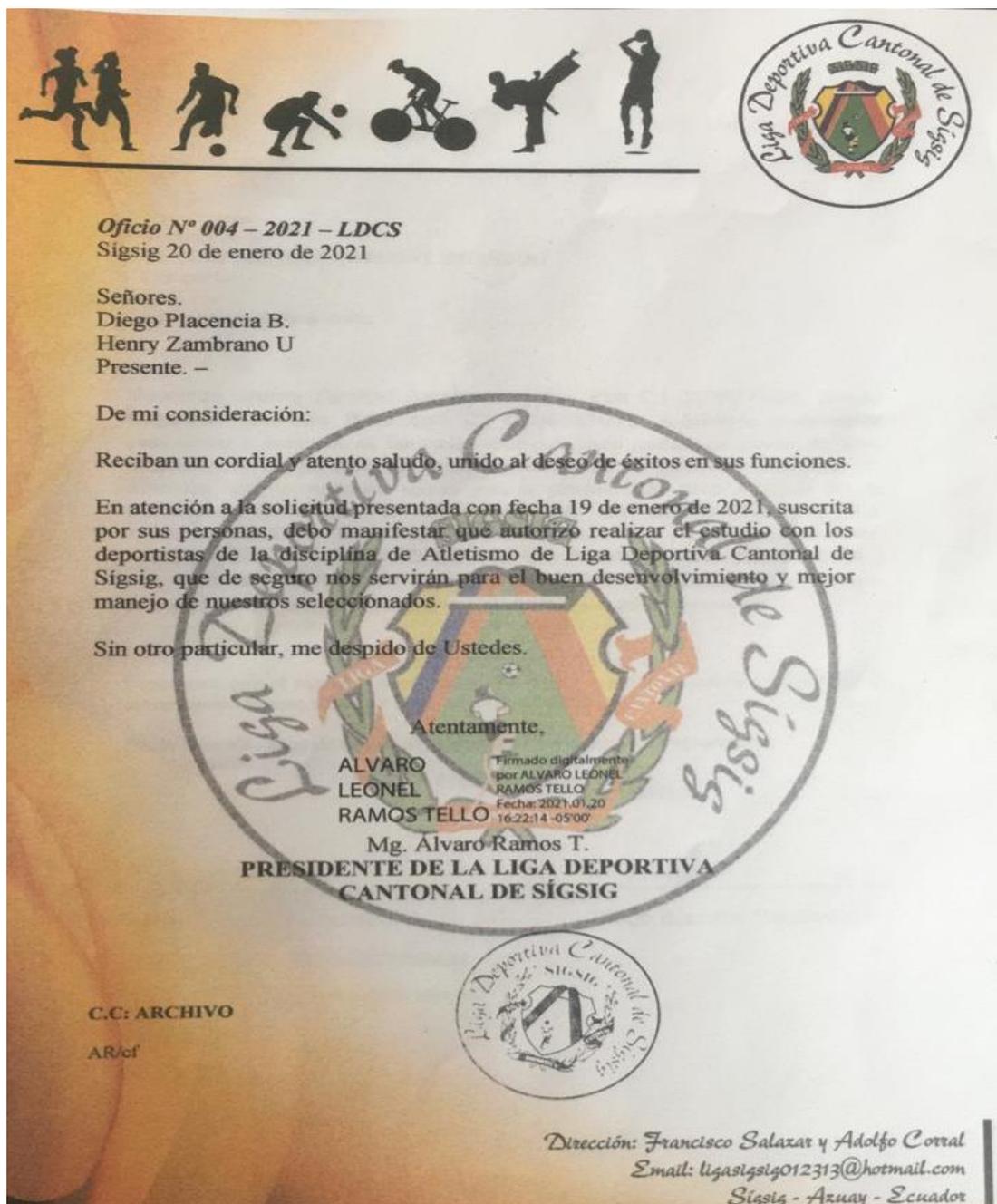


Foto 3: Oficio de autorización para la aplicación del estudio

B. Consentimiento informado

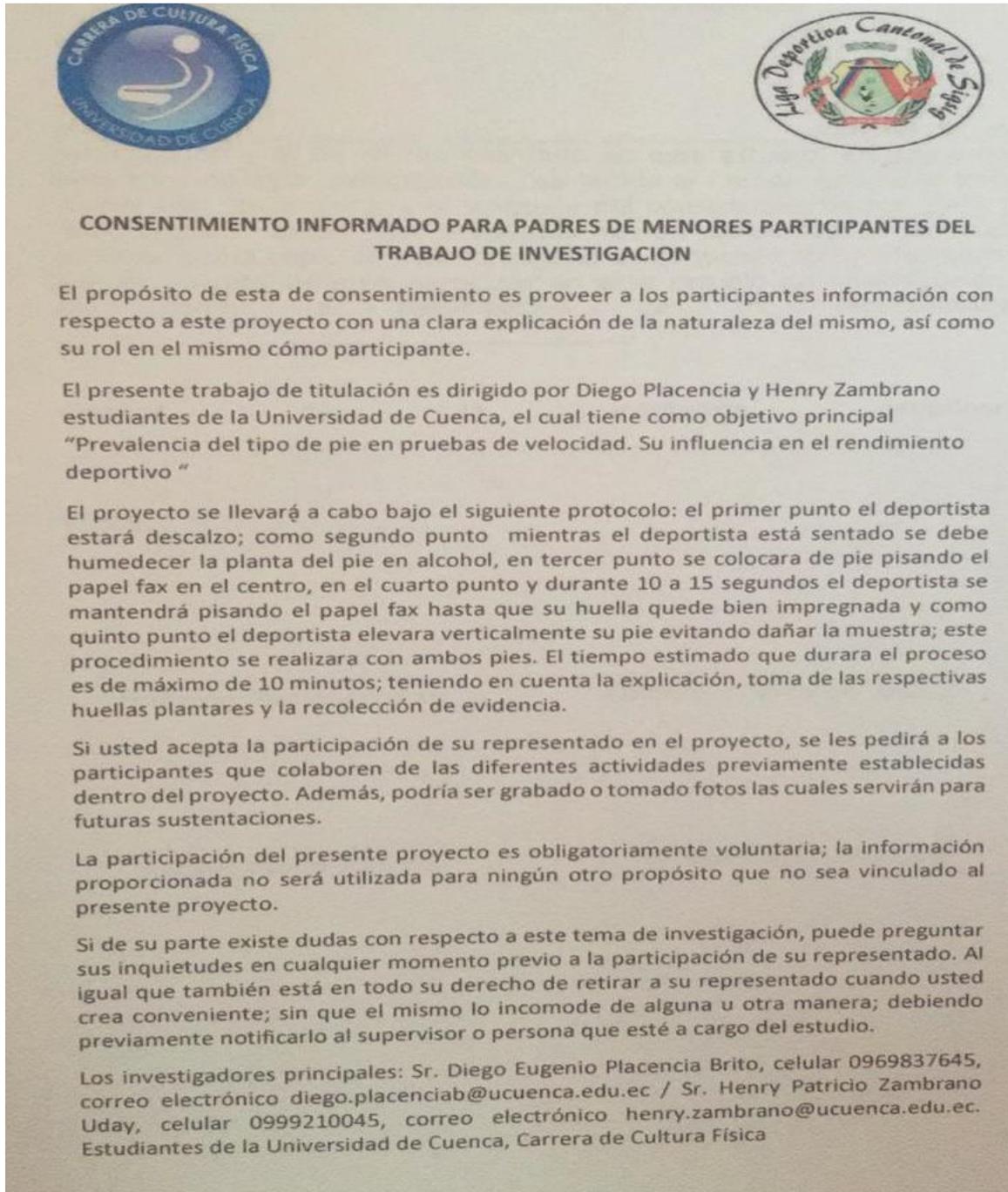


Foto 4: Consentimiento informado para padres de familia.



Los investigadores principales: Sr. Diego Eugenio Placencia Brito, celular 0969837645, correo electrónico diego.placenciab@ucuenca.edu.ec / Sr. Henry Patricio Zambrano Uday, celular 0999210045, correo electrónico henry.zambrano@ucuenca.edu.ec. Estudiantes de la Universidad de Cuenca, Carrera de Cultura Física

De antemano agradecemos su participación y colaboración.

Yo Luisa Coyago comprendo mi participación y la de mi representado en este estudio, así como los beneficios de esta investigación. He tenido el tiempo suficiente para revisar este documento y el lenguaje del consentimiento fue claro y comprensible. Todas mis preguntas fueron contestadas. Me han entregado una copia de este formulario de consentimiento informado. Acepto voluntariamente participar en este estudio de investigación, así como la participación de mi representado Manuel Roberto.

Nombre de la institución deportiva.
Liga Deportiva Cantonal Sigsig

Fecha: 25 del 07 de 2021

Luisa Coyago
Firma del Representante

HP
Nombre y Firma del Testigo

[Firma]
Investigador/a Principal

Henry Zambrano
Investigador/a Principal

Foto 5: Continuación del consentimiento informado para padres de familia.

Anexo 2: Tablas de datos generales
Tabla 17
Características generales de participantes de la Liga Deportiva Cantonal de Síg sig.

CARACTERÍSTICAS		SEXO	
		MASCULINO N=14	FEMENINO N=8
EDAD (AÑOS)	Media	11,71	11,66
	Máximo	16	16
	Mínimo	7	7
PRUEBAS ATLÉTICAS	100 m N=12	7	5
	200 m N=4	4	0
	400 m N=6	3	3

Fuente: elaborada por los autores

Tabla 18
Características esenciales de los atletas participantes y pie predominante

CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DE LOS ATLETAS PARTICIPANTES							
Numero	Nombres y Apellidos	Edad	Peso	Talla	Tipo de pies	Tipo de pies según el tamaño de los dedos	Modalidad
1	Sheily Astudillo	12 años	45 kg	1.51 m	Pie izquierdo cavo Pie derecho cavo normal	Egipcio	100 m
2	Amy Ulloa	13 años	57 kg	1,63 m	Normal	Egipcio	100 m
3	Doménica Zhiminaycela	9 años	29 kg	1.27 m	Pie izquierdo normal Pie derecho normal cavo	Egipcio	100 m



4	José Urgilez	11 años	37 kg	1.45 m	Pie izquierdo normal Pie derecho normal cavo	Egipcio	100 m
5	Nicolas Urgilez	12 años	36 kg	1.50 m	Normal	Egipcio	100 m
6	Manuel Quindisaca	15 años	45 kg	1.62 m	Pie izquierdo cavo Pie derecho normal cavo	Egipcio	400 m
7	Pablo Quindisaca	10 años	41 kg	1.41 m	Normal	Egipcio	200 m
8	Mateo Jiménez	13 años	50 kg	1.55 m	Pie izquierdo cavo Pie derecho normal	Egipcio	100 m
9	María Jiménez	7 años	32 kg	1.23 m	Plano	Egipcio	100 m
10	Samantha Salinas	13 años	54 kg	1.53 m	Cavo	Egipcio	100 m
11	Juan Castro	14 años	48 kg	1.60 m	Normal	Egipcio	400 m
12	Alejando Morocho	12 años	37 kg	1.40 m	Normal	Egipcio	200 m
13	Alan Plasencia	13 años	50 kg	1.59 m	Normal	Griego	200 m
14	Gustavo Coyago	9 años	29 kg	1.43 m	Pie izquierdo normal Pie derecho normal cavo	Egipcio	100 m
15	Christopher Jiménez	12 años	41 kg	1.49 m	Pie izquierdo cavo normal Pie derecho normal	Egipcio	100 m
16	John Sagbay	12 años	40 kg	1.52 m	Plano	Egipcio	200 m



17	Anderson Sagbay	8 años	24 kg	1.14 m	Pie izquierdo cavo Pie derecho Normal	Griego	100 m
18	Kelly Malla	15 años	53 kg	1.64 m	Normal	Griego	400 m
19	María Once	16 años	59 kg	1.52 m	Pie izquierdo normal Pie derecho cavo	Griego	400 m
20	Tania Once	13 años	43 kg	1.48 m	Pie izquierdo normal cavo Pie derecho normal	Egipcio	400 m
21	Kevin Paida	16 años	65 kg	1.69 m	Normal	Griego	400 m
22	Johan Orellana	10 años	28 kg	1.30 m	Plano	Egipcio	100 m

Fuente: elaborada por los autores

Tabla 19

% de X de tipos de pies en forma estática, según el método HERZCO

HERZCO % de X	Pie estático de los 22 participantes	
	N	%
1.- Pie Plano 0 - 34 %	6	15.91%
2.- Pie Plano Normal 35 - 39 %	-	-
3.- Pie Normal 40 - 54 %	24	54.54%
4.- Pie Normal Cavo 55 - 59 %	7	15.91%
5.- Pie Cavo 60 - 74 %	7	14.64%
6.- Pie Cavo Fuerte 75 - 84 %	-	-
7.- Pie Cavo Extremo 85 - 100 %	-	-
Total	44	100%

Fuente: elaborada por los autores

Tabla 20

% de X de tipos de pies en forma estática, en 100 m planos según el método HERZCO

HERZCO % de X	Pie estático en participantes de los 100 m planos	
	N	%
1.- Pie Plano 0 - 34 %	4	16.7%
2.- Pie Plano Normal 35 - 39 %	-	-
3.- Pie Normal 40 - 54 %	10	41.7%
4.- Pie Normal Cavo 55 - 59 %	5	20.8%
5.- Pie Cavo 60 - 74 %	5	20.8%
6.- Pie Cavo Fuerte 75 - 84 %	-	-
7.- Pie Cavo Extremo 85 - 100 %	-	-
Total	24	100%

Fuente: elaborada por los autores

Tabla 21

% de X de tipos de pies en forma estática, en 200 m planos, según el método HERZCO

HERZCO % de X	Pie estático en participantes de los 200 m planos	
	N	%
1.- Pie Plano 0 - 34 %	2	25%
2.- Pie Plano Normal 35 - 39 %	-	-
3.- Pie Normal 40 - 54 %	6	75%
4.- Pie Normal Cavo 55 - 59 %	-	-
5.- Pie Cavo 60 - 74 %	-	-
6.- Pie Cavo Fuerte 75 - 84 %	-	-
7.- Pie Cavo Extremo 85 - 100 %	-	-
Total	8	100%

Fuente: elaborada por los autores

**Tabla 22 %**

de X de pies de tipo de pies en forma estática, en 400 m planos, según el método HERZCO

HERZCO % de X	Pie estático en participantes de los 100 m planos	
	N	%
1.- Pie Plano 0 - 34 %	-	-
2.- Pie Plano Normal 35 - 39 %	-	-
3.- Pie Normal 40 - 54 %	8	66.7%
4.- Pie Normal Cavo 55 - 59 %	2	16.6%
5.- Pie Cavo 60 - 74 %	2	16.7%
6.- Pie Cavo Fuerte 75 - 84 %	-	-
7.- Pie Cavo Extremo 85 - 100 %	-	-
Total	12	100%

Fuente: elaborada por los autores

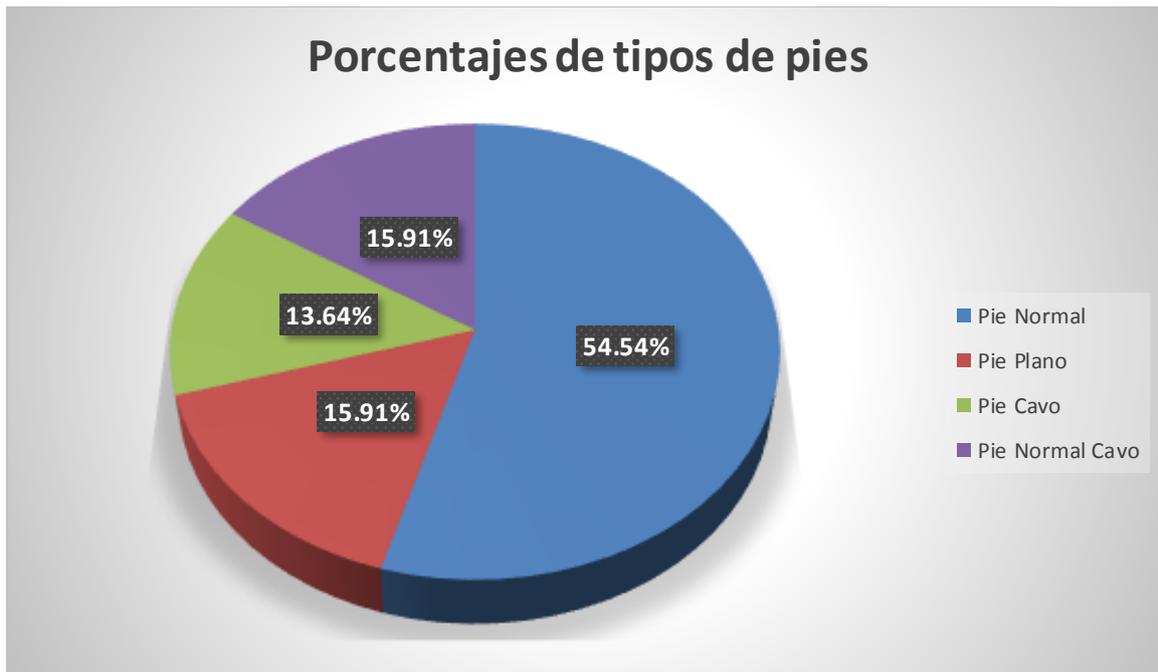


Gráfico 1 Porcentaje de tipos de pie

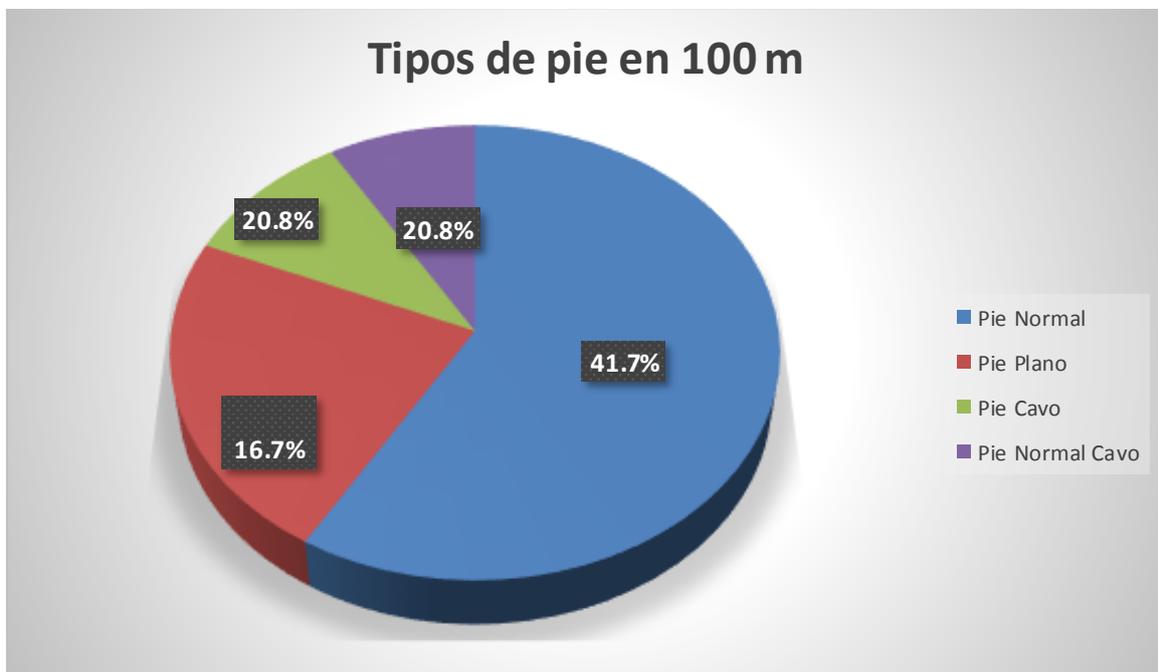


Gráfico 2 predominancia de tipo de pie en 100 m



Gráfico 3 Predominancia de tipo de pie en 200 m

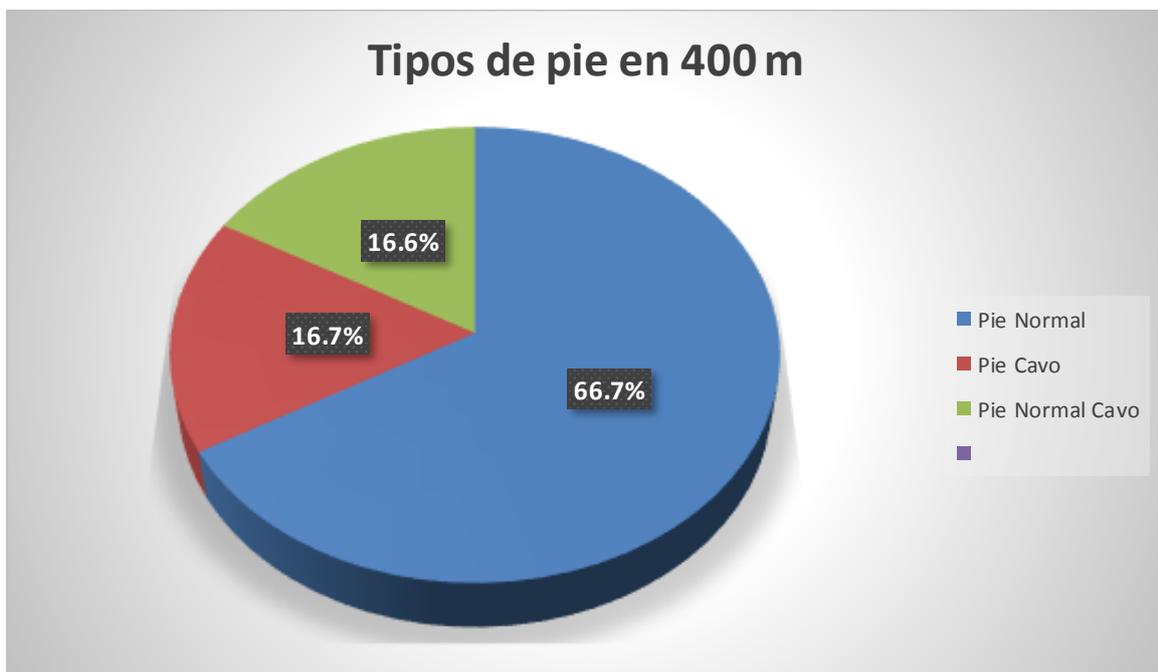


Gráfico 4 Predominancia de tipo de pie en 400 m

Anexo N.- 3 Toma e impresión de las huellas plantares



Foto 6: Limpieza de impurezas de la planta del pie.



Foto 7: Planto de pie rociada con alcohol.



Foto 8: Impresión de la huella plantar derecha.



Foto 9: Impresión de la huella plantar izquierda.



Foto 10: Impresión de ambas huellas plantares.