



**Perfil biomecánico de la técnica del lanzamiento de potencia de granada de los  
seleccionados de pentatlón militar de la FEDEME**

Trujillo Alulima, Jimmy Bladimir

Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Maestría en Entrenamiento Deportivo

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Magíster en Entrenamiento Deportivo

Msc. Coral Apolo, Excehomo Gabriel

31 de agosto de 2023



Trujillo Alulima, Jimmy Bladimir (2).d...

## Scan details

Scan time:  
August 29th, 2023 at 12:21 UTC

Total Pages:  
39

Total Words:  
9605

## Plagiarism Detection



Types of plagiarism	Words
Identical	0.7% 64
Minor Changes	0.6% 60
Paraphrased	0.6% 56
Omitted Words	0% 0

## AI Content Detection



Text coverage  
 AI text  
 Human text

## 🔍 Plagiarism Results: (14)

📄 Estadística trabajo computarizado (docx) - Course 5... 0.6%

<https://www.coursesdelock.com/communications/287944>

HomeSubjects

AccountingBusinessCommunicationsEconomicsFinanceLawManagementMa...

📄 TFG\_Enfermaria\_Fraga\_Sampedro\_Mª Luisa.pdf?seq... 0.5%

[https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/13651/dfg\\_...](https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/13651/dfg_...)

cal

Facultade de Enfermaria e Podoloxia GRAO EN ENFERMARÍA Curso académico 2013-2014 TRABALLO FIN DE GRAO "La simulación como herramienta...

📄 2018\_Tesis\_Zuleima\_Eliana\_Portilla\_Villamizar.pdf?s... 0.5%

<https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.127...>

Usuario

1 DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD Y LA INNOVACIÓN: PRÁCTICAS APLICADAS EN LOS SECTORES EDUCATIVO Y EMPRESARIAL Presentado por: ZULEIMA ELL...



Mgtr. Coral Apolo Excehomo Gabriel

Director



**Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología**

**Centro de Posgrados**

**Certificación**

Certifico que el trabajo de titulación: "Perfil biomecánico de la técnica del lanzamiento de potencia de granada de los seleccionados de pentatlón militar de la FEDEME" fue realizado por el señor Trujillo Ajulma, Jimmy Bladimir, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además, fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí 31 de agosto del 2023



**Coral Apolo Excehomo Gabriel**

**Director**

**C.C.: 1712070513**



Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Responsabilidad de autoría

Yo, Trujillo Alulima, Jimmy Bladimir, con cédula 1719252064, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Perfil biomecánico de la técnica del lanzamiento de potencia de la granada de los seleccionados de pentatlón militar de la FEDEME.**, es de mi autoría, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 31 de agosto del 2023

Firmado  
digitalmente por  
JIMMY BLADIMIR  
TRUJILLO  
ALULIMA  
Fecha:  
2023.09.08  
09:32:44 -05'00'

Trujillo Alulima, Jimmy Bladimir  
C.C.:1719252064



Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Autorización de Publicación

Yo Trujillo Alulima, Jimmy Bladimir, con cédula 1719252064, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: "Perfil biomecánico de la técnica del lanzamiento de potencia de granada de los seleccionados de pentatlón militar de la FEDEME" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 31 de agosto de 2023

JIMMY  
BLADIMIR  
TRUJILLO  
ALULIMA

Firmado digitalmente por  
JIMMY BLADIMIR  
TRUJILLO  
ALULIMA  
Fecha:  
2023.09.08  
09:31:34 -05'00'

Trujillo Alulima, Jimmy Bladimir  
C.C.:1719252064

## Dedicatoria

Dedico este trabajo con profundo amor y gratitud a mi esposa, quien ha sido uno de los pilares fundamentales para poderme desarrollar profesionalmente, por la infinita paciencia, sus palabras de aliento y su apoyo inquebrantable.

A mi hijo Joaquín Emiliano, por ser esa motivación que me impulsa a esforzarme día a día, buscando ser una mejor persona un mejor padre, por ser el motor que mi vida necesita para seguir adelante y superar todos los obstáculos.

A mi padre y madre, quienes desde pequeño me han demostrado que la vida está llena de retos que lo fundamental es enfrentarlos y superarlos, gracias por su constante apoyo, durante toda mi vida.

A mis suegros quienes han brindado su tiempo en todo momento y han sido una parte fundamental para alcanzar este objetivo profesional.

A toda mi familia que ha sido parte de esta aventura académica, por brindarme siempre su apoyo incondicional en todo momento el cual ha permitido que culmine con éxito este objetivo académico.

Con cariño y gratitud,

JIMMY BLADIMIR, TRUJILLO ALULIMA

## **Agradecimiento**

A Dios por regalarme cada día la dicha de tener una vida llena de salud y sabiduría para poder culminar este reto académico.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de esta tesis. Sus apoyos, consejos y estímulo fueron fundamentales para completar este trabajo de investigación.

En primer lugar, deseo agradecer a mi director de tesis, Coral Gabriel, por su orientación experta y paciencia constante a lo largo de este proceso. Sus conocimientos y dirección fueron fundamentales para dar forma a esta tesis y llevarla a su culminación.

También quiero extender mi agradecimiento a todos los profesores y académicos que me brindaron valiosos comentarios y sugerencias durante el desarrollo de esta investigación. Sus ideas enriquecieron enormemente mi trabajo y ampliaron mi comprensión del tema.

No puedo pasar por alto agradecer a la Federación Deportiva Militar por facilitar los recursos humanos necesarios para llevar a cabo esta investigación. Su respaldo fue esencial para el éxito de este proyecto.

Por último, pero no menos importante, agradezco a todos los participantes de mi estudio por su tiempo y contribuciones, sin las cuales este trabajo no sería posible.

Este logro no es solo mío, sino el resultado del esfuerzo colectivo de muchas personas. A todos ustedes, les agradezco sinceramente por ser parte de este viaje y por ayudarme a alcanzar esta meta académica.

Con cariño y gratitud,

JIMMY BLADIMIR, TRUJILLO ALULIMA

## Tabla de contenidos

Copyleaks .....	2
Certificado de director .....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento .....	7
Resumen .....	15
Abstract.....	P
Capítulo I: Introducción .....	17
Antecedentes .....	17
Formulación del problema de investigación .....	19
Objetivos.....	19
Objetivo general.....	19
Objetivos específicos .....	19
Justificación, importancia y alcance del proyecto .....	19
Hipótesis de investigación.....	20
Variables de la investigación.....	21
Operacionalización de variables .....	21
Capítulo II: Fundamentación teórica y referencial .....	23
Marco teórico referencial.....	23
Capacidades físicas de un atleta .....	23
Flexibilidad.....	23
Fuerza .....	24
Fuerza de resistencia.....	24

Velocidad .....	24
Biomecánica deportiva.....	25
Métodos típicos de pruebas en biomecánica deportiva .....	26
Movimientos de la biomecánica .....	27
Campo para lanzar la granada.....	28
Lanzamiento de granada .....	28
Base de lanzamiento.....	30
Proyectiles de lanzamiento .....	30
Lanzamiento de precisión .....	32
Blanco.....	32
Conversión de puntos de lanzamiento .....	33
Clasificación de lanzamiento.....	33
Capítulo III: Marco metodológico.....	34
Enfoque .....	34
Tipo de investigación .....	34
Tipo correlacional.....	34
Tipo exploratorio .....	34
Tipo experimental .....	34
Población y muestra .....	35
Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	35
Observación .....	35
Documental .....	35
Análisis de contenido.....	35
Validación y confiabilidad de los instrumentos .....	35

Capítulo IV: Resultados de la investigación .....	37
Análisis de técnicas y posiciones de lanzamiento .....	37
Análisis biomecánico las pruebas de lanzamiento .....	39
Resumen de resultados obtenidos .....	64
Análisis estadístico descriptivo del ángulo del brazo .....	64
Análisis estadístico descriptivo del ángulo de las piernas .....	67
Análisis estadístico descriptivo del tiempo de lanzamiento .....	69
Análisis estadístico descriptivo de la altura de lanzamiento .....	71
Análisis estadístico descriptivo de velocidad .....	73
Análisis estadístico descriptivo de la aceleración de lanzamiento .....	75
Discusión .....	77
Capítulo V: conclusiones y recomendaciones .....	79
Conclusiones .....	79
Recomendaciones .....	81
Bibliografía .....	82

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Variable independiente: Técnica del lanzamiento de potencia de granada</i> .....	21
<b>Tabla 2</b> <i>Variable dependiente: Perfil biomecánico</i> .....	22
<b>Tabla 3</b> <i>Transformación para puntos de lanzamiento de granadas</i> .....	33
<b>Tabla 4</b> <i>Clasificación de lanzamiento de granadas</i> .....	33
<b>Tabla 5</b> <i>Técnicas de lanzamiento de granda de los deportistas</i> .....	37
<b>Tabla 6</b> <i>Resumen de pruebas de lanzamiento</i> .....	64
<b>Tabla 7</b> <i>Análisis estadístico descriptivo del ángulo del brazo</i> .....	65
<b>Tabla 8</b> <i>Estimadores M</i> .....	65
<b>Tabla 9</b> <i>Valores mayores y menores del caso</i> .....	66
<b>Tabla 10</b> <i>Análisis estadístico descriptivo del ángulo de las piernas</i> .....	67
<b>Tabla 11</b> <i>Estimadores M</i> .....	67
<b>Tabla 12</b> <i>Valores del estudio de casos</i> .....	68
<b>Tabla 13</b> <i>Análisis estadístico descriptivo del tiempo de lanzamiento</i> .....	69
<b>Tabla 14</b> <i>Estimadores M</i> .....	69
<b>Tabla 15</b> <i>Valores mayores y menores del caso</i> .....	70
<b>Tabla 16</b> <i>Análisis estadístico descriptivo de la altura de lanzamiento</i> .....	71
<b>Tabla 17</b> <i>Estimadores M</i> .....	71
<b>Tabla 18</b> <i>Valores mayores y menores del caso</i> .....	72
<b>Tabla 19</b> <i>Análisis estadístico descriptivo de velocidad</i> .....	73
<b>Tabla 20</b> <i>Estimadores M</i> .....	73
<b>Tabla 21</b> <i>Valores mayores y menores del caso</i> .....	74
<b>Tabla 22</b> <i>Análisis estadístico descriptivo de la aceleración de lanzamiento</i> .....	75
<b>Tabla 23</b> <i>Estimadores M</i> .....	75
<b>Tabla 24</b> <i>Valores del estudio de caso</i> .....	76
<b>Tabla 25</b> <i>Promedio de rendimiento</i> .....	77

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> <i>Cualidades físicas de un deportista</i> .....	23
<b>Figura 2</b> <i>Biomecánica deportiva</i> .....	26
<b>Figura 3</b> <i>Campo de lanzamiento combinado competidores hombres y mujeres</i> .....	29
<b>Figura 4</b> <i>Ejemplo para el lanzamiento</i> .....	29
<b>Figura 5</b> <i>Base lanzamiento (parapeto)</i> .....	30
<b>Figura 6</b> <i>Medidas de granada para varones</i> .....	31
<b>Figura 7</b> <i>Medidas de granada para mujeres</i> .....	31
<b>Figura 8</b> <i>Lanzamiento de granada: Incluye dos pruebas precisión y distancia</i> .....	32
<b>Figura 9</b> <i>Ángulo de inicio de lanzamiento medido en el brazo deportista 1</i> .....	40
<b>Figura 10</b> <i>Ángulo de inicio de lanzamiento medido en las piernas deportista 1</i> .....	40
<b>Figura 11</b> <i>Tiempo de lanzamiento deportista 1</i> .....	41
<b>Figura 12</b> <i>Altura máxima deportista 1</i> .....	41
<b>Figura 13</b> <i>Velocidad máxima y mínima de lanzamiento deportista 1</i> .....	42
<b>Figura 14</b> <i>Aceleración máxima y mínima de lanzamiento deportista 1</i> .....	42
<b>Figura 15</b> <i>Ángulo de formado en el brazo del deportista 2</i> .....	43
<b>Figura 16</b> <i>Ángulo formado entre las piernas deportista 2</i> .....	43
<b>Figura 17</b> <i>Tiempo de lanzamiento deportista 2</i> .....	44
<b>Figura 18</b> <i>Altura de lanzamiento deportista 2</i> .....	44
<b>Figura 19</b> <i>Velocidad de lanzamiento deportista 2</i> .....	45
<b>Figura 20</b> <i>Aceleración de lanzamiento deportista 2</i> .....	45
<b>Figura 21</b> <i>Ángulo de inicio de lanzamiento medido en el brazo deportista 3</i> .....	46
<b>Figura 22</b> <i>Ángulo formado entre las piernas deportista 3</i> .....	46
<b>Figura 23</b> <i>Tiempo de lanzamiento deportista 3</i> .....	47
<b>Figura 24</b> <i>Altura de lanzamiento deportista 3</i> .....	47
<b>Figura 25</b> <i>Velocidad de lanzamiento deportista 3</i> .....	48

<b>Figura 26</b> <i>Aceleración de lanzamiento deportista 3</i> .....	48
<b>Figura 27</b> <i>Ángulo de inicio de lanzamiento medido en el brazo deportista 4</i> .....	49
<b>Figura 28</b> <i>Ángulo formado entre las piernas del deportista 4</i> .....	49
<b>Figura 29</b> <i>Tiempo de lanzamiento deportista 4</i> .....	50
<b>Figura 30</b> <i>Altura de lanzamiento deportista 3</i> .....	50
<b>Figura 31</b> <i>Velocidad de lanzamiento deportista 4</i> .....	51
<b>Figura 32</b> <i>Aceleración de lanzamiento deportista 4</i> .....	51
<b>Figura 33</b> <i>Ángulo de inicio de lanzamiento medido en el brazo deportista 5</i> .....	52
<b>Figura 34</b> <i>Ángulo formado entre las piernas del deportista 5</i> .....	52
<b>Figura 35</b> <i>Tiempo de lanzamiento deportista 5</i> .....	53
<b>Figura 36</b> <i>Altura de lanzamiento deportista 5</i> .....	53
<b>Figura 37</b> <i>Velocidad de lanzamiento deportista 5</i> .....	54
<b>Figura 38</b> <i>Aceleración de lanzamiento deportista 5</i> .....	54
<b>Figura 39</b> <i>Ángulo de inicio de lanzamiento medido en el brazo deportista 6</i> .....	55
<b>Figura 40</b> <i>Ángulo formado entre las piernas del deportista 6</i> .....	55
<b>Figura 41</b> <i>Tiempo de lanzamiento deportista 6</i> .....	56
<b>Figura 42</b> <i>Altura de lanzamiento deportista 6</i> .....	56
<b>Figura 43</b> <i>Velocidad de lanzamiento deportista 6</i> .....	57
<b>Figura 44</b> <i>Aceleración de lanzamiento deportista 6</i> .....	57
<b>Figura 45</b> <i>Ángulo de inicio de lanzamiento medido en el brazo deportista 7</i> .....	58
<b>Figura 46</b> <i>Ángulo formado entre las piernas del deportista 7</i> .....	58
<b>Figura 47</b> <i>Tiempo de lanzamiento deportista 7</i> .....	59
<b>Figura 48</b> <i>Altura de lanzamiento deportista 7</i> .....	59
<b>Figura 49</b> <i>Velocidad de lanzamiento deportista 7</i> .....	60
<b>Figura 50</b> <i>Aceleración de lanzamiento deportista 7</i> .....	60
<b>Figura 51</b> <i>Ángulo de inicio de lanzamiento medido en el brazo deportista 8</i> .....	61

<b>Figura 52</b> <i>Ángulo formado entre las piernas del deportista 8</i> .....	61
<b>Figura 53</b> <i>Tiempo de lanzamiento deportista 8</i> .....	62
<b>Figura 54</b> <i>Altura de lanzamiento deportista 8</i> .....	62
<b>Figura 55</b> <i>Velocidad de lanzamiento deportista 6</i> .....	63
<b>Figura 56</b> <i>Aceleración de lanzamiento deportista 8</i> .....	63
<b>Figura 57</b> <i>Histograma de frecuencia de ángulo de inicio de lanzamiento medido en el brazo</i> ..	66
<b>Figura 58</b> <i>Histograma de frecuencia de ángulo formado en las piernas del jugador</i> .....	68
<b>Figura 59</b> <i>Histograma de frecuencia del tiempo de lanzamiento</i> .....	70
<b>Figura 60</b> <i>Histograma de frecuencia de altura de lanzamiento</i> .....	72
<b>Figura 61</b> <i>Histograma de frecuencia de velocidad de lanzamiento</i> .....	74
<b>Figura 62</b> <i>Histograma de frecuencia de velocidad de lanzamiento</i> .....	76

## Resumen

El Lanzamiento de granada de una de las cinco disciplinas que conforma el deporte de Pentatlón Militar, la sumatoria de los puntajes de las cinco pruebas dan el resultado final para este deporte, el objetivo del presente estudio está direccionado al lanzamiento de granada.

El lanzamiento de granadas en pentatlón militar consta de dos pruebas, un lanzamiento de precisión y otro lanzamiento propulsado, también conocido como lanzamiento de largo alcance, y el presente estudio busca determinar las características biomecánicas del lanzamiento de granadas propulsado por personal seleccionado del Pentatlón Militar FEDEME.

La biomecánica deportiva permite el análisis de los movimientos de los atletas buscando mejorar el gesto técnico del deporte con la idea de alcanzar la forma más correcta de ejecutar este gesto.

A través del análisis de medidas, ángulos y posiciones de los seleccionados del pentatlón de la FEDEME, se busca determinar el perfil idóneo para realizar estas pruebas de lanzamiento y con ello corregir errores y la mejora del rendimiento deportivo.

El análisis biomecánico del gesto técnico permite determinar errores, evitar lesiones y mejorar el rendimiento deportivo de los atletas, es fundamental implementar nuevas tecnologías en los entrenamientos para tecnificarlos con el fin de alcanzar el mejor rendimiento.

Finalmente, los equipos participantes de este deporte a nivel nacional y regional tendrán un sustento científico que les permita realizar comparaciones con sus deportistas, y así mejorar el gesto técnico, corrección de errores y elevar su rendimiento deportivo.

*Palabras Claves:* pentatlón militar, lanzamiento de granada, biomecánica, gesto técnico.

## Abstract

The grenade throw is one of the five disciplines that make up the sport of military pentathlon, the sum of the scores of the five tests give the final result for this sport, the objective of this study is directed to the grenade throw.

The grenade throw in military pentathlon consists of two tests, a precision throw and a propelled throw, also known as long-range throw, and the present study seeks to determine the biomechanical characteristics of the propelled grenade throw by selected personnel of the FEDEME Military Pentathlon.

Sports biomechanics allows the analysis of the movements of athletes seeking to improve the technical gesture of the sport with the idea of achieving the most correct way of executing this gesture.

Through the analysis of measurements, angles and positions of the selected FEDEME pentathlon teams, we seek to determine the ideal profile to perform these throwing tests and thus correct errors and improve sports performance.

The biomechanical analysis of the technical gesture allows to determine errors, avoid injuries and improve the sports performance of athletes, it is essential to implement new technologies in training to modernize them in order to achieve the best performance.

Finally, the teams participating in this sport at national and regional level will have a scientific basis that will allow them to make comparisons with their athletes, and thus improve the technical gesture, correct errors and improve their sporting performance.

*Keywords:* military pentathlon, grenade throw, biomechanics, technical gesture

## Capítulo I: Introducción

### Antecedentes

El pentatlón militar es un deporte no olímpico que nació a partir de la Segunda Guerra Mundial con una visión del capitán Hanri Debrus, preocupado por mejorar el estado físico de los soldados, tuvo la visión de crear un deporte con pruebas que semejarán las condiciones del combate de aquella época, de esta manera se crea el pentatlón militar que consta de 5 pruebas: tiro de fusil, carrera y natación de obstáculos, lanzamiento de granada y cross country (Ojeda, 2016).

Esta prueba es la tercera prueba en realizarse en una competencia completa de pentatlón militar, esta consta de dos partes, una que hace relación al lanzamiento de precisión donde se lanzan 16 granadas con pesos estandarizados para mujeres y hombres a diferentes distancias. La segunda parte que conforma esta prueba es el lanzamiento de potencia de la granada, en la cual basaremos nuestro estudio, esta prueba consiste en lanzar 3 granadas en un tiempo determinado lo más lejos tratando de alcanzar una distancia lo más lejana al punto de lanzamiento (Burbano et al., 2017).

Según el estudio realizado anteriormente sobre biomecánica del lanzamiento de precisión de granada se determinan tres fases de lanzamiento y son:

- Fase 1: El atleta está de pie estáticamente con las piernas separadas, una de las cuales está medio doblada, el brazo que sostiene la granada debe colgar naturalmente, el brazo libre está completamente extendido y los dedos apuntando hacia adelante.
- Fase 2: En esta fase, acérquese a la pared, doble el brazo que contiene la granada y levante la muñeca hasta la altura de los hombros. Mantenga el brazo libre recto y apuntando hacia adelante.
- Fase 3: Es el contacto final que hace la granada con la mano del deportista antes de ser disparada (Burbano et al., 2017).

Esta forma de dividir la técnica permite evidenciar errores técnicos a través del sometimiento de la ejecución a ciertas pruebas donde podemos determinar si esta es correcta en comparación con el alcance de la granada (Burbano et al., 2017).

Ecuador siempre ha sido referente mundial en pentatlón militar, generalmente entre los seis primeros, según datos de la Federación Ecuatoriana de Deportes Militares se puede juzgar que existen defectos cuando se realiza este tipo de lanzamientos. La baja puntuación de Granada está merecida, que es el punto clave que hay que intervenir para llegar a mejores lugares del mundo (Chiriboga, 2020).

En el año 2012 se obtuvo el mejor resultado a nivel mundial porque el Ecuador ocupó el tercer puesto, pero en los años subsiguientes ha empezado una baja constante promediando como las pruebas más bajas, para esta prueba y el cross country, esto refleja que existen problemas en estas disciplinas de competencia (Borja, 2018).

La ineficacia en la ejecución del lanzamiento de potencia de granada de los deportistas revela la importancia de valorar indicadores de la práctica de esta disciplina deportiva, entre ellos, El análisis biomecánico de la metodología utilizada, al ser accesible y brindar evaluaciones comparativas efectivas, ya sea a través de la técnica delineada o mediante la comparación y puesta en práctica del lanzamiento del atleta, permite valorar el enfoque de lanzamiento de los deportistas con los puntajes más sobresalientes. En otras palabras, se lleva a cabo una evaluación técnica en comparación con el puntaje logrado para identificar posibles correlaciones y patrones de éxito.

La presente investigación se basa en el problema del bajo rendimiento en de este deporte que afecta en especial a la selección del Ecuador en los últimos campeonatos del mundo se han detectado factores incidentes en la técnica o la parte física de los deportistas.

Al no existir un trabajo realizado sobre este tema es de gran importancia para impulsar el perfeccionamiento de los futuros deportistas, así como dar a conocer indicadores biomecánicos a los entrenadores para llegar al alto rendimiento deportivo. En ese sentido, el

presente proyecto está orientado a presentar un perfil biomecánico que permita resolver los errores del lanzamiento de potencia de la granada, lo que ha dificultado su progreso en la preparación técnica y por ende en los resultados. Finalmente se considera que los entrenadores necesitan de una herramienta efectiva y precisa para mejorar en forma progresiva la fuerza, velocidad, técnica, coordinación y las diferentes etapas que conlleva el lanzamiento de potencia de la granada, de allí la gran importancia del trabajo del análisis a través de videos y software para corregir deficiencias, lo cual permitirá mejorar el nivel técnico.

### **Formulación del problema de investigación**

¿Cuál es el perfil biomecánico en el lanzamiento para potencia de la granada de los seleccionados de pentatlón militar de la FEDEME?

### **Objetivos**

#### **Objetivo general**

Determinar el perfil biomecánico de lanzamiento de potencia de la granada de los seleccionados de pentatlón militar de la FEDEME.

#### **Objetivos específicos**

- Establecer los parámetros biomecánicos del análisis de la técnica del lanzamiento de potencia de la granada de los seleccionados de pentatlón militar de la FEDEME.
- Evaluar los parámetros biomecánicos de la técnica del lanzamiento de potencia de la granada de los seleccionados de pentatlón militar de la FEDEME.
- Analizar los parámetros biomecánicos que determinan el perfil biomecánico de la técnica del lanzamiento de potencia de la granada de los seleccionados de pentatlón militar de la FEDEME.

### **Justificación, importancia y alcance del proyecto**

EL pentatlón militar es un deporte que se encuentra reconocido por el CIMS (Consejo Internacional Del Deporte Militar) y es practicado por varios países a nivel mundial y regional, entre los más sobresalientes en los últimos campeonatos tenemos a China, Brasil, Rusia y

Ecuador. Nuestro país se ha destacado por ubicarse entre los primeros 5 lugares de la clasificación general, lo que ha motivado seguir trabajando por alcanzar los primeros lugares por medio de la ciencia tecnología y la investigación.

En los últimos campeonatos los resultados obtenidos permitieron determinar que la selección del Ecuador obtuvo un bajo puntaje en las pruebas de lanzamiento y el cross o carrera. Al evidenciar esta deficiencia y al no existir una investigación previa sobre el tema planteado surge la necesidad de presentar un perfil que sirva como herramienta a los entrenadores para poder guiar sus planificaciones en base a la corrección de los errores encontrados para el fortalecimiento de las deficiencias encontradas en sus deportistas.

Esta investigación es importante porque contribuirá al pentatlón militar y al lanzamiento de granadas en particular, y se presenta un proceso de investigativo como un recurso que también puede utilizarse a nivel local, provincial, nacional y regional. Además, servirá como un ejemplo para que las selecciones de cada institución de formación militar, puedan establecer y desarrollar habilidades técnicas del lanzamiento de potencia de granada, esta herramienta ayuda a mejorar los procesos y obtener resultados a largo plazo en la obtención de medallas a nivel nacional e internacional., con lo cual será un ahorro económico porque se utiliza una técnica de lanzamiento y se disminuye el riesgo de lesiones de los futuros deportistas y de esta manera se cumple con los objetivos establecidos en esta investigación.

Es factible porque existe el apoyo de la Federación Deportiva Militar Ecuatoriana, quien ha facilitado las instalaciones para aplicar las pruebas y evaluaciones sobre el lanzamiento de potencia de granada. Además, brinda todo el soporte técnico y autorización para ejecutar el presente trabajo. Científicamente esta investigación pretende ser un aporte académico a futuras investigaciones porque se ha evidenciado la falta de una investigación como la propuesta en el país y en la región.

### **Hipótesis de investigación**

Para esta investigación no aplica porque no es una investigación aplicada.

## VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

### Operacionalización de variables

Tabla 1

Variable independiente: Técnica del lanzamiento de potencia de granada

Definición	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Técnica de deportes militares conformada por fases del movimiento de salida aproximación y empuje, direccionadas a lograr una distancia lo más alejada (Burbano et al., 2017)	Fase de salida	A juzgar por la posición estática, supongamos que la articulación superior del hombro del mango de la granada sobresale la muñeca.	Modelo Estructural por fases de lanzamiento de potencia de la granada
	Fase de aproximación	Movimiento medido desde la punta de la articulación del codo y la proyección de los lados de las extremidades, respectivamente, y cuando el atleta se mueve.	
	Fase de empuje	La acción se evaluó a partir del contacto final del balón con la mano del deportista, tomando como eje la articulación del codo y proyectando los laterales hacia el hombro y la muñeca.	

**Tabla 2***Variable dependiente: Perfil biomecánico*

<b>Definición</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento</b>
Caracterización del comportamiento biomecánico de la cadena inferior, superior, modelo secuencial individual y la posición del instrumento (Campos et al., 2000)	Comportamiento biomecánico de la cadena inferior	Ángulo de separación de las piernas Distancia de pie derecho a pie izquierdo	Protocolo de análisis biomecánico con aplicación del Software libre KINOVEA y matices diseñados para el efecto.
	Comportamiento biomecánico de la cadena superior	Ángulo del brazo del lanzamiento Altura del lanzamiento.	Análisis angular miembros inferiores
		Brazo de lanzamiento Tiempo de duración del lanzamiento	Análisis angular de miembros superiores.
	Comportamiento Cinemático	Velocidad del brazo del lanzamiento Aceleración del brazo del lanzamiento	Análisis cinemático (velocidad, aceleración y tiempo).

## Capítulo II: Fundamentación teórica y referencial

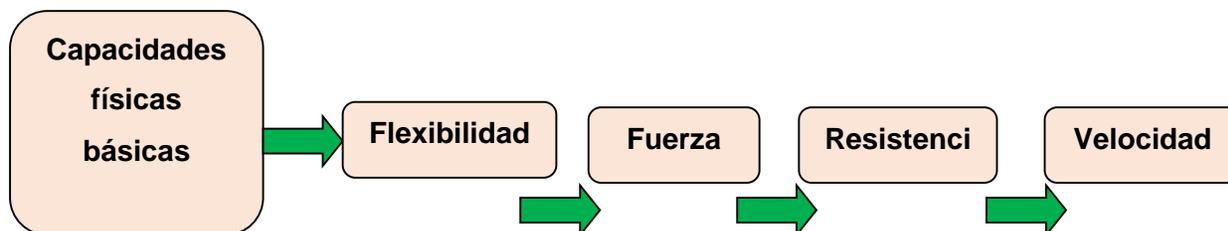
### Marco teórico referencial

#### Capacidades físicas de un atleta

Son las capacidades físicas que permiten alcanzar un mayor nivel de mejora en la práctica de entrenamiento, logrando la posibilidad de poner en conocimiento cualquier deporte determinando la aptitud física de un individuo. La capacidad física es el mecanismo básico de la condición física, por lo tanto, para mejorar las funciones corporales, debe haber entrenamiento en otras habilidades (Laguatasig, 2018). Dentro de las aptitudes o capacidades fundamentales en términos físicos, sobresalen la potencia, rapidez, tenacidad y elasticidad como se ilustra en la figura 1.

**Figura 1**

*Cualidades físicas de un deportista*



#### Flexibilidad

Es la capacidad de la articulación para lograr un rango completo de movimiento. Es importante comprender que la flexibilidad no crea el movimiento en sí, sino que actúa como iniciador. Tanto elementos intrínsecos (como la flexibilidad muscular, composición ósea, tipo de articulación o masa muscular) como elementos extrínsecos (como el género, la edad, la actividad física y el entorno) tienen la capacidad de influir o restringir la movilidad anatómica (Puruhuaya, 2019).

## **Fuerza**

Es un aumento de la masa muscular provocado por la estimulación nerviosa que permite mantener el movimiento o la posición de un plano muscular. La capacidad de superar la resistencia externa o responder a ella con esfuerzo muscular (Tipán, 2015).

El potencial de un atleta para producir fuerza significativa depende de varios factores, tales como: estructura (composición muscular), nervios (se refiere al uso de unidades motoras) y relacionados con la extensión (mejora de la contracción muscular). Cabe señalar que todos los deportes y actividades físicas en cualquier ámbito y nivel tienen una importante presencia de la fuerza en todas sus formas, donde la explosividad juega uno de los papeles principales en la mejora de varios componentes de la preparación, como las habilidades físicas (Gonçalves et al., 2019).

## **Fuerza de resistencia**

Es la capacidad del cuerpo para resistir la fatiga durante ejercicios de fuerza relativamente largos. a) Isotónicos (flexión y extensión). b) Isométricos (levantar y mantener un peso en una posición determinada) (Tipán, 2015).

Resistencia

## **Velocidad**

La rapidez consiste en llevar a cabo una acción en el menor lapso imaginable y ejecutar un movimiento en el mínimo tiempo requerido, otro autor la define como la máxima velocidad posible al realizar una acción bajo control voluntario (Muñoz & Gomes, 2019).

La velocidad depende de la tasa de contracción del músculo que realiza el movimiento y, naturalmente, se desarrolla en paralelo con la fuerza. Los atletas deben preocuparse por tres tipos de contracciones musculares: excéntricas, isométricas y concéntricas (Castañeda et al., 2019, p. 24).

- Contracción excéntrica: Conocida como de alargamiento, se producen cuando los músculos se extienden o alargan por efecto de una tensión.

- Contracción concéntrica: También se llama de acortamiento, las fibras musculares tienden a trabajar en unísono y se acortan.
- Contracción isométrica: esta posición estática y no permite ningún acortamiento del musculo (Castañeda et al., 2019).

### **Biomecánica deportiva**

La biomecánica deportiva es el estudio del movimiento humano durante el ejercicio físico. También analiza los movimientos atléticos del atleta en sistemas de movimiento activo interconectados. El glosario de términos biomecánicos examina las causas mecánicas y biológicas de los movimientos y las características únicas de las interacciones basadas en ellos (el área de estudio) en diversas condiciones. El objetivo del ejercicio es aplicar técnicas específicas a cada deporte para mejorar la calidad del movimiento, maximizar el rendimiento atlético y prevenir lesiones frecuentemente provocadas por un mal acondicionamiento (Cali, 2016).

Además, estudia todos los movimientos del ser humano durante una actividad física y permite mejorar el rendimiento en cualquier disciplina deportiva, siempre enfocados en evitar lesiones, permite mejorar la técnica de entrenamiento mediante el desarrollo y diseño de complementos, equipos y materiales de alta precisión. Es decir, la biomecánica estudia leyes de la física para estudiar los movimientos del ser humano (Cali, 2016).

Los ejercicios físicos consisten en el estudio de

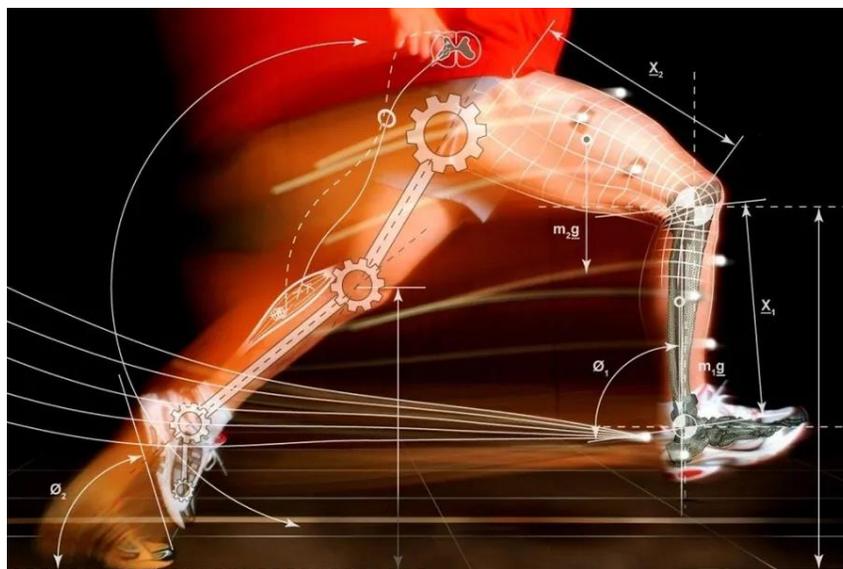
- Estructura, funciones y propiedades del ser humano
- Técnica racional que evalúa los movimientos del ser humano
- Mejorar o perfeccionar la técnica.

En términos generales, cualquier persona comprometida con la enseñanza, la práctica o el uso de la actividad física debe tener algún conocimiento de la biomecánica. Su importancia es común a todos, ya que se trata de utilizarlo para perfeccionar el sistema motor humano, sea

cual sea la finalidad. Sin embargo, debido al modelo que se utiliza, se pueden distinguir dos grandes categorías: profesores de educación física, entrenadores, rehabilitadores, estudiantes, deportistas y pacientes (Gómez, 2022).

**Figura 2**

*Biomecánica deportiva*



**Nota.** La ciencia de la biomecánica está estrechamente relacionada con el deporte y los permite a los atletas desempeñarse mejor en cualquier actividad en cualquier actividad al permitirles comprender los fundamentos científicos del campo. Tomado de (Apta Vital, 2022)

### **Métodos típicos de pruebas en biomecánica deportiva**

- Análisis 3D: Ideal para una variedad de deportes, particularmente aquellos que requieren información precisa y detallada.
- Análisis de fuerza: A menudo se utiliza para aplicaciones como: correr, caminar, también se utiliza en combinación para el análisis de movimiento en tres dimensiones. Entre sus usos se encuentran calcular el impacto, el frenado y la propulsión, así como realizar cálculos de dinámica articular y calcular la transferencia de peso en actividades dinámicas.
- Análisis de video: Beneficioso para el examen cualitativo de golpes y movimientos rápidos.

- EMG. Se utiliza para medir la actividad muscular. A menudo se usa junto con análisis de movimiento 3D y pruebas de plataforma de fuerza.
- Evaluación de los competidores. Análisis de la rivalidad para reconocer factores clave de desempeño tales como recuperación, velocidad/ritmo, técnica de remo y longitud de zancada.
- Acelerómetro, láseres y giroscopios: permiten determinar las características técnicas del movimiento de los atletas (Viu, 200 C.E.).

### **Movimientos de la biomecánica**

Los fundamentos de la biomecánica en el ámbito deportivo se definen en función de los movimientos que el individuo puede llevar a cabo:

- Flexión: La articulación de dos huesos en conjunto.
- Extensión: La acción opuesta a la flexión, implica separar ambos huesos uno del otro.
- Abducción: Movimiento de partes del cuerpo que se alejan del centro del cuerpo. Su noción es de "distanciamiento".
- Aducción: El movimiento contrario a la abducción. En este caso, la parte del cuerpo se aproxima al centro del cuerpo (Apta Vital, 2022).
- Rotación externa: La rotación hacia afuera de una articulación o segmento, también llamada rotación lateral. Rotación interna: La rotación hacia adentro de una articulación o segmento, también conocida como rotación medial.
- Rotación Axial: es cuando rota una articulación o segmento alrededor de su eje, ya sea longitudinal o vertical (Apta Vital, 2022).
- Pronación: Es cuando gira antebrazo y se dirige la palma hacia abajo.
- Supinación: El movimiento rotativo del antebrazo que eleva la mano hacia arriba (Apta Vital, 2022).
- Valgo: Un movimiento del tobillo que desplaza el talón hacia un lado (hacia afuera).

- Inversión: Un movimiento del tobillo en el cual la punta del pie se desplaza hacia adentro.
- Flexión lateral: Un movimiento realizado con el cuerpo o el cuello que permite moverse hacia la izquierda o derecha desde una posición neutral.
- Desviación cubital: es cuando trabaja la muñeca, incluido el movimiento lateral de la muñeca, el dedo meñique como el dedo índice.
- Desviación radial: el trabajo que realiza la muñeca para mover la mano lateralmente con el pulgar como el dedo índice (Apta Vital, 2022).

### **Campo para lanzar la granada**

La competencia generalmente se desarrolla en campos que tienen la misma dirección, y las distancias medidas tienen una tolerancia de  $\pm 5$  cm. Las líneas que marcan las distancias de 40, 50, 60, 70 metros mientras que las marcas en la línea central de los sectores discurren a la misma distancia, lo que permite guiar a los competidores y espectadores. (Pentatlón militar, 2018).

### **Lanzamiento de granada**

Esta competición se desarrolla en dos fases, llevadas a cabo de manera secuencial por cada participante. La primera fase implica la ejecución de lanzamientos precisos, mientras que la segunda etapa se centra en los lanzamientos de mayor distancia (potencia).

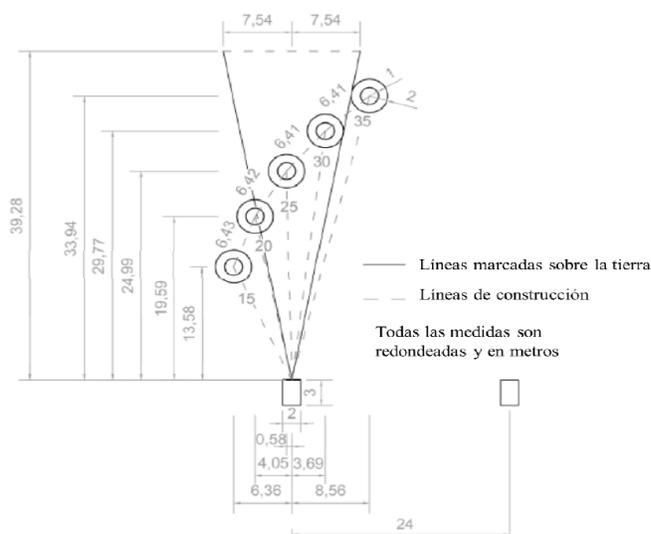
4 círculos horizontales. Cada uno tiene dos regiones concéntricas. La zona interior tiene 2 m de diámetro y la zona exterior tiene 4 m de diámetro, cada zona delimitada por un círculo de hierro. El objetivo debe estar a unos 2-3 cm del suelo para que el anillo pueda verse desde el exterior. El material debe estar dentro de esa área y el círculo que define el área interior debe ser coplanar con el círculo exterior. Coloque una pequeña bandera de 15 a 20 cm de altura en el centro del círculo (Pentatlón militar, 2018).

Las áreas objetivo están marcadas con diferentes colores para que sean visibles desde la plataforma de lanzamiento. El material debe ser de una calidad que reproduzca el impacto

con la mayor precisión posible. Se colocan cuatro círculos según el par. La distancia es el promedio desde el centro del círculo hasta el interior del peto. El círculo de 15 m femenino (y el círculo masculino de 35 m) estarán cubiertos para distraerse. Solo se permite disparar proyectiles de precisión o de largo alcance desde el interior del área de lanzamiento. Esto también se aplica a la preparación para un lanzamiento (Pentatlón militar, 2018).

### Figura 3

*Campo de lanzamiento combinado competidores hombres y mujeres*

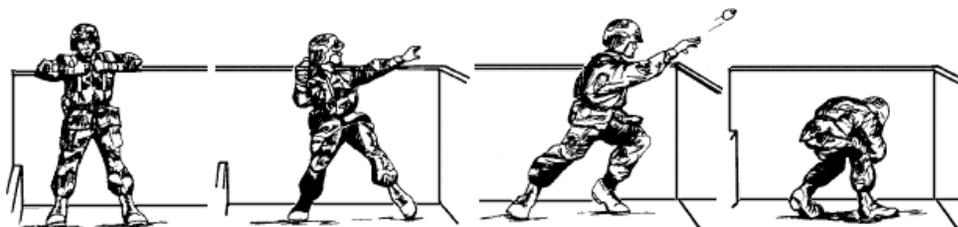


**Nota.** tomado de (Pentatlón militar, 2018).

Dado que pocos soldados lanzan la granada de la misma manera, era difícil establecer un estándar o una técnica para lanzar granadas. ¿Con qué precisión se lanza una granada, que es más importante? En la figura 4, se evidencia un ejemplo de lanzamiento.

### Figura 4

*Ejemplo para el lanzamiento*



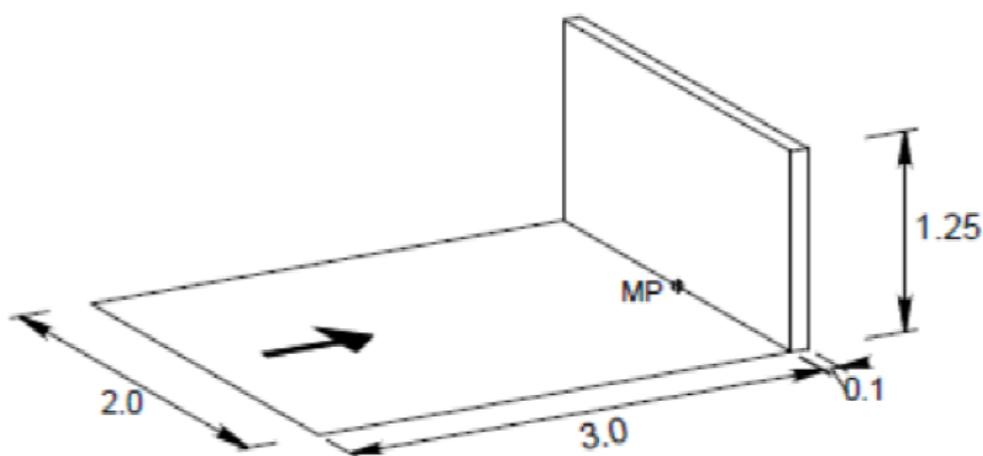
**Nota.** Posición de lanzamiento adoptada para lanzar la granada. Tomado de (McLaren, 2015).

## Base de lanzamiento

La base de lanzamiento se la conoce como parapeto y área reservada consta de un punto de medición (MP) en el interior de este. Adicionalmente, sobre la base superior se deben ubicar dieciséis proyectiles. Para concluir, el concursante está requerido a permanecer dentro de la base de lanzamiento durante la serie, salvo en situaciones donde ocurra una lesión o cuando el proyectil caiga del parapeto; estas salidas solo podrán ser realizadas con la previa autorización del juez de campo o árbitro. (Pentatlón militar, 2018).

**Figura 5**

*Base lanzamiento (parapeto)*

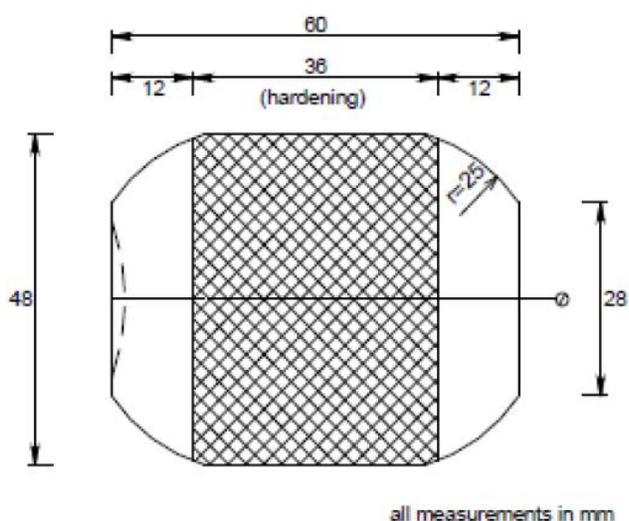


MP: Punto de Medición

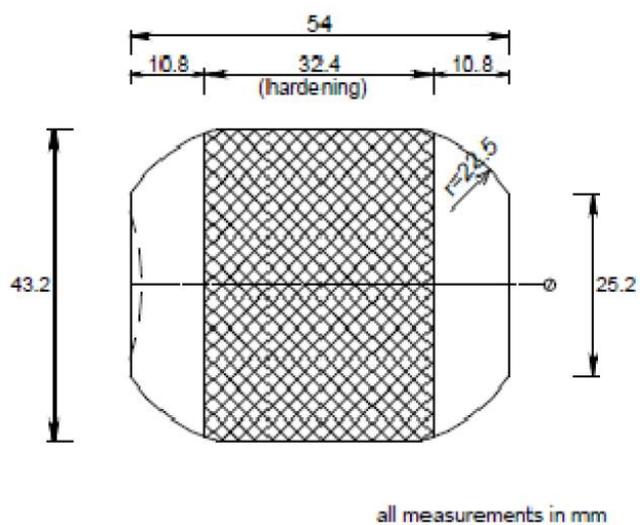
**Nota.** (Pentatlón militar, 2018).

## Proyectiles de lanzamiento

Los proyectiles están estandarizados para ser utilizados en todos los países y cada país suministrará sus propios proyectiles, además el país que organiza la competencia proporcionará los proyectiles y serán comunicados los equipos con anterioridad. El proyectil para varones pesa 575 gramos con una tolerancia en peso de +/- 25 gramos (Pentatlón militar, 2018).

**Figura 6***Medidas de granada para varones*

La granada para mujeres tiene un peso de 375 gramos con tolerancia en peso +/- 25 gramos todos los proyectiles son revisados por el jurado técnico antes de la competencia (Pentatlón militar, 2018).

**Figura 7***Medidas de granada para mujeres*

**Nota.** (Pentatlón militar, 2018).

### Lanzamiento de precisión

La duración de este lanzamiento abarca tres minutos, en los cuales el participante deberá efectuar un total de dieciséis granadas distribuidas en cuatro rondas consecutivas (con cuatro granadas por ronda)

### Blanco

El objetivo se compone de cuatro anillos horizontales, y estos anillos presenta dos regiones concéntricas: un espacio con diámetro de 2 metros para el exterior y un espacio exterior con un diámetro de 4 metro. Ver Figura 8, se coloca una pequeña bandera (de 15 a 20 cm de alto) en el centro del círculo, y las áreas objetivo se marcarán con diferentes colores para que puedan verse desde la plataforma de lanzamiento. Las medidas para los hombres se colocan a diferentes distancias de 20 metros, 25 metros, 30 metros y 35 metros. Por otro lado, las medidas para mujeres se dividen en 15 m, 20 m, 25 m y 30 m (Chiriboga, 2020).

### Figura 8

*Lanzamiento de granada: Incluye dos pruebas precisión y distancia*



**Nota.** Lanzamiento de granada del pentatlón militar. Tomado de (Pentatlón militar, 2018)

### Lanzamiento de distancia

En la modalidad de lanzamiento de distancia, el atleta cuenta con tres intentos, que es controlado en 10 segundos para cada lanzamiento. Debe estar claramente visible y limitado por líneas el área de lanzamiento con los impactos dentro del espacio delimitado se considerado

como un buen lanzamiento. Cualquier lanzamiento de distancia realizado sin la autorización o retardado será considerado inválido o nulado.

### **Conversión de puntos de lanzamiento**

Para determinar cuál es la distancia de lanzamiento se utiliza la medida del metro y centímetros redondeados hacia abajo esto determinado por los jueces y los resultados son convertidos a puntos de lanzamiento (Pentatlón militar, 2018).

**Tabla 3**

*Transformación para puntos de lanzamiento de granadas*

<b>Distancia (m)</b>	<b>Redondeo (m)</b>	<b>Puntos de lanzamiento</b>
53,21	53,20	53,2
53,28	53,20	53,2
53,30	53,3	53,3

**Nota.** Tomado de (Pentatlón militar, 2018)

### **Clasificación de lanzamiento**

La clasificación para la competición de lanzamiento de precisión y distancia se llevará a cabo mediante la sumatoria de puntos obtenidos por el concursante en cada lanzamiento, como muestra la tabla 4.

**Tabla 4**

*Clasificación de lanzamiento de granadas*

<b>Técnica de lanzamiento</b>	<b>Puntos de lanzamiento</b>
Precisión	103,00
Distancia	53,30
<b>Total</b>	<b>156,3</b>

**Nota.** Tomado de (Pentatlón militar, 2018)

### **Capítulo III: Marco metodológico**

#### **Enfoque**

Este estudio adopta un enfoque que abarca tanto técnicas cuantitativas como cualitativas. Esto posibilita el análisis detallado del perfil biomecánico más apropiado para mejorar el lanzamiento de granada. Al mismo tiempo, la metodología cuantitativa facilita la obtención de datos numéricos que se pueden organizar en tablas a través de procedimientos estadísticos.

#### **Tipo de investigación**

A continuación, se detallan explica que investigación son necesarios para el desarrollo del proyecto.

#### **Tipo correlacional**

Esta categoría de investigación se considera correlacional debido a que los análisis efectuados posibilitan el discernimiento de la conexión o nivel de vínculo entre los conceptos y categorías, o variables relacionadas con el perfil biomecánico del lanzamiento de granada, el cual demanda tanto precisión como potencia. Es importante determinar la mejor técnica de lanzamiento dentro de la competencia militar.

#### **Tipo exploratorio**

Esta investigación tiene el concepto de exploratorio porque existe poca información sobre cuál es el mejor perfil biomecánico de lanzamiento en el pentatlón militar, además, es importante conocer las técnicas y métodos que los deportistas utilizan en la preparación para esta disciplina.

#### **Tipo experimental**

Este tipo de investigación permite evaluar el lanzamiento de los competidores por medio de videos donde se escoge el mejor perfil biomecánico de un grupo determinado de personas, para este estudio son, los militares que son seleccionados para el pentatlón militar de la FEDEME.

## **Población y muestra**

El grupo de estudio en esta investigación está conformado por los miembros de la selección de pentatlón militar y que pertenecen a la federación deportiva militar ecuatoriana. A través de esta población se lleva a cabo la actividad de lanzar la granada, con el propósito de identificar el perfil biomecánico óptimo de los deportistas involucrados.

## **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### ***Observación***

Mediante la observación de las variables dentro de su contexto real y actual se busca comprobar el mejor modelo en esta investigación donde se incluye técnicas de lanzar la granada hasta verificar el mejor resultado deportivo alcanzado durante las pruebas que se realizan.

### ***Documental***

Esta técnica permite investigar en referentes teóricos que brindan información sobre ejercicios pliométricos, técnicas de entrenamiento, uso y manejo del programa kinovea que son útiles para aplicar en la selección del mejor perfil biomecánico de lanzamiento.

### ***Análisis de contenido***

El análisis de contenido permitirá sistematizar, analizar la información de tesis, artículos científicos, libros que brindan información sobre ejercicios pliométricos, precisión de lanzamiento, distancia de lanzamiento, biomecánica del deportista, de tal manera que se obtienen datos cuantitativos y cualitativos que permiten evaluar las variables planteadas en estas pruebas de investigación.

## **Validación y confiabilidad de los instrumentos**

El procesamiento de los datos obtenidos se realiza mediante programas estadísticos que permiten la elaboración de tablas, gráficos y curvas necesarios para explicar el comportamiento de los deportistas durante las pruebas realizadas, también se utiliza el

programa Kinovea que permite editar videos y analizar las imágenes con el fin de mejorar las técnicas de los deportistas ya sea futbol, gimnasia, bailes, etc.

## Capítulo IV: Resultados de la investigación

El proyecto que se plantea resulta de un cuadro de indicadores de lanzamiento de granada evidenciado por los preparadores deportivos, biomecánicos y de trabajos bibliográficos recopilados sobre el lanzamiento de granada. El análisis de las variables para obtener el mejor perfil biomecánico se realiza mediante el programa kinovea.

La muestra de estudio para determinar el perfil biomecánico de lanzamiento está conformada por 8 deportistas de la Federación Deportiva Militar Ecuatoriana que tienen una edad promedio aproximada de 25 años y edad deportiva de 2 a 3 años, confirmando que es un equipo de alto rendimiento, la estatura esta alrededor de 1,73 metros promedio que está dentro del rango para practica de pentatlón militar, también aporta en la diciplina de lanzamiento de granada en distancia y en precisión porque el campo de lanzamiento cuenta con una pared fija de 1,25 m de altura.

### Análisis de técnicas y posiciones de lanzamiento

En la tabla 5, se evidencia las diferentes técnicas y posiciones de lanzamiento realizada por los deportistas de la Federación Deportiva Militar Ecuatoriana.

**Tabla 5**

*Técnicas de lanzamiento de granda de los deportistas*

Participantes	Posición inicial	Posición final	Observaciones
Deportista 1			

Deportista 2			
Deportista 3			
Deportista 4			
Deportista 5			

Deportista 6			
Deportista 7			
Deportista 8			

### **Análisis biomecánico las pruebas de lanzamiento**

- Ángulo de inicio de lanzamiento deportista 1

Se procede con el análisis del ángulo de lanzamiento de inicio del deportista seleccionado para realizar esta prueba. En la ilustración se puede observar que el ángulo de partida del lanzamiento presenta un valor de 93,6 grados.

**Figura 9**

*Ángulo de inicio de lanzamiento medido en el brazo deportista 1*



- Ángulo de inicio de lanzamiento medido en las piernas

También, se analiza el ángulo que forman las piernas al inicio del lanzamiento y por tanto tiene un valor de  $78,5^\circ$  en la Figura 10, medido con los pies del lanzador firmemente apoyados en el suelo.

**Figura 10**

*Ángulo de inicio de lanzamiento medido en las piernas deportista 1*



- Tiempo de lanzamiento

Se toma en cuenta desde el inicio del movimiento de los deportistas hasta el momento que sale disparado el proyectil de la mano del atleta.

En la figura 11, se presenta el tiempo que demora el primer participante en lanzar la granada que es de 0,27 milisegundos.

**Figura 11**

*Tiempo de lanzamiento deportista 1*



- Altura de lanzamiento

Se analiza la altura de lanzamiento final tomando en cuenta cuando la granada sale de la mano del deportista, en la figura 12, se presenta la medida obtenida con un valor de 1,94 metros.

**Figura 12**

*Altura máxima deportista 1*



- Velocidad

En la prueba depende de la rapidez con la que se contrae los músculos para realizar el movimiento en la figura 13, se muestra los rangos mínimos y máximos de lanzamiento.

**Figura 13**

*Velocidad máxima y mínima de lanzamiento deportista 1*



- Aceleración de lanzamiento

De igual forma se analiza la aceleración de lanzamiento esto se evidencia en la figura 14 donde se muestra los valores obtenidos.

**Figura 14**

*Aceleración máxima y mínima de lanzamiento deportista 1*



- Ángulo de inicio de lanzamiento deportista 2

El ángulo de lanzamiento para el deportista 2 es de  $92,2^\circ$  como se muestra en la figura 15, este dato permite establecer el comportamiento y rendimiento del deportista.

**Figura 15**

*Ángulo de formado en el brazo del deportista 2*



- Ángulo de inicio de lanzamiento medido en las piernas

Así mismo, se mide el ángulo formado entre las piernas del deportista durante el lanzamiento de la granada, en la figura 16 se observa el valor obtenido que es de  $103,4^\circ$

**Figura 16**

*Ángulo formado entre las piernas deportista 2*



- Tiempo de lanzamiento

En cuanto al tiempo que el deportista tarda en lanzar la granada desde la posición especificada como punto inicial se obtiene un valor de 0,20 milisegundos.

**Figura 17**

*Tiempo de lanzamiento deportista 2*



- Altura de lanzamiento

Para medir la altura de lanzamiento se toma en cuenta cuando el proyectil sale de la mano del deportista esta altura es de 2,18 metros.

**Figura 18**

*Altura de lanzamiento deportista 2*



- Velocidad

La trayectoria de la muñeca medida en el deportista es de 3,14 m/s, ver figura 19, tomando en cuenta que para el alto rendimiento la velocidad está en el rango de 3,1 m/s y en los principiantes de 4,4 m/s.

**Figura 19**

*Velocidad de lanzamiento deportista 2*



- Aceleración de lanzamiento

La aceleración medida en el punto de lanzamiento de la granada se obtiene un valor máximo de 113,76 m/s<sup>2</sup> y mínimo de 15,32 m/s<sup>2</sup>, la figura 20 evidencia los valores obtenidos en la prueba.

**Figura 20**

*Aceleración de lanzamiento deportista 2*



- Ángulo de inicio de lanzamiento deportista 3

De igual forma se mide el ángulo de lanzamiento formado en el brazo del tercer participante obteniendo un ángulo de  $80,5^\circ$ , como se muestra en la figura 21.

**Figura 21**

*Ángulo de inicio de lanzamiento medido en el brazo deportista 3*



- Ángulo de inicio de lanzamiento medido en las piernas

Para el ángulo de lanzamiento formado en las piernas del deportista se obtiene un valor de  $96,5^\circ$  como indica la figura 22.

**Figura 22**

*Ángulo formado entre las piernas deportista 3*



- Tiempo de lanzamiento

Con respecto al tiempo de lanzamiento realizado por el tercer participante se obtiene un tiempo similar o igual al realizado por el segundo deportista este valor es de 0,20 m/s como se evidencia en la figura 23.

**Figura 23**

*Tiempo de lanzamiento deportista 3*



- Altura de lanzamiento

Otro aspecto de enfoque consiste en la altitud alcanzada por el deportista antes de liberar la granada. obteniéndose un valor de 1,96 metros ver figura 24.

**Figura 24**

*Altura de lanzamiento deportista 3*



- Velocidad

Por lo que se refiere a la velocidad obtenida en el lanzamiento de grana del tercer participante se tiene un valor inicial de 4,52 m/s, y la velocidad máxima de lanzamiento es de 16,27m/s ver figura 25.

**Figura 25**

*Velocidad de lanzamiento deportista 3*



- Aceleración de lanzamiento

A continuación, se evalúa la aceleración de lanzamiento obteniendo un valor inicial de 5,53m/s<sup>2</sup> y máxima de 170,68 m/s<sup>2</sup>, como se muestra en la figura 26.

**Figura 26**

*Aceleración de lanzamiento deportista 3*



- Ángulo de inicio de lanzamiento deportista 4

Como se ha venido analizando los ángulos de lanzamiento de los deportistas para el caso del cuarto participante se obtiene un ángulo de  $98,6^\circ$  esto se evidencia en la figura 27.

**Figura 27**

*Ángulo de inicio de lanzamiento medido en el brazo deportista 4*



- Ángulo de inicio de lanzamiento medido en las piernas

Por otro lado, el ángulo obtenido en la posición de lanzamiento y formado por las piernas del participante se obtiene un valor de  $97,3^\circ$  ver figura 28.

**Figura 28**

*Ángulo formado entre las piernas del deportista 4*



- Tiempo de lanzamiento

Continuando con el análisis, el tiempo obtenido por el jugador 4, es de 0,23 milisegundos esto se evidencia en la figura 29.

**Figura 29**

*Tiempo de lanzamiento deportista 4*



- Altura de lanzamiento

En la figura 30 se evidencia la altura máxima obtenida durante el lanzamiento medido desde cuando la mano suelta la granada este valor es de 2,11 metros.

**Figura 30**

*Altura de lanzamiento deportista 3*



- Velocidad

En la figura 31 se observa la velocidad mínima de lanzamiento con valor de 3,82 m/s y máxima de 15,36 m/s, se observa que el valor inicial de la velocidad es similar o cercano al rango de velocidad recomendado en este tipo de disciplinas.

**Figura 31**

*Velocidad de lanzamiento deportista 4*



- Aceleración de lanzamiento

Finalmente, la aceleración de lanzamiento obtenida mínima es de 16,03 m/s<sup>2</sup> y la máxima es de 157,19 m/s<sup>2</sup> como indica la figura 32.

**Figura 32**

*Aceleración de lanzamiento deportista 4*



### Ángulo de inicio de lanzamiento deportista 5

El ángulo de lanzamiento obtenido en la práctica que realizó el deportista cinco es de  $102,2^\circ$  esto se evidencia en la figura 33, Este ángulo brinda la posibilidad de comprender las velocidades y aceleraciones en la muñeca del atleta.

**Figura 33**

*Ángulo de inicio de lanzamiento medido en el brazo deportista 5*



- Ángulo de inicio de lanzamiento medido en las piernas

De igual manera se calculó el ángulo formado por las piernas del deportista durante el lanzamiento de la granada siendo este ángulo de  $99,0^\circ$ .

**Figura 34**

*Ángulo formado entre las piernas del deportista 5*



- Tiempo de lanzamiento

El tiempo de lanzamiento de granada obtenido en esta prueba es de 0,23 milisegundos y está dentro del rango de las pruebas realizadas para el lanzamiento como indica la figura 35.

**Figura 35**

*Tiempo de lanzamiento deportista 5*



- Altura de lanzamiento

En el análisis de la altura de lanzamiento se obtiene un valor de 1,98 metros de igual forma se evalúa cuando la granada sale de la mano del deportista.

**Figura 36**

*Altura de lanzamiento deportista 5*



- Velocidad

La velocidad de lanzamiento inicial en esta prueba es de 2,58 m/s y la velocidad máxima es de 13,32 m/s, también está dentro del rango de valores obtenidos en esta prueba de lanzamiento de grana ver figura 37.

**Figura 37**

*Velocidad de lanzamiento deportista 5*



- Aceleración de lanzamiento

Por último, se puede observar en la figura 38 la aceleración es de 44,52m/s<sup>2</sup>.

**Figura 38**

*Aceleración de lanzamiento deportista 5*



### Ángulo de inicio de lanzamiento deportista 6

Para esta prueba realizada por el sexto participante se obtiene un ángulo inicial de lanzamiento de  $94,8^\circ$  ver figura 39.

**Figura 39**

*Ángulo de inicio de lanzamiento medido en el brazo deportista 6*



- Ángulo de inicio de lanzamiento medido en las piernas

El ángulo que se forma en las piernas del participante número 6, es de  $98,5^\circ$  está en el rango de las pruebas realizadas para el análisis biomecánico de lanzamiento ver figura 40.

**Figura 40**

*Ángulo formado entre las piernas del deportista 6*



- Tiempo de lanzamiento

El tiempo realizado por el sexto deportista es de 0,23 milisegundos, también está dentro del rango de las demás pruebas realizadas en el lanzamiento de granda ver figura 41.

**Figura 41**

*Tiempo de lanzamiento deportista 6*



- Altura de lanzamiento

Para la altura de lanzamiento se obtuvo 1,73 metros esto se evidencia en la figura 42.

**Figura 42**

*Altura de lanzamiento deportista 6*



- Velocidad

Esta prueba de lanzamiento inicial es de 2,76 m/s y la velocidad máxima es de 13,61 m/s, también está dentro del rango de valores obtenidos en esta prueba de lanzamiento de granda ver figura 43.

**Figura 43**

*Velocidad de lanzamiento deportista 6*



- Aceleración de lanzamiento

Finalmente, el valor de la aceleración inicial es de 15,47 m/s<sup>2</sup> y la aceleración final es de 128,01 m/s<sup>2</sup> como se muestra en la figura 44.

**Figura 44**

*Aceleración de lanzamiento deportista 6*



- Ángulo de inicio de lanzamiento deportista 7

Para esta prueba realizada por el sexto participante se obtiene un ángulo inicial de lanzamiento de  $107,7^\circ$  ver figura 45.

**Figura 45**

*Ángulo de inicio de lanzamiento medido en el brazo deportista 7*



- Ángulo de inicio de lanzamiento medido en las piernas

El ángulo que se forma en las piernas del participante número 7, es de  $86,8^\circ$  está en el rango de las pruebas realizadas para el análisis biomecánico de lanzamiento ver figura 46.

**Figura 46**

*Ángulo formado entre las piernas del deportista 7*



- Tiempo de lanzamiento

El tiempo que tomo el séptimo deportista es de 0,23 milisegundos, también está dentro del rango de las demás pruebas realizadas en el lanzamiento de granda ver figura 47.

**Figura 47**

*Tiempo de lanzamiento deportista 7*



- Altura de lanzamiento

Para la altura de lanzamiento se obtuvo 1,53 metros esto se evidencia en la figura 48.

**Figura 48**

*Altura de lanzamiento deportista 7*



- Velocidad

Esta prueba de lanzamiento inicial en esta prueba es de 2,54 m/s y la velocidad máxima es de 13,91 m/s, también está dentro del rango de valores obtenidos en esta prueba de lanzamiento de granda ver figura 49.

**Figura 49**

*Velocidad de lanzamiento deportista 7*



- Aceleración de lanzamiento

Finalmente, el valor de la aceleración inicial es de 11,43 m/s<sup>2</sup> y la aceleración final es de 100,68 m/s<sup>2</sup> ver figura 50.

**Figura 50**

*Aceleración de lanzamiento deportista 7*



- Ángulo de inicio de lanzamiento deportista 8

Para el ensayo de lanzamiento realizada por el sexto participante se obtiene un ángulo inicial de lanzamiento de  $98,9^\circ$  ver figura 51.

**Figura 51**

*Ángulo de inicio de lanzamiento medido en el brazo deportista 8*



- Ángulo de inicio de lanzamiento medido en las piernas

El ángulo que se forma en las piernas del participante número 8, es de  $68,9^\circ$  está en el rango de las pruebas realizadas para el análisis biomecánico de lanzamiento ver figura 52.

**Figura 52**

*Ángulo formado entre las piernas del deportista 8*



- Tiempo de lanzamiento

Esta práctica realizada por el octavo deportista es de 0,17 milisegundos, también está dentro del rango de las demás pruebas realizadas en el lanzamiento de grana ver figura 53.

**Figura 53**

*Tiempo de lanzamiento deportista 8*



- Altura de lanzamiento

Para la altura de lanzamiento se obtuvo 1,53 metros esto se evidencia en la figura 54 que es el rango más alto alcanzado por el deportista.

**Figura 54**

*Altura de lanzamiento deportista 8*



- Velocidad

La velocidad de lanzamiento inicial en esta prueba es de 6,53 m/s y la velocidad máxima es de 13,91 m/s, también está dentro del rango de valores obtenidos en esta prueba de lanzamiento de grana ver figura 55.

**Figura 55**

*Velocidad de lanzamiento deportista 6*



- Aceleración de lanzamiento

Finalmente, el valor de la aceleración inicial es de  $-4,12 \text{ m/s}^2$  y la aceleración final es de  $173,01 \text{ m/s}^2$  ver la figura 56.

**Figura 56**

*Aceleración de lanzamiento deportista 8*



### Resumen de resultados obtenidos

Luego de realizar las pruebas de lanzamiento con los integrantes de la selección de lanzamiento se realiza un resumen de los datos obtenidos en estas pruebas mostrado en la tabla.

**Tabla 6**

*Resumen de pruebas de lanzamiento*

N°	Ángulo	Ángulo	Tiempo de lanzamiento	Altura de lanzamiento metros	Velocidad de lanzamiento (m/s)		Aceleración de lanzamiento (m/s <sup>2</sup> )	
	medio en el brazo	medido en las piernas			Máx.	Mín.	Máx.	Mín.
1	93.6°	78.5 °	0.27	1.94	7.18	3.74	62.82	-105.91
2	92.2°	103.4°	0.20	2.18	11.75	3.14	113.76	15.32
3	80.5°	96.5°	0.20	1.96	16.27	4.52	170.68	5.52
4	98.6°	97.3°	0.23	2.11	15.36	3.82	157.19	16.03
5	102.2°	99.0°	0.23	1.98	13.32	2.58	149.33	44.52
6	94.8°	98.5°	0.23	1.73	13.61	2.76	128.01	15.47
7	107.7°	86.8°	0.23	1.53	13.91	2.54	100.68	11.43
8	98.9°	65.9°	0.17	2.14	12.95	6.53	173.01	-4.12

### Análisis estadístico descriptivo del ángulo del brazo

Este análisis tiene como objetivo proporcionar la tendencia central y la dispersión de una característica numérica, por lo tanto, se realiza para las variables obtenidas en las pruebas de lanzamiento.

En la tabla se muestra el análisis estadístico descriptivo para el ángulo formado por el brazo durante el lanzamiento de granda medido desde la posición inicial, estos datos se obtienen para los 8 participantes en las pruebas de lanzamiento.

**Tabla 7***Análisis estadístico descriptivo del ángulo del brazo*

<b>Descriptivos</b>		<b>Estadístico</b>	<b>Error estándar</b>
Media		96,0	2,8
95% nivel de confianza	Límite inferior	89,3	
	Límite superior	102,7	
Media recortada al 5%		96,3	
Mediana		96,7000	
Varianza		64,623	
Desviación estándar		8,03882	
Mínimo		80,50	
Máximo		107,70	
Rango		27,20	
Rango Inter cuartil		8,83	
Asimetría		-,732	,752
Curtosis		1,568	1,481

También se realiza un análisis de estimadores M, que es un método de regresión robusto estos datos se muestran en la tabla 8.

**Tabla 8***Estimadores M*

	<b>Estimador M de Huber<sup>a</sup></b>	<b>Biponderado de Tukey<sup>b</sup></b>	<b>Estimador M de Hampel<sup>c</sup></b>	<b>Onda de Andrews<sup>d</sup></b>
Angulo Brazo	96,6535	97,5071	96,8725	97,5732

a. constante de ponderación es 1,3

b. constante de ponderación es 4,6

c. constantes de ponderación son 1,7, 3,4 y 8,5

---

d. constante de ponderación es  $1,3\pi$ .

---

También, se evalúa los valores extremos del caso de estudio, mostrando en la tabla 9, los rangos mayores y menores de los datos obtenidos.

**Tabla 9**

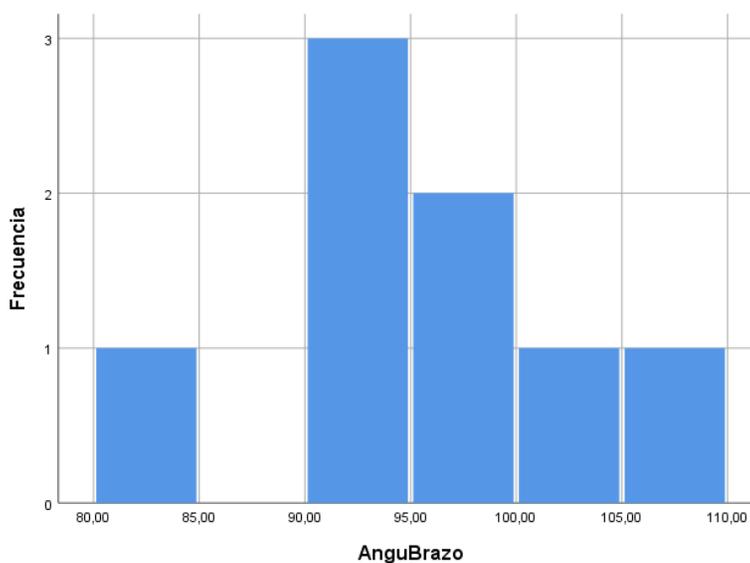
*Valores mayores y menores del caso*

Valores extremos <sup>a</sup>		Número del caso	Valor	
Ángulo	Mayor	1	7	107,70
		2	5	102,20
		3	8	98,90
		4	4	98,60
Brazo	Menor	1	3	80,50
		2	2	92,20
		3	1	93,60
		4	6	94,80

Se presenta, un gráfico para representar la distribución de frecuencias de los datos obtenidos en el análisis del ángulo de inicio de lanzamiento.

**Figura 57**

*Histograma de frecuencia de ángulo de inicio de lanzamiento medido en el brazo*



Por lo tanto, el ángulo promedio para el lanzamiento en los participantes es de 96,06°.

### **Análisis estadístico descriptivo del ángulo de las piernas**

En la tabla 10 se presenta el análisis descriptivo tomando los datos obtenidos de los ángulos de las piernas de los deportistas durante la práctica de lanzamiento.

**Tabla 10**

*Análisis estadístico descriptivo del ángulo de las piernas*

	<b>Descriptivos</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Error estándar</b>	
Angulo piernas	Media	90,7	4,5	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	80,03	
		Límite superior	101,4405	
	Media recortada al 5%	91,4139		
	Mediana	96,9000		
	Varianza	163,900		
	Desviación estándar	12,80234		
	Mínimo	65,90		
	Máximo	103,40		
	Rango	37,50		
	Rango inter-cuartil	18,30		
	Asimetría	-1,242	,752	
	Curtosis	,718	1,481	

La tabla 11 muestra los estimadores M obtenidos para estas variables.

**Tabla 11**

*Estimadores M*

	Estimador M de Huber <sup>a</sup>	Bponderado de Tukey <sup>b</sup>	Estimador M de Hampel <sup>c</sup>	Onda de Andrews <sup>d</sup>
Ángulo	95,1	97,5	95,8	97,6
a. La constante de ponderación es 1,4.				
b. La constante de ponderación es 4,7.				
c. Las constantes de ponderación son 1,7, 3,4 y 8,5				
d. constante de ponderación es 1,340*pi.				

Además, se evalúa los valores extremos del caso de estudio, mostrando en la tabla 12, los rangos mayores y menores de los datos obtenidos.

**Tabla 12**

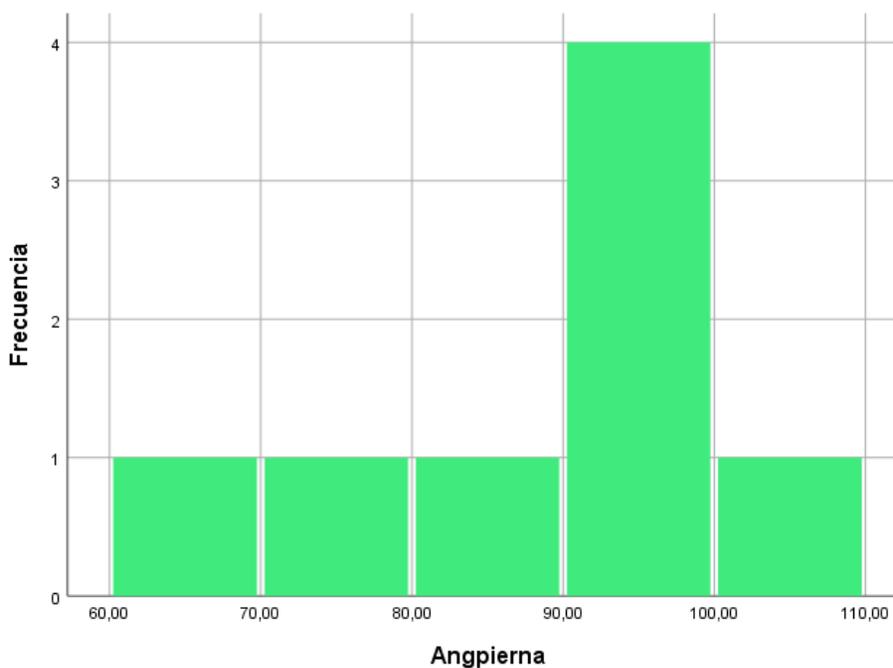
*Valores del estudio de casos*

Valores extremos		Número del caso	Valor	
Angulo pierna	Mayor	1	2	103,40
		2	5	99,00
		3	6	98,50
		4	4	97,30
Angulo pierna	Menor	1	8	65,90
		2	1	78,50
		3	7	86,80
		4	3	96,50

En la figura 58 se muestra las frecuencias y la media de  $90,74^\circ$  del ángulo formado por las piernas en el inicio de lanzamiento.

**Figura 58**

*Histograma de frecuencia de ángulo formado en las piernas del jugador*



### Análisis estadístico descriptivo del tiempo de lanzamiento

En la tabla 13 se presenta el análisis descriptivo tomando los datos obtenidos del tiempo que tarda en ser lanzada la granada.

**Tabla 13**

*Análisis estadístico descriptivo del tiempo de lanzamiento*

	Descriptivos	Estadístico	Error estándar
	Media	,22	,010
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,19
		Límite superior	,2449
	Media recortada al 5%	,22	
	Mediana	,2300	
Tiempo	Varianza	,001	
	Desviación estándar	,02976	
	Mínimo	,17	
	Máximo	,27	
	Rango	,10	
	Rango Inter cuartil	,03	
	Asimetría	-,087	,752
	Curtosis	,720	1,481

La tabla 14 muestra los estimadores M obtenidos para estas variables, este método reduce la influencia de valores atípico dentro del análisis de los datos obtenidos.

**Tabla 14**

*Estimadores M*

	Estimador M de Huber <sup>a</sup>	Biponderado de Tukey <sup>b</sup>	Estimador M de Hampel <sup>c</sup>	Onda de Andrews <sup>d</sup>
Tiempo	,22	,22	,22	,22
a. constante de ponderación es 1,4.				
b. constante de ponderación es 4,6.				
c. constantes de ponderación son 1,7, 3,4 y 8,5				

---

d. constante de ponderación es  $1,340 \cdot \pi$ .

---

Finalmente, se evalúa los valores extremos del caso de estudio, mostrando en la tabla 15, los rangos mayores y menores de los datos obtenidos.

**Tabla 15**

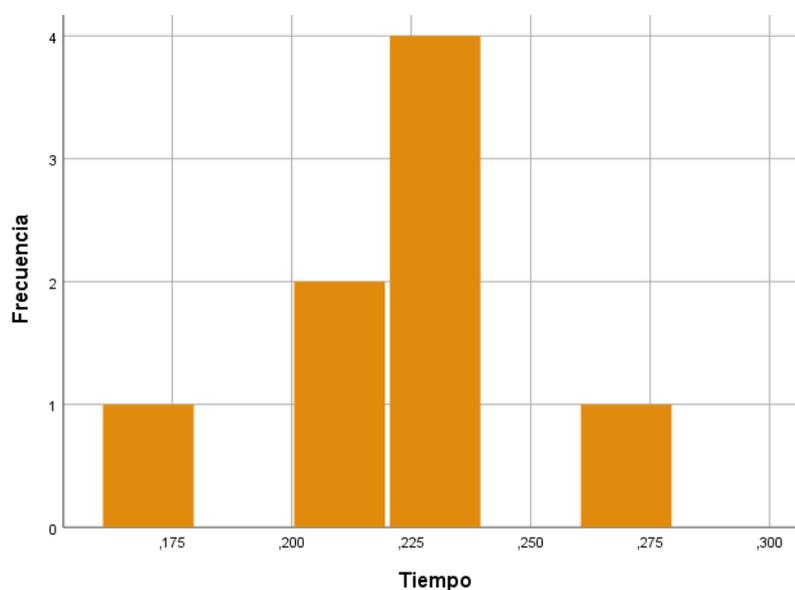
*Valores mayores y menores del caso*

Valores extremos		Número del caso	Valor
Mayor	1	1	,27
	2	4	,23
	3	5	,23
	4	6	,23
Menor	1	8	,17
	2	3	,20
	3	2	,20
	4	7	,23

En la figura 59 se muestra las frecuencias y la media del tiempo de lanzamiento que es de 0,22 milisegundos.

**Figura 59**

*Histograma de frecuencia del tiempo de lanzamiento*



### Análisis estadístico descriptivo de la altura de lanzamiento

En la tabla 16 se presenta el análisis descriptivo tomando los datos obtenidos de la altura de lanzamiento de la granada realizado por los deportistas.

**Tabla 16**

*Análisis estadístico descriptivo de la altura de lanzamiento*

	<b>Descriptivos</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Error estándar</b>
	Media	1,9	,07
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,7619	
	Límite superior	2,1306	
	Media recortada al 5%	1,9	
	Mediana	1,9700	
	Varianza	,049	
Altura	Desviación estándar	,22051	
	Mínimo	1,53	
	Máximo	2,18	
	Rango	,65	
	Rango Inter cuartil	,35	
	Asimetría	-1,026	,752
	Curtosis	,512	1,481

La tabla 17 muestra los estimadores M obtenidos para esta variable, siendo los valores estimados de altura los mostrados a continuación.

**Tabla 17**

*Estimadores M*

	<b>Estimador M de Huber<sup>a</sup></b>	<b>Biponderado de Tukey<sup>b</sup></b>	<b>Estimador M de Hampel<sup>c</sup></b>	<b>Onda de Andrews<sup>d</sup></b>
Altura	1,9820	1,9790	1,9682	1,9788
a. constante de ponderación es 1,3.				
b. constante de ponderación es 4,6.				
c. constantes de ponderación son 1,7, 3,4 y 8,5				
d. constante de ponderación es $1,340 \cdot \pi$ .				

Finalmente, los valores extremos mayores y menores de la altura se muestran en la tabla 18.

**Tabla 18**

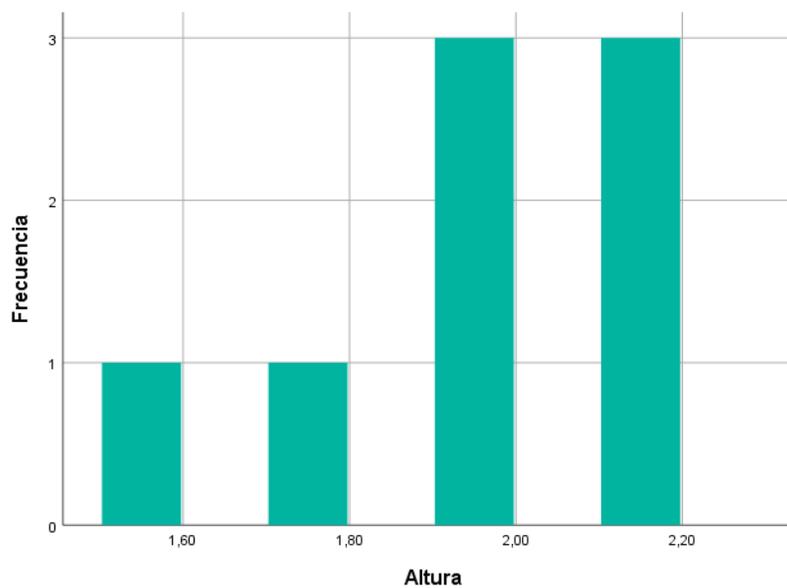
*Valores mayores y menores del caso*

		Número del caso	Valor
Altura	Mayor	1	2,18
		2	2,14
		3	2,11
		4	1,98
Altura	Menor	1	1,53
		2	1,73
		3	1,94
		4	1,96

En la figura 60 se muestra la frecuencia de la altura de lanzamiento promedio es de 1,97 metros

**Figura 60**

*Histograma de frecuencia de altura de lanzamiento*



### Análisis estadístico descriptivo de velocidad

El promedio de lanzamiento es de 3,70, de acuerdo con U de Mann-Whitney para muestras independientes no se realizan comparaciones porque no se encuentran diferencias significativas en las muestras tomadas.

**Tabla 19**

*Análisis estadístico descriptivo de velocidad*

	<b>Descriptivos</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Error estándar</b>
	Media	3,7038	,47235
	95% de Límite inferior	2,5868	
	intervalo de		
	confianza para Límite superior	4,8207	
	la media		
	Media recortada al 5%	3,6114	
	Mediana	3,4400	
Velocidad	Varianza	1,785	
	Desviación estándar	1,33601	
	Mínimo	2,54	
	Máximo	6,53	
	Rango	3,99	
	Rango Inter cuartil	1,72	
	Asimetría	1,526	,752
	Curtosis	2,479	1,481

La tabla 20 muestra los estimadores M obtenidos para esta variable, es decir la velocidad para estos estimadores es en los rangos mostrados en la ponderación.

**Tabla 20**

*Estimadores M*

	<b>Estimador M de Huber<sup>a</sup></b>	<b>Biponderador de Tukey<sup>b</sup></b>	<b>Estimador M de Hampel<sup>c</sup></b>	<b>Onda de Andrews<sup>d</sup></b>

<b>Velocidad</b>	3,4403	3,2975	3,4655	3,2745
a. La constante de ponderación es 1,339.				
b. La constante de ponderación es 4,685.				
c. Las constantes de ponderación son 1,700, 3,400 y 8,500				
d. La constante de ponderación es 1,340*pi.				

Finalmente, se evalúa los valores extremos del caso de estudio, mostrando en la tabla 21, los rangos mayores y menores de los datos obtenidos.

**Tabla 21**

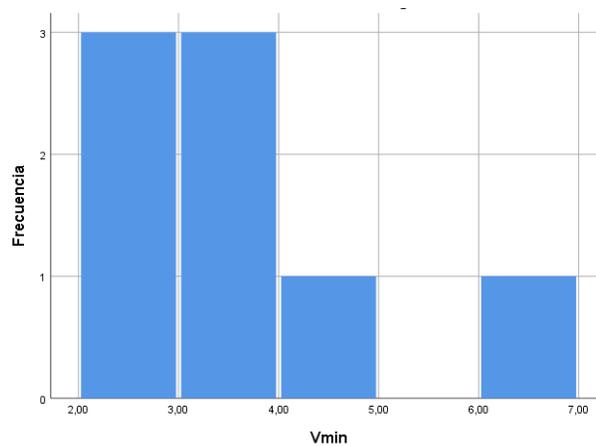
*Valores mayores y menores del caso*

Valores extremos		Número del caso		Valor
Velocidad	Mayor	1	8	6,53
		2	3	4,52
		3	4	3,82
		4	1	3,74
	Menor	1	7	2,54
		2	5	2,58
		3	6	2,76
		4	2	3,14

En la figura 61 se muestra las frecuencias y la media de la velocidad que es de 3,70 m/s.

**Figura 61**

*Histograma de frecuencia de velocidad de lanzamiento*



### Análisis estadístico descriptivo de la aceleración de lanzamiento

Para terminar con el análisis se evalúa la aceleración de lanzamiento de granada en la tabla 22, se muestra el análisis de los datos obtenidos.

**Tabla 22**

*Análisis estadístico descriptivo de la aceleración de lanzamiento*

	Descriptivos	Estadístico	Error estándar
aceleración	Media	-,2175	15,87206
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-37,7490
		Límite superior	37,3140
	Media recortada al 5%	3,1689	
	Mediana	13,3750	
	Varianza	2015,379	
	Desviación estándar	44,89297	
	Mínimo	-105,91	
	Máximo	44,52	
	Rango	150,43	
	Rango Inter cuartil	17,60	
	Asimetría	-2,268	,752
	Curtosis	5,989	1,481

La tabla 23 muestra los estimadores M, para la aceleración se obtiene valores promedio de 11,35.

**Tabla 23**

*Estimadores M*

	Estimador M de Huber <sup>a</sup>	Biponderado de Tukey <sup>b</sup>	Estimador M de Hampel <sup>c</sup>	Onda de Andrews <sup>d</sup>
Aceleración	11,3524	11,7064	11,7702	11,6953
a. constante de ponderación es 1,3.				
b. constante de ponderación es 4,6.				
c. constantes de ponderación son 1,7, 3,4 y 8,5				
d. constante de ponderación es 1,340*pi.				

Finalmente, se evalúa los valores extremos del caso de estudio, mostrando en la tabla 24, los rangos mayores y menores de los datos obtenidos.

**Tabla 24**

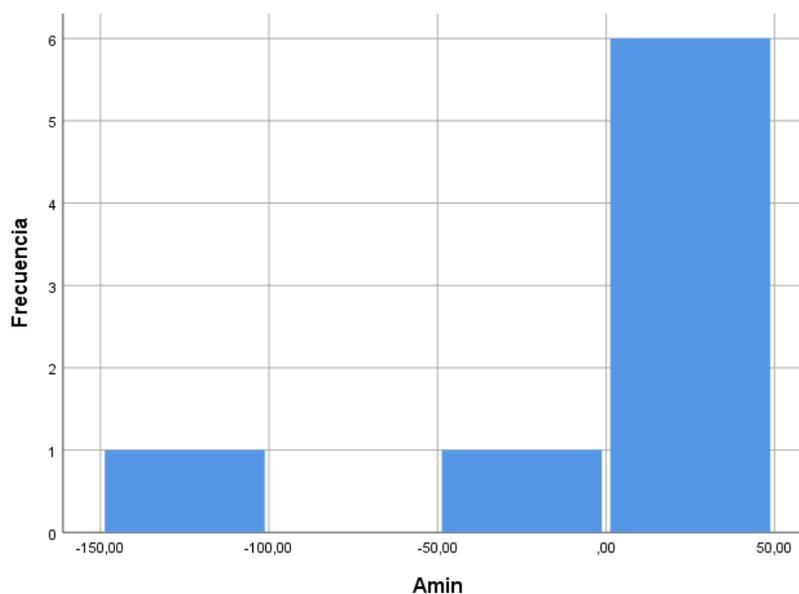
*Valores del estudio de caso*

Valores extremos <sup>a</sup>		Número del caso	Valor
Amin Mayor	1	5	44,52
	2	4	16,03
	3	6	15,47
	4	2	15,32
Menor	1	1	-105,91
	2	8	-4,12
	3	3	5,52
	4	7	11,43

En la figura 62 se muestra las frecuencias y la media de la aceleración es de 22 m/s<sup>2</sup>, con una desviación estándar de 44,893.

**Figura 62**

*Histograma de frecuencia de velocidad de lanzamiento*



## Discusión

La evaluación de la diferencia en el ángulo de la articulación del codo durante el lanzamiento en los atletas, a través de la prueba de Mann-Whitney, reveló que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,429$ ) en el grupo de 8 participantes. Además, el valor promedio del ángulo registrado en el lanzamiento es de  $96,06^\circ$ , lo que sugiere que este ángulo podría considerarse óptimo para las pruebas de lanzamiento.

Para la comparación del ángulo de la articulación formado en las piernas del deportista, permitió determinar que no existe diferencias significativas, durante las pruebas realizadas. De igual manera el promedio de este ángulo se estima en  $90,74^\circ$ .

El estudio a partir de la comparación del tiempo de lanzamiento evaluado en el inicio de lanzamiento, hasta soltar la granada demostró que no existe diferencia en el rango promedio es de 0,22 milisegundos.

El cálculo comparativo de la altura de lanzamiento durante el inicio de lanzamiento es de 1,95 metros, también demostró que no existe diferencias significativas en las pruebas realizadas para este estudio.

Por otra parte, en el cálculo de la velocidad, se obtiene un valor promedio de 3,70 m/s con rango mínimo de 2,54 m/s y máximo de 6,53 m/s demostrando que no existe muestras significativas en los valores obtenidos durante el lanzamiento.

Finalmente, para el análisis comparativo de la aceleración de lanzamiento de granada tiene una media de  $13,37 \text{ m/s}^2$ , en todos los casos evaluados la existencia de diferencia significativa es mínima, el rango mínimo es de  $-105,91 \text{ m/s}^2$  y el máximo es de  $44,52 \text{ m/s}^2$

**Tabla 25**

*Promedio de rendimiento*

N°	Ángulo medio en el brazo	Ángulo medido en las piernas	Tiempo de lanzamiento	Altura de lanzamiento	Velocidad de lanzamiento (m/s)		Aceleración de lanzamiento (m/s <sup>2</sup> )	
					Máx.	Mín.	Máx.	Mín.

---

Promedio	96,06	90,74	0,22	1,95	13,04	3,70	131,94	27,29
----------	-------	-------	------	------	-------	------	--------	-------

---

Estos valores obtenidos sirven como pilar fundamental para mejorar y mantener el nivel competitivo de los participantes del concurso de granada.

## Capítulo V: conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

- El análisis de la técnica de lanzamiento permitió determinar el perfil biomecánico de los seleccionados de pentatlón militar de la FEDEME, de tal manera que evaluó los ángulos de brazo, ángulo formado en las piernas, tiempo de lanzamiento, velocidad de lanzamiento y aceleración de lanzamiento de los ocho participantes que formaron parte de esta investigación, así mismo mediante el programa Kinovea se obtuvo los rangos máximos y mínimos que permitieron establecer el promedio de los datos obtenidos durante las pruebas de lanzamiento.
- Mediante la investigación realizada se estableció los parámetros de biomecánica y se realizó el análisis físico de los movimientos como son: los brazos, piernas, manos y desplazamiento que realiza el deportista durante el lanzamiento de granada estas actividades fueron grabadas para mediante el programa Kinovea y se evaluó el comportamiento de cada participante.
- Gracias a la evaluación de los parámetros de biomecánica se observó que la velocidad promedio de lanzamiento al inicio es de 3,70 m/s, el tiempo que tarda en el lanzamiento es de 0,22 segundos, el ángulo promedio formado entre el brazo y el hombro del participante es de 90,4°, así mismo el ángulo formado por las piernas es de 90,74° y la altura máxima es de 1,95 metros.
- Mediante el análisis de los parámetros biomecánicos que determinan el perfil biomecánico del lanzamiento de potencia de granada de los seleccionados de pentatlón militar de la FEDEME se planteó implementar estas medidas obtenidas en los planes de entrenamiento para mejorar el lanzamiento o mantener los rangos establecidos en los datos promedios de las pruebas realizadas en esta investigación.

- Gracias al estudio realizado, la tendencia de crecimiento es positiva porque permitirá mejorar el puntaje de lanzamiento con más precisión como el lanzamiento de distancia lo que permitirá mejorar directamente el puntaje total alcanzado en el pentatlón militar.

## **Recomendaciones**

- Los resultados de esta investigación son de utilidad para los entrenadores de esta disciplina porque será posible vincularlo en las actividades de entrenamiento el plan de entretenimiento para mejorar el lanzamiento.
- Es crucial persistir en el progreso, examen e incorporación de estrategias destinadas a mejorar la potencia del lanzamiento, así como en todas las disciplinas que conforman el pentatlón militar.
- Es necesario mejorar la técnica mediante la observación y aplicación de las medidas y porcentajes presentados en el perfil biomecánico para mejorar el nivel de entrenamiento de los atletas.
- Realizar estudios futuros basados en el perfil biomecánico obtenido permitió realizar la correlación del rendimiento deportivo.

## Bibliografía

- Apta Vital. (2022, November 7). *¿Qué es la biomecánica, y qué importancia tiene en el deporte?*  
<https://ec.aptavs.com/articulos/que-es-la-biomecanica>
- Borja, O. (2018). *Plan de entrenamiento pliométrico en el tren superior para mejorar el resultado deportivo en el lanzamiento de granada en la selección del ejército de pentatlón militar*. ESPE.
- Burbano, M., Rubio, T., Yar, R., & Coral, E. (2017). Estudio biomecánico del lanzamiento de granada entre deportistas principiantes y de alto rendimiento. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 36(2), 228–238.  
<http://www.revibiomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/view/5>
- Cali, M. (2016). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO*. Universidad Técnica de Ambato.
- Castañeda, O., Saavedra, M., Cabrera, D., & Pena, J. (2019). La rapidez de reacción durante la actividad competitiva en floretistas escolares | Lecturas: Educación Física y Deportes. *Afdeportes.Com*, 23(248), 93–106.  
<https://efdeportes.com/efdeportes/index.php/EFDeportes/article/view/996>
- Chiriboga, P. (2020). *Ejercicios pliométricos específicos en el mejoramiento de la técnica de lanzamiento de granada, en el equipo de pentatlón militar de los alumnos de la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea en el 2019* [ESPE].  
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/24825/T-ESPE-044528.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gómez, A. (2022, November 7). *Biomecánica deportiva - EcuRed*.  
[https://www.ecured.cu/Biomec%C3%A1nica\\_deportiva](https://www.ecured.cu/Biomec%C3%A1nica_deportiva)
- Gonçalves, C., Lopes, T., Marinho, D., & Neiva, H. (2019). *Os efeitos do treino da força explosiva no voleibol: breve revisão da literatura*. *Lecturas: Educación física y deportes*.  
<https://www.efdeportes.com/efdeportes/index.php/EFDeportes/article/view/355/510>

- Laguatasig, J. (2018). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y DE LA EDUCACIÓN CARRERA CULTURA FÍSICA*. Universidad Técnica de Ambato.
- McLaren, E. (2015, September 15). *Blog de las Fuerzas de Defensa de la República Argentina: Combate terrestre: Lanzando granadas de manos*.  
<https://fdra.blogspot.com/2015/09/combate-terrestre-lanzando-granadas-de.html>
- Muñoz, S., & Gomes, J. (2019). *Fuerza en miembros superiores*.  
[https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/16302/1/2020\\_fuerza\\_miembros\\_superiores.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/16302/1/2020_fuerza_miembros_superiores.pdf)
- Ojeda, Á. (2016). EVOLUCIÓN DEL PENTATLÓN MILITAR COMO DISCIPLINA DE ALTO RENDIMIENTO. *Revimar*, 5, 56–60.
- Pentatlón militar. (2018). *PENTATLÓN MILITAR REGLAMENTO INTERNACIONAL Edición 2018*.
- Puruhuaya, G. (2019). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA Tesis presentada por el Bachiller*.
- Tipán, P. (2015). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y DE LA EDUCACIÓN CARRERA DE CULTURA FÍSICA*.
- Viu. (200 C.E., September 11). *Biomecánica deportiva: métodos y funciones | VIU*.  
<https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/biomecanica-deportiva-metodos-y-funciones>