



**Efectividad de un programa de entrenamiento pliométrico horizontal en variables temporales y cinemáticas en corredores prejuveniles.**

Carlos Francisco Hernández García

Trabajo de grado presentado para optar al título de Profesional en Entrenamiento Deportivo

Asesor

Samuel José Octavio Gaviria Álzate, Magíster (MSc) en Biomecánica

Universidad de Antioquia

Instituto Universitario de Educación Física y Deporte

Entrenamiento Deportivo

Carepa, Antioquia, Colombia

2023

---

Cita

(Hernández García, 2022)

---

**Referencia**

**Estilo APA 7 (2020)**

Hernández García, C.F. (2022). *Efectividad de un programa de entrenamiento pliometrico horizontal en variables temporales y cinemáticas en corredores prejuveniles* [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Carepa, Colombia.

---



**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes

**Decano/Director:** Juan Francisco Gutiérrez Betancur

**Jefe departamento:** Carlos Alberto Agudelo

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Dedicatoria**

Le dedico los resultados de este estudio a mi madre, a mis hermanos y a todos los que me apoyaron durante este camino de mi formación académica profesional. Gracias a todos por acompañarme en todos los aspectos, desde lo económico hasta la emocional y social, sin lugar a duda fue un aporte valioso para mantenerme durante mi paso por la universidad. Todo el empeño, perseverancia y trabajo arduo para lograr este primer objetivo académico se ve permeado gracias a los valores y enseñanzas que personas como ustedes alguna vez me enseñaron e inculcaron como parte benéfica para mi formación como sujeto perteneciente a una comunidad.

Me siento orgulloso de la persona que hoy soy, de los logros hasta el momento cumplido y de los proyectos que quiero lograr. Con el paso de los días he adquirido experiencia en ámbitos sociales y académicos los cuales me proyectan a afrontar nuevos retos, que con ansias espero para seguir creciendo y cada día más.

Adriana maría García.  
Hermanos y Amigos.

## **Agradecimientos**

Agradezco primeramente a Dios, en quien encomendé este proceso desde su inicio y quien permitió que este mismo culminara de buena manera.

A la Universidad de Antioquia por acaparar mi formación académica profesional y brindarme las herramientas que me enriquecieron en gran medida mis conocimientos en la ciencia del deporte en la que día a día me arraigo mucho más.

A los profesores gracias por compartir sus años de experiencia y sus conocimientos de manera detallada y enriquecedora de manera tal que sus enseñanzas permearon en mí en tal medida que cada experiencia perdurara en mí por mucho tiempo. Gracias a todos los profesores y su alta calidad de humanismo y profesionalismo para ayudarme en la resolución de problemas y así mismo dar lo mejor de mí en el transcurso de mi pregrado.

Finalmente agradezco a mis compañeros que hicieron de este camino un momento inolvidable, gracias a los momentos únicos compartidos como grupo.

## Tabla de contenido

Resumen .....	10
Abstract.....	11
1 Planteamiento del problema .....	12
1.1 Antecedentes .....	14
2 Justificación.....	16
3 Objetivos.....	17
3.1 Objetivo primario.....	17
3.2 Objetivos secundarios.....	17
4 Hipótesis .....	18
4.1 Hipótesis nula.....	18
4.2. Hipótesis alterna .....	19
5 Marco teórico .....	20
5.1 Historia del Atletismo en Colombia .....	20
5.1.1 Inicio del atletismo en Colombia .....	20
5.1 Sistema energético en las carreras de velocidad .....	21
5.2 Pliometría .....	21
5.2.1 Factores influyentes en el rendimiento físico en las carreras de velocidad en atletismo. .....	22
5.2.2 Aceleración.....	22
5.2.3 Fase de velocidad máxima.....	22
5.2.4 Fase de desaceleración o resistencia a la velocidad máxima .....	23
5.2.5 Frecuencia y Longitud de zancada .....	23
5.2.6 Pliometría y velocidad .....	23
6 Metodología.....	25

6.1 Tipo de estudio y diseño.....	25
6.2 Muestra .....	25
6.3 Criterios de selección .....	25
6.3.1 Criterios de inclusión .....	25
6.3.2 Criterios de exclusión .....	25
7 Instrumentos.....	26
7.1 Test de 60 metros lineal (s) .....	26
7.2 Tiempo de contacto .....	27
7.3 Longitud de ciclo (cm) .....	27
7.4 Tiempo de ciclo .....	28
7.5 Salto horizontal (cm) .....	28
7.6 Salto horizontal unipodal (cm).....	28
7 Descripción del plan.....	30
9 Control de sesgos .....	32
9.1 Selección .....	32
9.2 Información .....	32
9.3 Confusión .....	33
10. Aspectos éticos.....	34
11 Resultados .....	35
11.1 Prueba de normalidad .....	35
11.2 Estadísticos descriptivos .....	35
11.3 Comparación de variables con distribución normal y no normal .....	38
12 Discusión .....	40
13 Conclusiones .....	41
14 Referencias .....	42

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Contenido de la carga del plan de entrenamiento .....	31
<b>Tabla 2</b> Prueba de normalidad.....	35
<b>Tabla 3</b> Descripción de las variables analizadas .....	36
<b>Tabla 4</b> Comparación variables con distribución normal .....	38
<b>Tabla 5</b> Comparación de medias variables no paramétricas (Wilcoxonm) .....	39

## **Lista de figuras**

<b>Figura 1</b>	Esquema de control de test 60 metros planos mediant la aplicacion Photo Pinsh.....	27
<b>Figura 2</b>	Procedimiento metodológico del plan de entrenamiento pliométrico. ....	30
<b>Figura 3</b>	Intervenciones de entrenamiento pliometrico horizontal .....	32

## **Siglas, acrónimos y abreviatura**

<b>Cms.</b>	Centímetros
<b>MSc</b>	Magister Scientiae
<b>UdeA</b>	Universidad de Antioquia
<b>FPS</b>	Fotograma por segundo
<b>Rep</b>	Repetición
<b>Seg</b>	Según
<b>DMH</b>	Distancia máxima horizontal
<b>Kg</b>	Kilogramos

## Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar la efectividad de un plan de entrenamiento pliométrico horizontal sobre la longitud de ciclo, el contacto con el suelo y el tiempo de recorrido en los 60 metros en niños atletas de 12 a 13 años pertenecientes a la selección Carepa de atletismo durante el año 2022. El diseño es un estudio cuantitativo (pre)experimental de tipo longitudinal. La muestra fue no probabilística intencionada de 5 sujetos pertenecientes al Imdar Carepa.

Los sujetos realizaron 12 sesiones de entrenamiento pliométrico horizontal y se evaluó la fuerza explosiva de cadena cinética inferior mediante el salto horizontal bipodal y el salto unipodal.

Para la obtención de los datos cinemáticos se contó con un smartphone Xiaomi 10 Pro con resolución de 1920 x 1080 a 120 FPS. La muestra de video se realizó con cámara de Smartphone desde un trípode a la altura de  $\frac{1}{2}$  de la altura del sujeto, a una distancia de 7 metros desde donde pasa el sujeto corriendo. La grabación se realizó sobre el metro 40 al 48 de la prueba de 60m.

Los resultados de este estudio muestran diferencias estadísticamente significativas en las variables tiempo de carrera en 60m, distancia de salto horizontal bipodal y salto horizontal con la pierna dominante y no dominante (Sig.  $<0,05$ ). Mientras que las variables de tiempo de contacto y tiempo de ciclo no presentaron diferencias significativas en el pretest y en postest. Se concluyó que 12 sesiones de entrenamiento pliométrico horizontal aparentemente generaron adaptaciones positivas para la mejora en la carrera de 60 metros planos, como también de los test de salto horizontal bipodal y unipodal y la variable cinemática, longitud de ciclo en la carrera de 60 metros en cinco jóvenes entre 12-13 años del municipio de Carepa Antioquia.

*Palabras clave:* pliometría horizontal, cinemática, bipodal, unipodal, carrera

---

### Abstract

The objective of this study was to determine the effectiveness of a horizontal plyometric training plan on cycle length, ground contact, and 60-meter run time in 12 to 13-year-old child athletes belonging to the Carepa athletics team during the year 2022. The design is a quantitative (pre)experimental longitudinal study. The sample was a non-probabilistic, purposive sample of five subjects belonging to Imdar Carepa.

The subjects performed 12 sessions of horizontal plyometric training, and the lower kinetic chain explosive strength was evaluated by means of the bipodal horizontal jump and the unipodal jump.

A Xiaomi 10 Pro smartphone with 1920 x 1080 resolution at 120 FPS was used to obtain the kinematic data. The video sampling was performed with smartphone camera from a tripod at the height of  $\frac{1}{2}$  of the subject's height, at a distance of 7 meters from where the subject runs past. The recording was performed over meters 40 to 48 of the 60-meter test.

The results of this study show statistically significant differences in the variables 60-meter running time, bipodal horizontal jump distance, and horizontal jump with the dominant and non-dominant leg (Sig. 0.05). While the variables of contact time and cycle time did not show significant differences in the pretest and posttest, It was concluded that 12 sessions of horizontal plyometric training apparently generated positive adaptations for the improvement in the 60-meter flat run, as well as in the bipodal and unipodal horizontal jump test and the kinematic variable, cycle length in the 60-meter run in five young people between 12-13 years of age in the municipality of Carepa Antioquia.

*Keywords:* horizontal plyometry, kinematics, bipodal, unipodal, running.

## 1 Planteamiento del problema

El atletismo ha sido inherente al humano, desde su evolución de manera no centralizada, contando siempre con actividades motrices básicas como, correr, lanzar, saltar (Sant, 2005).

La pliometría es de los temas de gran importancia en los deportes donde las acciones rápidas, fuertes y de corta duración son predominantes en las acciones de competencia. Varios estudios han demostrado que el entrenamiento pliométrico ayuda a la mejora en variables determinantes de las acciones explosivas como el salto vertical, salto horizontal. En sujetos sanos, se ha identificado correlaciones significativas con el sprint en distancias de 0 a 20, 0 a 30, 0 a 50 y la prueba de 100 metros (Loturco et al., 2015; Markovic & Mikulic, 2010). Las distintas adaptaciones que se presentan gracias al trabajo pliométrico a corto, mediano y largo plazo representan un camino viable para el desarrollo del sistema neuromuscular, musculoesquelético, musculo tendinoso y morfofuncional por medio del entrenamiento pliométrico. (Markovic & Mikulic, 2010).

La pliometría cumple con la ambivalencia concebida mediante la especificidad del movimiento o acción al momento de ejecutarse, de esta manera las acciones claves de los deportes dictaminan el grado de especificidad e importancia, las acciones de salto en voleibol y baloncesto son más específicas en el vector vertical mientras que las acciones como correr en las pruebas de velocidad, el salto de longitud son acciones que requieren gran orientación hacia el eje horizontal. En el caso de acciones específicas, en el vector horizontal el entrenamiento poli métrico horizontal demuestra una mayor eficiencia para desarrollar una velocidad de carrera. (Dalwinder Singh, 2013). La combinación en los ejercicios pliométricos orientados vertical y horizontalmente mejora la capacidad de esprintar y la longitud de los saltos como SJ, CMJ y Salto horizontal que son variables determinantes que pueden ayudar a explicar el rendimiento de pruebas específicas de velocidad en el atletismo y es probable que en cada tipo de pliometría horizontal y vertical se produzcan adaptaciones específicas en cada fase de la carrera distinguiendo así las variables necesarias en la aceleración y la velocidad máxima.(Buchheit et al., 2014; Loturco et al., 2015, 2018) (Brughelli et al., 2008) (Moran et al., 2021b).

Los componentes de las cargas de los entrenamientos pliométricos pueden ser de gran relevancia debido al control óptimo del entrenamiento y la prescripción específica en cada etapa, momento y objetivos. Las mejoras en el sprint en distancias de 40 metros, donde se refleja el mayor rendimiento del entrenamiento pliométrico horizontal pueden producirse a partir de 18 sesiones y a partir de 80 saltos por sesión. (VILLARREAL et al., 2012).

Las características cinemáticas del sujeto durante la marcha reflejan distintos atributos significativos en el rendimiento del sprint en cada fase. Algunas de las variables con mayor énfasis en la mecánica de carrera suelen ser la frecuencia de zancada, longitud de zancada el tiempo de contacto y tiempos de vuelo siendo de gran importancia para la caracterización y predominancia de cada una a través de las fases de aceleración, velocidad máxima y desaceleración. El tiempo de balanceo (fase de swing de un pie) tiene una correlación positiva para el sprint (Morin et al., 2012).

La longitud de zancada tiende a estabilizarse incluso a decrecer durante los tramos finales (Menza, 2010). Esta variable tiene relación con el rendimiento en el Sprint en las fases de aceleración inicial (0 a 10 m) y secundaria (0 a 20) y la prueba completa de 100 metros. (Maćkała et al., 2015).

La longitud de las extremidades inferiores, el ángulo de la cadera en la fase de aterrizaje y despegue, ayudan para tener en cuenta valores predictivos de la longitud de zancada.

La frecuencia de paso viene precedida de la variable tiempo de contacto y longitud de la zancada la cual determina que tan rápido y repetidamente puede apoyar, el tiempo de apoyo suele ser más corto cuando el atleta tiene el contacto por debajo de su centro de masa y cuando logra el despegue antes de que el centro de masa este por delante de la línea del pie de apoyo, esto determina por tanto un mayor aumento de la frecuencia pero una longitud de paso más corta, de manera que se puede hacer lo contrario si el objetivo es tener una mayor longitud de paso (Hunter et al., 2004). Por último, los ángulos de extensión completa de la pierna, y las demás variables antes mencionadas son predictores de la velocidad máxima en velocistas (Murphy et al., 2021).

De acuerdo con todo lo manifestado anteriormente la pregunta que se plantea para este estudio es ¿Cuál es la efectividad de un programa de entrenamiento pliométrico horizontal en variables temporales y cinemáticas en corredores pre juveniles?

## 1.1 Antecedentes

Los estudios recopilados fueron buscados de acuerdo con las características principales del grupo, que cumplirán con acciones básicas como correr, saltar y lanzar también se tuvo en cuenta la edad como principal requisito para la búsqueda y también fue muy importante la búsqueda de información donde expresaban las intensidades, volúmenes, frecuencias de entrenamiento y tipos de ejercicio con los cuales los grupos se intervenían. Los estudios fueron principalmente hallados con población prejuvenil, juvenil y adulta con algún tipo de actividad física, practicantes de distintos deportes como, voleibol y futbol.

Los saltos verticales (CMJ,SJ) y el salto horizontal se asocian en gran manera con el rendimiento en la prueba de velocidad de 100 metros planos, las distancias alcanzadas durante un salto horizontal dependen de la capacidad del atleta para transferir la fuerza directamente al vector horizontal movilizandolo el centro de masa de manera más rápida y como consecuencia alcanzar altas velocidades (Loturco et al., 2018).

Al entrenamiento pliométrico se le atribuyen múltiples cambios positivos en los sistemas neuromusculares y musculoesqueléticos, también mejoras el rendimiento funcional en los individuos sanos (Markovic & Mikulic, 2010).

El entrenamiento pliométrico horizontal en jugadores de futbol se relaciona positivamente en la aceleración o distancias cortas, se sugiere un entrenamiento específico a las cualidades cinemáticas del deportista y así mismo realizar combinaciones entre saltos pliométricos horizontales y verticales.(Loturco et al., 2015).

Especialmente durante la postura sobre un soporte estable en comparación con la de los sujetos no entrenados.

El entrenamiento pliométrico unipodal interviene en la mejora de la estabilidad y equilibrio para la ejecución de una acción, en este caso la marcha a gran velocidad. (Moran et al., 2021).

El entrenamiento con ejercicios pliométrico horizontal, en combinación con saltos laterales y verticales sustentaron mejoras para sprints con cambios de dirección. (Brughelli et al., 2008).

Los velocistas requieren entrenamientos más específicos a la acción directa de rendimiento de la prueba, se mostraron mejoras en los tiempos de carrera de 10 y 100 metros es decir, realizar ejercicios específicos como los saltos pliométricos horizontales, así mismo cuando los ejercicios pliométricos son de alta intensidad durante la sesión se producen una mejora en el rendimiento del sprint. (VILLARREAL et al., 2012).

Los diferentes tipos de saltos pliométricos, horizontal y vertical cuentan con características biomecánicas únicas y así mismo su aplicación en el rendimiento físico. Los saltos horizontales muestra suficiente eficacia en la mejora del rendimiento en ambos vectores de los atletas. Los efectos positivos del entrenamiento pliométrico horizontal pueden potenciarse mediante la combinación de saltos unilaterales y bilaterales; es la forma más eficaz para mejorar el rendimiento en el sprint. (Moran et al., 2021a).

Una combinación de saltos verticales y horizontales en los velocistas mejora el rendimiento en la carrera, siendo el entrenamiento pliométrico horizontal específico fue más eficaz para mejorar la velocidad de carrera que el entrenamiento vertical. (Dalwinder Singh, 2013)

---

## 2 Justificación

En las pruebas de velocidad en el atletismo se determinan distintas variables de rendimiento, entre estas, el tiempo de contacto con el suelo, la longitud del ciclo y el tiempo de ciclo que podrían traducirse en mejoras en los tiempos de carrera para los deportistas, de esta manera la acción de correr siempre va dirigida a alcanzar un objetivo en el menor tiempo posible y este va en dirección horizontal, por lo tanto el objetivo será mover el cuerpo de manera más rápida para tener rendimiento en la prueba de velocidad. De esta manera al entrenar las acciones específicas al momento de correr proporcionara una ventaja en el entrenamiento de la velocidad.

Las pruebas de velocidad requieren menores tiempos de frenado y mayores impulsos en la fase de contacto con el suelo traduciéndose a un aumento en la frecuencia de paso, la longitud de ciclo de la zancada y el tiempo de vuelo del ciclo se mantendrán una vez alcanzada la fase de velocidad máxima. Es por esto que se tomaron las variables cinemáticas y se evaluaron para identificar los posibles cambios en el tiempo de contacto, longitud de ciclo y tiempo de ciclo o fase de vuelo, y también se tuvieron en cuenta las variables de fuerza explosiva en cadena cinética inferior con las pruebas de salto horizontal bipodal y unipodal, con el fin de identificar los cambios en estas variables después de 12 sesiones de entrenamiento pliométrico horizontal en atletas del municipio de Carepa.

Una de las limitaciones para esta investigación fue el tamaño de la muestra debido a que es relativamente pequeña, otra limitación fueron los equipos tecnológicos para las grabaciones, debido a que la cámara que se utilizó conto con bajos FPS (120) para acciones tan rápidas como lo es la carrera.

### 3 Objetivos

#### 3.1 Objetivo primario

Determinar los efectos de 12 sesiones de entrenamiento pliométrico horizontal sobre el tiempo de carrera en 60 metros planos en atletas prejuveniles pertenecientes a la selección Carepa de atletismo durante el año 2022.

#### 3.2 Objetivos secundarios

- Determinar los efectos de 12 sesiones de entrenamiento pliométrico horizontal sobre la longitud de ciclo durante la carrera 60 metros en los tramos de velocidad máxima mediante análisis de video de atletas prejuvenil de la selección de atletismo del municipio de Carepa Antioquia.
- Determinar los efectos de 12 sesiones de entrenamiento pliométrico horizontal sobre el tiempo de contacto de la pierna dominante sobre el suelo durante la carrera 60 metros en los tramos de velocidad máxima mediante análisis de video de atletas prejuveniles de la selección de atletismo del municipio de Carepa Antioquia.
- Determinar los efectos de 12 sesiones de entrenamiento pliométrico horizontal sobre el tiempo de ciclo de la pierna dominante durante la carrera 60 metros en los tramos de velocidad máxima mediante análisis de video de atletas prejuveniles de la selección de atletismo del municipio de Carepa Antioquia.
- Determinar los efectos de 12 sesiones de entrenamiento pliométrico horizontal sobre la distancia de salto horizontal bipodal en atletas prejuveniles de la selección de atletismo del municipio de Carepa Antioquia.
- Determinar los efectos de 12 sesiones de entrenamiento pliométrico horizontal sobre la distancia de salto horizontal unipodal (dominante y no dominante) en atletas prejuveniles de la selección de atletismo del municipio de Carepa Antioquia.

## 4 Hipótesis

### 4.1 Hipótesis nula

**Hipótesis nula (Ho) 1:** El plan de entrenamiento pliométrico horizontal de 12 sesiones, no generan cambios significativos en el tiempo de carrera de 60m en atletas de edades de 12 a 13 años del municipio de Carepa.

**Hipótesis nula (Ho) 2:** El plan de entrenamiento pliométrico horizontal de 12 sesiones, no generan cambios significativos en el tiempo de contacto en la carrera de 60m en atletas de edades de 12 a 13 años del municipio de Carepa.

**Hipótesis nula (Ho) 3:** El plan de entrenamiento pliométrico horizontal de 12 sesiones, no generan cambios significativos en el tiempo de ciclo en la carrera de 60m en atletas de edades de 12 a 13 años del municipio de Carepa.

**Hipótesis nula (Ho) 4:** El plan de entrenamiento pliométrico horizontal de 12 sesiones, no generan cambios significativos en la longitud de ciclo en la carrera de 60m en atletas de edades de 12 a 13 años del municipio de Carepa.

**Hipótesis nulo (Ho) 5:** El plan de entrenamiento pliométrico horizontal de 12 sesiones, no generan cambios significativos el salto horizontal bipodal en atletas de edades de 12 a 13 años del municipio de Carepa.

**Hipótesis nulo (Ho) 6:** El plan de entrenamiento pliométrico horizontal de 12 sesiones, no generan cambios significativos el salto horizontal unipodal en atletas de edades de 12 a 13 años del municipio de Carepa.

## 4.2. Hipótesis alterna

**Hipótesis alterna (H1)1:** El plan de entrenamiento pliométrico horizontal de 12 sesiones, generan cambios significativos en el tiempo de carrera de 60m en atletas de edades de 12 a 13 años del municipio de Carepa.

**Hipótesis alterna (H1)2:** El plan de entrenamiento pliométrico horizontal de 12 sesiones, generan cambios significativos en el tiempo de contacto en la carrera de 60m en atletas de edades de 12 a 13 años del municipio de Carepa.

**Hipótesis alterna (H1)3:** El plan de entrenamiento pliométrico horizontal de 12 sesiones, generan cambios significativos en el tiempo de ciclo en la carrera de 60m en atletas de edades de 12 a 13 años del municipio de Carepa.

**Hipótesis alterna (H1)4:** El plan de entrenamiento pliométrico horizontal de 12 sesiones, generan cambios significativos en la longitud de ciclo en la carrera de 60m en atletas de edades de 12 a 13 años del municipio de Carepa.

**Hipótesis alterna (H1)5:** El plan de entrenamiento pliométrico horizontal de 12 sesiones, generan cambios significativos el salto horizontal bipodal en atletas de edades de 12 a 13 años del municipio de Carepa.

**Hipótesis alterna (H1)6:** El plan de entrenamiento pliométrico horizontal de 12 sesiones, generan cambios significativos el salto horizontal unipodal en atletas de edades de 12 a 13 años del municipio de Carepa.

## **5 Marco teórico**

### **5.1 Historia del Atletismo en Colombia**

Introducirse en la historia del atletismo ha sido inherente al humano, desde su evolución de manera no centralizada, contando siempre con actividades motrices básicas como, correr, lanzar, saltar (Sant, 2005). Concebir información de las primeras competencias es irrazonable debido que acciones como correr, saltar y lanzar fueron adquiridas por las distintas culturas para supervivencia y para entretenimiento.

La aparición del atletismo conformado por algunas disciplinas de manera primitivas se puede evidenciar en la antigua Grecia (Polischuk, 2007). De esta manera la visión desde lo antiguo hasta las primeras apariciones del atletismo como deporte moderno con su estructura sólida la cual es concebida hasta hoy en día proviene del siglo XIX alrededor de 1837, al Eton Collage donde los estudiantes de la escuela realizaban competencias de la cual se tiene registro, siendo Nueva Jersey el lugar donde se realizó una crónica de una competición de atletismo (Sant, 2005).

#### ***5.1.1 Inicio del atletismo en Colombia***

El atletismo en Colombia tuvo iniciación a mediados del siglo XX. La primera carrera en Colombia fue un recorrido de seis kilómetros y se realizó en Bogotá en el año 1913. La formalización del atletismo, con presencia de instructores como Plinio Pessina, Hernán Ermet y Hans Huber extranjeros traídos por dirección nacional de educación física para el desarrollo del deporte en el país, en 1928 gracias a Hans Huber que logro organizar los primeros juegos Nacionales atléticos en la ciudad de Cali.

En 1935 se funda la liga Antioqueña de atletismo y natación para cuatro años más adelante se dividan y quede con único nombre de liga antioqueña de Atletismo. En 1948 con la llegada de Vicente Lawayete quien inicia la formalización del deporte en el departamento. En 1953 se construye la primera pista de arcilla en el Atanasio Girardot.

## 5.1 Sistema energético en las carreras de velocidad

Las células que conforman el cuerpo humano pueden generar energía por el ATP mediante distintos sistemas: El sistema ATP-PC, glucolítico y oxidativo. En las carreras de velocidad, el sistema que se encarga de suministrar la energía en su gran mayoría es el ATP-CP (Jack H. Wilmore, 2007) esto quiere decir que el metabolismo es el principal o más influyente en proporción de energía. (Martínez et al., 2017) En la comparación de dos sistemas en durante el sprint concluyo que el Sprint no debe ser visto únicamente como un esfuerzo anaeróbico. Debido que al examinar los primeros segundos de un sprint se pudo demostrar un aumento significativo de ácido láctico en el musculo que realiza la actividad. Lo que indica que todos los sistemas intervienen en la resistencia y producción de energía (ATP) pero si intervención en el proceso es diferente a medida que la actividad se realiza.

## 5.2 Pliometría

De las distintas manifestaciones de la fuerza en las carreras de velocidad se hace imprescindible la manifestación de la fuerza explosiva definida como producir la mayor cantidad de fuerza en el menor tiempo posible (Cappa, 2000) y que es una característica esencial para correr más rápido y saltar más alto. La capacidad para generar fuerza explosiva es el producto de la fuerza máxima que el cuerpo pueda producir (McGuigan, 2013). Se deben distinguir las principales características de los métodos que se emplean en el desarrollo de la fuerza máxima, una de estas es que; los ejercicios que se ejecutan para el desarrollo de la fuerza explosiva mediante sus diferentes métodos deben cumplir con unos tiempos de acción de ejecución entre los 200 y 300 milisegundos (Cappa, 2000). Un método que logra acoplarse a esta característica principal es el pliométrico el cual dirige de manera más pronta a un aumento de la capacidad de desarrollar impulsos explosivos de la fuerza (Verkhoshansky, 1999). Se contemplan grandes demandas del sistema nervioso central para la óptima ejecución del método y que implica niveles de estrés altos a nivel tendinoso, muscular y articular en los sujetos que los ejecutan. El entrenamiento pliométrico no debe ser un programa de ejercicios aislados al entrenamiento de fuerza y debe ser integrado con los diferentes tipos de ejercicios que se comprenden en el gimnasio como los derivados de los movimientos

olímpicos, golpes y lanzamientos dependiendo de la especificidad, objetivos y rendimiento de los deportistas. (Faigenbaum et al., 2007).

### ***5.2.1 Factores influyentes en el rendimiento físico en las carreras de velocidad en atletismo.***

Se debe partir desde las características fundamentales de la carrera de velocidad y las capacidades que se manifiestan en cada una de las etapas de la carrera; Aceleración, velocidad máxima y desaceleración (Ae, 2018), donde cada una de estas aporta de manera diferente en el resultado y el rendimiento de las carreras de velocidad. ((Heidis Rios-Alvarez, 2016).

### ***5.2.2 Aceleración***

(T. O. Bompa & Haff, 2009) Estipulan que la denominación del sprint corto con un punto de salida, como las diferentes pruebas de inicio en algunos deportes como, ciclismo natación y atletismo se pueden caracterizar por fases las cuales ya se mencionaron antes, Aceleración, velocidad máxima y desaceleración o mantenimiento de la velocidad máxima. Esta fase cuenta con un incremento poco a poco de la frecuencia y longitud de zancada mientras que se avanza a lo largo de la carrera (Ito et al., 2006) y se convierte en una capacidad ineludible para los velocistas ya que otorgara ventaja sobre los demás competidores al conseguir una mayor velocidad en menor tiempo (Sant, 2005). (Díaz Espinel & Montenegro Arjona, 2015) encontraron que esta fase en niños de 11 a 12 años se da especialmente desde el metro cero hasta los 20 o 30 metros.

### ***5.2.3 Fase de velocidad máxima***

La etapa de velocidad máxima constituye aproximadamente más del 50% de la distancia total de carrera y el grado de velocidad alcanzado en conjunto con la capacidad de mantener la velocidad es un factor muy correlacionado al rendimiento en la prueba de 100 metros (SIDES, 2014). En esta fase se pueden diferenciar tres grandes parámetros que intervienen de manera directa en la velocidad y desplazamiento del sujeto en las carreras las cuales son, la frecuencia de paso, la amplitud y el tiempo de contacto del pie con el suelo. El conjunto de parámetros es proporcional uno del otro y cada uno precede una capacidad condicional o un componente técnico que lo hace

mejorable. La frecuencia de paso va a estar respaldada por la coordinación y la rapidez de los segmentos, la amplitud a su vez de la fuerza explosiva y el componente técnico y el tiempo de contacto va a depender de la fuerza reactiva de las piernas, (Sant, 2005) (Verkhoshansky, 1999). “El corto tiempo de contacto con el suelo, que es otra característica cinemática, es crucial para la alta velocidad de sprint que requiere que el velocista produzca una gran cantidad de fuerza en un corto período de tiempo”. (Haugen, McGhie, et al., 2019).

#### ***5.2.4 Fase de desaceleración o resistencia a la velocidad máxima***

La fase de desaceleración se caracteriza por una disminución de la velocidad (Martínez et al., 2017) esto se debe a que la fatiga central y periférica del sistema nervioso aumenta a tal grado que la actividad de las unidades motoras disminuye y a su vez genera una reacción en cadena disminuyendo el grado de coordinación la cual aumenta en breve los tiempos de contacto y se disminuyen los tiempos de vuelo que a su vez se manifiesta por el aumento de la longitud de la zancada. (Díaz Espinel & Montenegro Arjona, 2015) (Montenegro, n.d.) (Martínez et al., 2017).

#### ***5.2.5 Frecuencia y Longitud de zancada***

La frecuencia y la longitud de zancada han sido analizadas por diferentes estudios y se determinó que ambas variables son proporcionales con la velocidad es decir aumentan a medida que la velocidad es mayor (Bushnell & Hunter, 2007). Su desarrollo durante la carrera es paulatino y van a diferenciarse a medida que pasan por las diferentes fases de la carrera siendo la frecuencia de paso más relacionada en el momento que se llega a la velocidad máxima y la longitud de zancada prevalece cuando empieza la etapa de resistencia a la velocidad.

#### ***5.2.6 Pliometría y velocidad***

El desarrollo de la capacidad de esprintar conlleva consigo las posibilidades de obtener éxito en una acción que permita obtener ventaja sobre un oponente, llegar primero al balón antes que un rival, terminar una prueba de velocidad antes que los demás, conseguir saltar más alto que los rivales en voleibol, podría suponer en una instancia competitiva un resultado determinante sobre

el triunfo. (VILLARREAL et al., 2012). Los saltos que se ejecutan por medio del método pliométrico buscan una similitud con la acción específica de correr, en lo que se distinguen cortos periodos de contacto con el suelo. La especificidad del método debe ajustarse a la acción específica del deporte no por el tiempo de contacto si no por la dirección hacia el vector en específico donde se dirigen los segmentos corporales del sujeto, es decir no serían directamente específicos los saltos en dirección vertical para corredores y viceversa con atletas de voleibol ya que los determinantes del rendimiento se reflejan en un vector específico.

## **6 Metodología**

### **6.1 Tipo de estudio y diseño**

Este estudio es de tipo cuantitativo con diseño preexperimental longitudinal con una muestra no probabilística intencionada (Hernández et al., 2004).

### **6.2 Muestra**

Deportistas en edades entre los 12 y 13 años, con estatura promedio de 1,55 cm y una masa corporal de 46,06 Kg que se encuentran en la categoría prejuvenil de la selección de atletismo de Carepa Antioquia (Salas, D. 2022).

### **6.3 Criterios de selección**

#### ***6.3.1 Criterios de inclusión***

- Cumplir con los rangos de edad para estar en la categoría prejuvenil.
- Firmar el consentimiento informado.
- Tener afiliación al sistema de salud.
- No haber presentado lesiones osteomusculares que impidieran el desarrollo normal de las actividades planteadas en el entrenamiento cotidiano al momento de iniciar el preexperimento.
- 

#### ***6.3.2 Criterios de exclusión***

- No cumplir con el 80% del total de las sesiones del plan de entrenamiento.
- Presentar antecedentes lesión a nivel muscular y/o tendinoso.
- Deportista que no realicen las pruebas de medición, (pretest y postest).

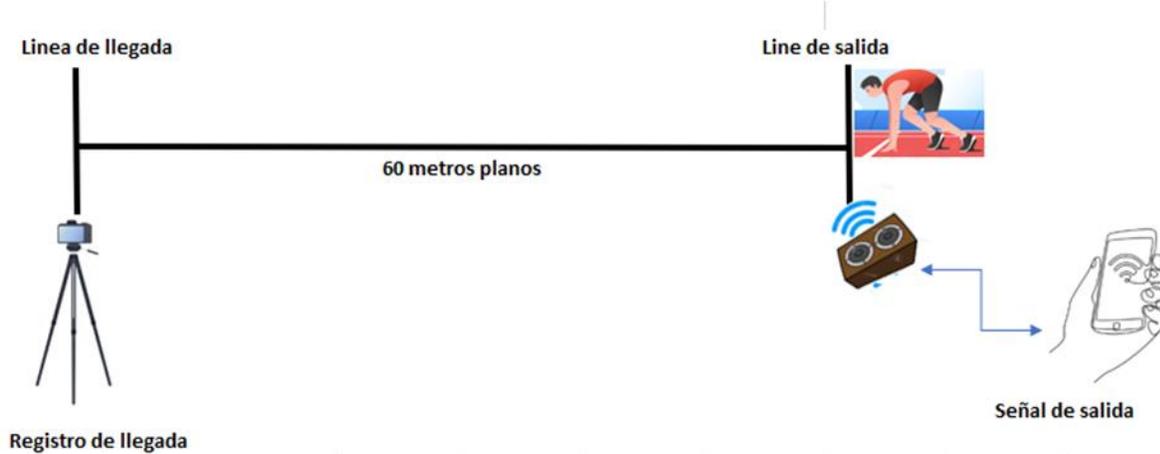
## 7 Instrumentos

### 7.1 Test de 60 metros lineal (s)

La distancia de 0 a 60 metros en la carrera de velocidad en el atletismo es considerada como la fase donde los atletas puedan alcanzar la mayor velocidad posible, en esta distancia interfieren dos fases; la fase de aceleración y la fase de velocidad máxima que suele desarrollar a partir del metro 30 y alcanza su pico máximo hasta el metro 50 donde a partir de ahí se inicia la fase de desaceleración (Menza, 2010).

El objetivo de esta prueba es evaluar la velocidad máxima de carrera, Los participantes iniciaran desde la marca de 60 metros delimitada por una línea en la pista y llegaran hasta el final. Los datos de la prueba se obtuvieron en segundos mediante la aplicación Photo Finish, la cual emite un sonido que da la señal de salida al deportista y reporta el tiempo que tarda mediante la cámara del smartphone en la línea de meta.

El cronometro digital de la aplicación Photo Pinish, empezara a correr una vez la señal acústica de salida sea dada por la aplicación. Cada atleta realizó un primer intento sin tacos de salida, es decir, saliendo en posición semi erguida con un pie de apoyo más adelantado y la mano contraria a pie adelantado apoyada en el suelo, sin hacer un contra movimiento desde esa posición. Se realizaron 3 intentos y se evaluaron los tres datos sin discriminación. Entre cada carrera los atletas tuvieron 5 minutos de recuperación.

**Figura 1** Esquema de control de test 60 metros planos mediante la aplicación Photo Pinsh

## 7.2 Tiempo de contacto

El tiempo de contacto del pie con el suelo se considera una variable muy importante en el rendimiento de las carreras de velocidad y esta depende de la fuerza elástico- explosivo del tren inferior y, fundamentalmente, de la reactividad del pie. Esta fase representa dos momentos cruciales, la fase de frenado y la fase de impulso las cuales tienen mayor participación dependiendo la fase de la carrera, en la fase de aceleración el tiempo de contacto suele ser mayor a diferencia con la fase de velocidad máxima el tiempo de contacto es menor que al inicio. Se requiere entonces para alcanzar una mayor velocidad un menor tiempo de frenado y esto se consigue teniendo menor tiempo de contacto con el suelo.

El valor de esta variable se obtuvo mediante análisis de video, el tiempo en milisegundos e inicia desde que el pie entra en contacto con el suelo hasta que este mismo deja de estar en contacto con el suelo. Cada participante tuvo tres tiempos de contacto cada uno por cada carrera de 60 metros realizada, se utilizaron todos los datos para su análisis.

## 7.3 Longitud de ciclo (cm)

La longitud de ciclo se refiere a la distancia alcanza de una pierna durante un ciclo completo de marcha, es decir desde que el pie derecho despegar del suelo hasta que este mismo vuelve a caer.

El valor de esta variable se obtuvo mediante análisis de video, la calibración se realizó teniendo en cuenta las medidas tomadas del trocánter mayor hasta el cóndilo lateral de la rodilla. De esta manera se mitigan los errores de perspectivas y se cuenta con una distancia real.

Cada participante registro 3 distancias distintas por cada carrera de 60 metros realizada, se utilizaron todos los datos para su análisis.

#### **7.4 Tiempo de ciclo**

El tiempo de ciclo es la duración durante toda la fase completa de la pierna dominante iniciando desde el primer Contacto del pie derecho con el suelo hasta que este mismo pie vuelva a caer en contacto con el suelo.

Esta variable se obtuvo mediante análisis de video, el tiempo en milisegundos, Cada participante registró 3 tiempos de ciclo distintos por cada carrera de 60 metros realizada, se utilizaron todos los datos para su análisis.

#### **7.5 Salto horizontal (cm)**

El principal objetivo de este salto es medir la fuerza explosiva en cadena cinética inferior y la coordinación intra e intermuscular, Este salto es muy específico para corredores y deportes con acciones de sprint.

Los participantes realizaron 3 saltos horizontales con contra movimiento a dos piernas y con manos libres, para la realización de los saltos, los participantes se colocaron detrás de una línea y realizando una flexión de rodillas, se ejecutaba el salto en la horizontal, se marcó la distancia entre la línea de inicio hasta el talón del último pie. Para medir la distancia del salto se utilizó una cinta métrica extendida en el suelo. (Yanci et al., 2016).

#### **7.6 Salto horizontal unipodal (cm)**

El salto horizontal unipodal se utilizó para evaluar la capacidad de fuerza explosiva de la cadena cinética inferior. La evaluación se llevó a cabo desde detrás de una línea con un solo pie, el otro pie mantuvo flexionada sin tocar el suelo, a los deportistas se les permitió tener las manos libres, al momento de la ejecución del salto el atleta realiza una flexión de rodilla de la pierna con la que se va a realizar el salto e inmediatamente realiza un salto con el mayor esfuerzo. La marca se toma desde la línea de salida hasta el talón y para medir la distancia del salto se utilizó una cinta métrica extendida en el suelo.

Los participantes realizaron 3 saltos por cada pierna y se utilizó la distancia máxima alcanzada por cada pierna y se utilizó para su digitalización.

## 7 Descripción del plan

Se llevó a cabo un plan de entrenamiento pliométrico horizontal dirigido a los atletas prejuveniles de imder Carepa, con el objetivo de desarrollar cambios de mejora en la prueba de 60m planos. El plan de entrenamiento conto con 6 semanas de entrenamiento y una más para la realización del postest. El control de la carga se realizó por medio del volumen y la intensidad de los saltos véase en la tabla 1. Antes de iniciar el plan de entrenamiento los participantes tuvieron familiarización con los ejercicios y pruebas a realizar, luego se dio inicio 48 horas después, véase en la imagen 2. Se utilizaron dos tipos de saltos horizontales siendo primero los saltos de forma bipodal que abarco 6 sesiones y se ajustaron otras 6 sesiones de salto unipodal para un total de 12 sesiones. Las sesiones se realizaron los martes y jueves a las 15:00 horas en el estadio municipal. El postest se realizó el martes de la semana número 7.

**Figura 2** Procedimiento metodológico del plan de entrenamiento pliométrico.

	Martes	Jueves	
	Volumen/Intensidad	Volumen/Intensidad	
Familiarización			
	48 horas		
Semana 1	5/5	5/5	Saltos bipodal
Semana 2	4/4	4/4	
Semana 3	3/3	3/3	
Semana 4	5/5	5/5	
Semana 5	4/4	4/4	
Semana 6	3/3	3/3	
Semana 7	Pos-test		Saltos unipodal

Cada sesión de entrenamiento contó con un calentamiento que consistió en: Entrada en calor, estiramientos dinámicos generales, estiramientos dinámicos específicos y carreras cortas como parte de la activación.

Se inició con cargas altas con tipos de saltos bipodales en una digresión lineal hasta llegar al mínimo volumen e intensidad, para luego iniciar una progresión de manera lineal con los saltos unipodales. La intensidad de los saltos fue determinada por la Distancia

Máxima Horizontal (DMH) alcanzada por el participante durante el pretest. El volumen cumplió con una progresión lineal ascendente desde el inicio hasta el final de las 12 sesiones. El plan de entrenamiento conto con un total de 1221 saltos de los cuales 432 fueron realizados de manera bipodal y 789, el total de saltos por sesión en los saltos de tipo unipodal fue dividido entre ambas piernas.

**Tabla 1** *Contenido de la carga del plan de entrenamiento*

<b>Intervención</b>	<b>Numero de saltos</b>	<b>Intensidad</b>	<b>Tipo de salto</b>
<b>Sesión #1</b>	<b>50</b>	<b>100% D.M.H</b>	<b>Bipodal</b>
<b>Sesión #2</b>	<b>50</b>	<b>100% D.M.H</b>	<b>Bipodal</b>
<b>Sesión #3</b>	<b>70</b>	<b>90% D.M.H</b>	<b>Bipodal</b>
<b>Sesión #4</b>	<b>70</b>	<b>90% D.M.H</b>	<b>Bipodal</b>
<b>Sesión #5</b>	<b>90</b>	<b>80% D.M.H</b>	<b>Bipodal</b>
<b>Sesión #6</b>	<b>90</b>	<b>80% D.M.H</b>	<b>Bipodal</b>
<b>Sesión #7</b>	<b>110</b>	<b>70% D.M.H</b>	<b>unipodal</b>
<b>Sesión #8</b>	<b>110</b>	<b>70% D.M.H</b>	<b>unipodal</b>
<b>Sesión #9</b>	<b>160</b>	<b>80% D.M.H</b>	<b>unipodal</b>
<b>Sesión #10</b>	<b>160</b>	<b>80% D.M.H</b>	<b>unipodal</b>
<b>Sesión #11</b>	<b>120</b>	<b>90% D.M.H</b>	<b>unipodal</b>
<b>Sesión # 12</b>	<b>129</b>	<b>90% D.M.H</b>	<b>unipodal</b>
<b>Total, saltos</b>	<b>1221</b>	<b>D.M.H: Distancia máxima horizontal</b>	

La ejecución de la parte central de los saltos se abarco mediante el volumen total de saltos de la sesión y se dividieron en series de saltos, cada serie conto con una recuperación que consistió en caminar 100 metros, y los descansos entre repeticiones fue de 15 segundos.

Los ejercicios de salto eran debidamente organizados a la intensidad correspondiente a la sesión, se marcaba cada distancia con un cono para que el sujeto tuviera en cuenta la distancia hasta donde debía saltar. Véase figura 3.

**Figura 3** *Intervenciones de entrenamiento pliometrico horizontal*

## 9 Control de sesgos

### 9.1 Selección

No se pudo tener un control de dicho ítem debido a que la selección fue no aleatoria intencionada debido a que el grupo de atletas a intervenir era reducido y no se contaba con más clubes o población apta para el estudio en el municipio de Carepa.

### 9.2 Información

Para la obtención de los datos cinemáticos se contó con un smartphone Xiaomi 10 Pro con resolución de 1920 x 1080 a 120 FPS. Los datos de tiempo se realizaron mediante la aplicación Photo Finish para los datos de salto de longitud se utilizó Flexómetro Transparente 50 Metros Uyustool. Los datos de antropométricos se llevaron a cabo mediante un tallímetro de cinta enrollable y una cinta métrica BMI. La información fue recolectada y almacenada con fines académicos y además para retroalimentación de los deportistas.

### **9.3 Confusión**

Se consideraron variables de confusión: Actividad física extra, (clases de educación física en las instituciones educativas), se realizarán permisos especiales para cada deportista que este en el estudio, donde se exima a los deportistas de actividades que pongan en riesgo de lesión o fatiga aguda excesiva en los días de intervención.

Los deportistas se les explico y realizaron los test de manera homogénea para el grupo de tal forma que se garantizó condiciones iguales para todos

## **10. Aspectos éticos.**

Para garantizar la integridad y seguridad de los sujetos, los investigadores aplicaron protocolos adecuados donde se priorizó el cuidado de esta población en el proceso de intervención, implementando metodologías acordes con las edades de los sujetos, haciendo agradables las sesiones de intervención y respetando la información personal de cada uno de los participantes.

De acuerdo con la resolución 8430 de 1993 en los artículos:

Artículo 5. En toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberá prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y su bienestar.

Artículo 8. En las investigaciones en seres humanos se protegerá la privacidad del individuo, sujeto de investigación, identificándose sólo cuando los resultados lo requieran y Éste lo autorice.

Artículo 13. Es responsabilidad de la institución investigadora o patrocinadora, proporcionar atención médica al sujeto que sufra algún daño, si estuviere relacionado directamente con la investigación, sin perjuicio de la indemnización que legalmente le corresponda.

Artículo 14. Se entiende por Consentimiento Informado el acuerdo por escrito, mediante el cual el sujeto de investigación o en su caso, su representante legal, autoriza su participación en la investigación, con pleno conocimiento de la naturaleza de los procedimientos, beneficios y riesgos a que se someterá, con la capacidad de libre elección y sin coacción alguna.

## 11 Resultados

### 11.1 Prueba de normalidad

A continuación, los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk (Tabla 2). Solo tres variables presentaron distribución no normal (Sig.<0,05). Estas fueron el tiempo de contacto de la pierna dominante en el pretest y post test y el tiempo del ciclo de carrera en el post test.

**Tabla 2** Prueba de normalidad.

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
PreLondeciclo	.994	3	.847
PreTiempoContacto	.750	3	.000
PreTiempoCiclo	.890	3	.354
PreTiem60m	.977	3	.706
PreSaltHor	.783	3	.073
PreSaltoHoriPieder	.993	3	.843
PreSaltoHoriPieizq	.784	3	.077
PosLondeciclo	.986	3	.771
PosTiempoContacto	.750	3	.000
PosTiempoCiclo	.750	3	.000
PosTiem60m	.998	3	.915
PosSaltHor	.783	3	.073
PosSaltoHoriPieder	1.000	3	1.000
PosSaltoHoriPieizq	.972	3	.679

### 11.2 Estadísticos descriptivos

En la tabla 3 se reportan los análisis descriptivos de todas las variables. Para las variables con distribución normal, se reportan valores de media, desviación estándar, máximos y mínimos. Para las variables con distribución no normal, se reportan valores de mediana, rango Inter cuartil, máximos y mínimos.

**Tabla 3** Descripción de las variables analizadas 3

	Descriptivos	Estadísticos
PreLondeciclo	Media	375.0933
	Desviación Estándar	5.02106
	Mínimo	370.32
	Máximo	380.33
PreTiempoContacto	Mediana	150.0000
	Mínimo	142.00
	Máximo	150.00
	Rango Inter cuartil	10.01
PreTiempoCiclo	Media	516.6667
	Desviación estándar	21.73323
	Mínimo	492.00
	Máximo	533.00
PreTiem60m	Media	10.3667
	Desviación estándar	.20744
	Mínimo	10.18
	Máximo	10.59
PreSaltHor	Media	1.6800
	Desviación estándar	.13000
	Mínimo	1.53
	Máximo	1.76
PreSaltoHoriPieder	Media	1.4267
	Desviación estándar	.03512
	Mínimo	1.39
	Máximo	1.46
PreSaltoHoriPieizq	Media	1.3867
	Desviación estándar	.12423
	Mínimo	1.31
	Máximo	1.53
PosLondeciclo	Media	386.7033
	Desviación estándar	26.83271
	Mínimo	358.21
	Máximo	411.49
PosTiempoContacto	Mediana	150.0000
	Mínimo	142.00
	Máximo	150.00
	Rango Inter cuartil	8.00
PosTiempoCiclo	Mediana	550.0000
	Mínimo	541.00
	Máximo	550.00
	Rango Inter cuartil	9.00
PosTiem60m	Media	10.0667
	Desviación estándar	.06506
	Mínimo	10.00
	Máximo	10.13
PosSaltHor	Media	1.7600
	Desviación estándar	.13000
	Mínimo	1.61
	Máximo	1.84
PosSaltoHoriPieder	Media	1.5000
	Desviación estándar	.05000
	Mínimo	1.45
	Máximo	1.55
PosSaltoHoriPieizq	Media	1.4433
	Desviación estándar	.08622
	Mínimo	1.35
	Máximo	1.52

Los deportistas presentaron una media de  $375,09 \pm 5,02$  cm en la longitud de ciclo de carrera en el pretest y  $386,70 \pm 26,8$  cm en el post test. Esto se traduce en un aumento porcentual de 2,9% aproximadamente.

Para el tiempo de contacto en la carrera, los deportistas presentaron una mediana de 150,00 rango inter-cuartil 10,01 ms en el pretest y  $150,00 \pm 8,0$  ms en el post test.

Los deportistas presentaron una media de  $516,6 \pm 21,7$  ms en el tiempo de ciclo de carrera en el pretest y una mediana de  $550,00 \pm 9,0$  cm en el post test. Esto se traduce en un aumento porcentual de 6,5% aproximadamente.

Los deportistas presentaron una media de  $10,36 \pm 0,2074$  segundos en la prueba de 60 metros en el pretest y  $10,06 \pm 0,065$  segundos en el pos-test. Esto se traduce en una disminución porcentual de -2,89% aproximadamente en el tiempo de carrera.

Los deportistas presentaron una media  $1,68 \pm 13$  cm en el salto horizontal bipodal en el pretest y  $1,76 \pm 13$  cm en el pos-test. Esto se traduce en un aumento porcentual de 4,76% aproximadamente.

Los deportistas presentaron una media de  $1,42 \pm 0,035$  cm en el salto horizontal con la pierna derecha en el pretest y  $1,50 \pm 0,050$  cm en el pos-test. Esto se traduce en un aumento porcentual de 5,6% aproximadamente.

Los deportistas presentaron una media de  $1,38 \pm 12$  cm en el salto horizontal con la pierna izquierda en el pretest y  $1,44 \pm 0,86$  cm en el pos-test. Esto se traduce en un aumento porcentual de 4,3% aproximadamente.

### 11.3 Comparación de variables con distribución normal y no normal

En la tabla 4 se reportan los resultados comparativos entre las variables con distribución normal. Se observan diferencias estadísticamente significativas en las variables tiempo de carrera en 60m, distancia de salto horizontal bipodal y salto horizontal con la pierna dominante (Sig. <0,05).

**Tabla 4** Comparación variables con distribución normal

Variables	t	DF	Sig.
Par 1 PreLondeciclo - PosLondeciclo	-.118	8	.909
Par 2 PreTiem60m - PosTiem60m	3.300	8	.011
Par 3 PreSaltHor - PosSaltHor	-13.856	2	.005
Par 4 PreSaltoHoriPieder - PosSaltoHoriPieder	-8.315	2	.014
Par 5 PreSaltoHoriPieizq - PosSaltoHoriPieizq	-1.179	2	.360

En la tabla 5 se reportan los valores de la prueba Wilcoxon para las variables tiempo de contacto en carrera y tiempo de ciclo. Ambas variables no presentaron diferencias significativas entre el pretest y postest. Es decir, el entrenamiento pliométrico horizontal de 12 sesiones no presentó cambios significativos en las variables.

**Tabla 5** *Comparación de medias variables no paramétricas (Wilcoxonm)*

Estadísticas de las pruebas			
	PosTiempoContacto	-	PosTiempoCiclo
	PreTiempoContacto		PreTiempoCiclo
Z	-1.841		-.654
Asymp. Sig. (2-tailed)	.066		.513

## 12 Discusión

Este estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de un plan de entrenamiento pliométrico horizontal en la prueba de 60 metros planos en atletas prejuveniles. Para constatar los beneficios se tuvieron en cuenta diferentes pruebas específicas de rendimiento en la carrera de 60 metros. Al parecer el entrenamiento pliométrico horizontal mejora el desempeño en algunos apartados como la longitud de ciclo, el tiempo de ciclo, el tiempo de carrera en 60 metros y en los saltos horizontales bipodal y unipodal.

La mejora en el tiempo de carrera en la prueba de 60 metros y el aumento en los saltos horizontales concuerdan con el estudio de (LOTURCO. et al., 2015) donde relacionaron la efectividad del salto horizontal y el rendimiento en la prueba de 100 metros planos, El entrenamiento pliométrico horizontal parece haber presentado mejoras en las pruebas de 60 metro y variables como la longitud del ciclo y la pruebas de salto horizontal, debido a la especificidad del movimiento y a la capacidad de mayor aplicación de fuerza horizontal esto confirma la aplicación de ejercicios pliométricos horizontales bipodales y unipodales como medio para el desarrollo del rendimiento (Kossow & Ebben, 2018). Por otro lado, los resultados de (Brughelli et al., 2008) y (Moran et al., 2021a) Demuestran la efectividad del entrenamiento pliométrico horizontal, utilizando saltos unipodales y bipodales en el rendimiento del sprint y destacándolo como un medio sencillo y efectivo para mejorar el rendimiento multivectorial de las distintas acciones al correr. Las mejoras en el tiempo de ciclo y la prueba de 60 metros pueden asociarse con los resultados de (Dalwinder Singh, 2013) donde se muestra la mejora de la velocidad de carrera debido a la implementación de ejercicios horizontales esto quiere decir que al correr a velocidades más altas el tiempo entre ciclo y ciclo disminuye lo que deriva en un menor tiempo recorrido durante la carrera de 60 metros.

Aunque los estudios antes mencionados no contaban con las características específicas de nuestro estudio, si se cumplían algunas variables como sprint, efectividad en la mejora de los tiempos en distintas carreras y si constataron la utilización de ejercicios pliométricos horizontales, tanto bipodal como unipodal de los cuales todos demostraron mejoras en las variables de rendimiento.

---

### 13 Conclusiones

En el presente estudio se concluye que la implementación de ejercicios propioceptivos en deportistas de tiro con arco en la categoría pre-infantil (10-14 años) resulta posiblemente determinante en el rendimiento de los arqueros. El deportista debe soportar largas horas estando de pie, sin perder la estabilidad y resistiendo a la fatiga ocasionada por las repeticiones constantes de aperturas del arco, manteniendo una postura tranquila, estable y concentrada en el objetivo sin que las perturbaciones ambientales y físicas desvíe la flecha al momento del disparo al centro de la diana.

De acuerdo con el análisis de datos se identificó que los ejercicios propioceptivos generan posiblemente adaptaciones positivas en las variables de equilibrio estático, fuerza abdominal, flexibilidad y precisión a 15 metros deduciendo que la intervención aumentaría la destreza técnica.

Finalmente, los resultados de la presente investigación deberán ser un punto de partida para futuras investigaciones donde a partir de intervenciones más largas y con muestras de mayor representación corroboren los resultados preliminares. Es por esto por lo que se recomienda por parte de los investigadores, ampliar la población, tiempo de intervención para investigaciones futuras. Por lo tanto, tener cautela con los presentes resultados.

## 14 Referencias

- Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G., & Chaouachi, A. (2008). Understanding change of direction ability in sport: A review of resistance training studies. *Sports Medicine*, 38(12), 1045–1063. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838120-00007>
- Buchheit, M., Samozino, P., Glynn, J. A., Michael, B. S., Al Haddad, H., Mendez-Villanueva, A., & Morin, J. B. (2014). Mechanical determinants of acceleration and maximal sprinting speed in highly trained young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1906–1913. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.965191>
- Bushnell, T., & Hunter, I. (2007). Differences in technique between sprinters and distance runners at equal and maximal speeds. *Sports Biomechanics*, 6(3), 261–268. <https://doi.org/10.1080/14763140701489728>
- Dalwinder Singh, S. S. (2013). *Effects of vertical and horizontal plyometric exercises on running speed*. 14(2), 144–147. <https://doi.org/10.2478/humo-2013-0017>
- Hernandez, F. Y. (2004). Metodologia de la investigacion . *Las clases de educacion fisica en primaria. Efdportes.com*.
- Hunter, J. P., Marshall, R. N., & McNair, P. J. (2004). Segment-interaction analysis of the stance limb in sprint running. *Journal of Biomechanics*, 37(9), 1439–1446. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2003.12.018>
- Loturco, I., Contreras, B., Kobal, R., Fernandes, V., Moura, N., Siqueira, F., Winckler, C., Suchomel, T., & Pereira, L. A. (2018). Vertically and horizontally directed muscle power exercises: Relationships with top-level sprint performance. *PLoS ONE*, 13(7), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201475>
- Loturco, I., Pereira, L. A., Kobal, R., Zanetti, V., Kitamura, K., Abad, C. C. C., & Nakamura, F. Y. (2015). Transference effect of vertical and horizontal plyometrics on sprint performance of high-level U-20 soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 33(20), 2182–2191. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1081394>
- Maćkała, K., Fostiak, M., & Kowalski, K. (2015). Selected determinants of acceleration in the 100m Sprint. *Journal of Human Kinetics*, 45(1), 135–148. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0014>

- Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine*, 40(10), 859–895. <https://doi.org/10.2165/11318370-000000000-00000>
- Menza, S. V. (2010). Longitud de zancada, frecuencia del paso y dinámica de la velocidad de corredoras de velocidad del norte del cauca. *Lúdica Pedagógica*, 2(15).
- Moran, J., Ramirez-Campillo, R., Liew, B., Chaabene, H., Behm, D. G., García-Hermoso, A., Izquierdo, M., & Granacher, U. (2021a). Effects of Bilateral and Unilateral Resistance Training on Horizontally Orientated Movement Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, 51(2), 225–242. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01367-9>
- Moran, J., Ramirez-Campillo, R., Liew, B., Chaabene, H., Behm, D. G., García-Hermoso, A., Izquierdo, M., & Granacher, U. (2021b). Effects of Vertically and Horizontally Orientated Plyometric Training on Physical Performance: A Meta-analytical Comparison. *Sports Medicine*, 51(1), 65–79. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01340-6>
- Morin, J. B., Bourdin, M., Edouard, P., Peyrot, N., Samozino, P., & Lacour, J. R. (2012). Mechanical determinants of 100-m sprint running performance. *European Journal of Applied Physiology*, 112(11), 3921–3930. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2379-8>
- Murphy, A., Clark, K. P., Murray, N., Melton, B., Mann, R., Rieger, R., & Murphy, A. (2021). Relationship between anthropometric and kinematic measures to practice velocity in elite American 100m sprinters. *Journal of Clinical and Translational Research*, 7(5), 682–686. <https://doi.org/10.18053/jctres.07.202105.006>
- Beatles, S. (2020). Improve Your Game- What Sport Complement Archery Progression and Why? *Archerygb.org*.
- Salas, D. (2022). Muestras no probabilísticas. *Investigaliacr.com*.
- Sant, J. R. (2005). Metodología Y Técnicas De Atletismo. In *Metodología Y Técnicas De Atletismo*. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4qxLd2bV-a8C&oi=fnd&pg=PA13&dq=metodologia+del+atletismo&ots=FIvwXHLXcb&sig=w9pp68ao\\_DzEZBWiwAwQ5GhDrWE#v=onepage&q=metodologia del atletismo&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4qxLd2bV-a8C&oi=fnd&pg=PA13&dq=metodologia+del+atletismo&ots=FIvwXHLXcb&sig=w9pp68ao_DzEZBWiwAwQ5GhDrWE#v=onepage&q=metodologia%20del%20atletismo&f=false)
- VILLARREAL, E., REQUENA., B., & CRONIN., J. B. (2012). The Effects of Plyometric Training: A Meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 575–584.

Yanci, J., Castillo, D., Vizcay, J. J., Pitillas, I., & Iturricastillo, A. (2016). Relación entre la capacidad de aceleración, cambio de dirección y salto horizontal en atletas jóvenes. *Revista Iberoamericana de Ciencias de La Actividad Fisica y El Deporte*, 5(2), 1–15.