



Universidad de Baja California

TESIS DOCTORAL

**EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE LA POTENCIA EN EL GOLPE
RECTO DE BOXEO CON LA MÁQUINA POWERMERLO**

QUE PRESENTA

Rodrigo Damián Merlo

PARA OBTENER EL GRADO DE

Doctor en Educación y Ciencias del Deporte

DIRECTORA DE TESIS DOCTORAL

Dra. Anicia Álvarez Guerra

Tepic, Nayarit; Agosto de 2012.

Agradecimientos:

Elvira Noemí Brunt

Oswaldo O. Merlo

A mis padres, por su apoyo continuo y tantos años de luchar a mi lado, pues sin su ayuda no hubiese podido lograr mis metas de vida.

Universidad de Baja California

A la Universidad de Baja California por su apoyo continuo, reflejado bajo la figura de **Antonio Ayón Bañuelos**, a mis profesores por su calidad humana, especialmente a **Anicia Álvarez Guerra y Claudio Rafael Vásquez Martínez**, además a mis compañeros de carrera de quienes aprendí tanto como de los profesores, principalmente a **Antonio Vallejo y Roberto Monrreal**.

Ricardo Álvarez Barragán

Quiero agradecerle a este gran amigo por su colaboración en este trabajo, pues sin su ayuda moral y económica no hubiese sido posible la realización de esta investigación.

Gerardo Pietrobelli

Quiero darle las gracias a mi amigo y compatriota Gerardo Pietrobelli, quien colaboró en esta investigación en los cálculos de fuerza aplicadas, siendo de gran ayuda su participación.

Rafael Guzmán Roa
Armando Cruz García
Jacobo Guzmán Roa

Agradezco a mis tres compañeros de trabajo del gimnasio Guzmán, ellos dieron todo el auxilio para poder realizar esta investigación, y al mismo tiempo me enseñaron mucho de Boxeo y el trabajo en equipo.

Carlos González Hurtado

Este gran herrero hizo real las ideas plasmadas en el papel y así posibilitó la realización de esta investigación.

Boxeadores de Gym Guzmán

Muchas gracias a los boxeadores participantes en esta investigación, los cuales fueron: Irma Sánchez, Lucía Sánchez, Minerva Guzmán, Cristian Guzmán, Miguel Moreno, Diego González, Ricardo Álvarez, German Pérez, Mario Muñoz, Jonathan Castillo, Luis Ramírez, Aarón Bobadilla, Edgar Lomelí y Jesús González.

RESUMEN.

El propósito del presente estudio es formular una solución práctica que se ajuste a las necesidades de desarrollo físico impuestas por las condiciones competitivas del Boxeo moderno, en ese sentido el siguiente trabajo se enfoca en la cualidad física de la potencia de impacto correspondiente al gesto técnico propio del Boxeo llamado golpe recto de Boxeo. Para ello se diseñó una máquina que respeta la biomecánica en la ejecución del golpe recto de Boxeo que permite el desarrollo de la potencia de impacto durante la realización de este gesto técnico deportivo.

Este trabajo propone que al aplicar un entrenamiento de potencia durante un periodo de 4 semanas estimulando esta cualidad con la máquina Powermerlo se producirán mejoras significativas en la potencia del golpe recto de Boxeo.

Dentro del estudio, se identificó la potencia de impacto del golpe recto de Boxeo de cada participante del experimento con un test de potencia antes de comenzar el periodo de entrenamiento, consecutivamente se determinó la fuerza máxima isométrica por medio de la utilización de un dinamómetro sujeto a un objeto fijo por un lado y a la barra móvil por el otro, en el cual los evaluados debieron hacer fuerza de empuje sobre la barra y así generar tensión isométrica máxima en el dinamómetro para poder medir la fuerza máxima isométrica - 1RM es ~90-95% de la fuerza máxima isométrica-, a partir de la cual se distribuyeron los porcentajes de cargas para realizar el trabajo físico respetando las zonas de entrenamiento de la potencia.

Igualmente, al trabajar la fuerza en las zonas de potencia con un ejercicio semejante al movimiento del golpe recto de Boxeo se incrementó la potencia en este golpe como consecuencia de una mejor coordinación inter e intra-muscular, puesto que se acepta que la adaptación neural específica al entrenamiento de potencia es el resultado de mejoras en la coordinación intramuscular e intermuscular.

Posteriormente al periodo de entrenamiento de 4 semanas, el equipo identificó la nueva potencia de impacto del golpe recto de Boxeo de cada participante del experimento con el mismo test de potencia.

Con los resultados del primer y segundo test se realizó el análisis estadístico a través de la prueba T de *Student* para la comparación de medias de 2 muestras relacionadas, pudiendo determinar mejoras estadísticamente significativas $-P \leq 0.05$ - a favor del pos-test.

Basándose en los resultados estadísticos el equipo concluye que dentro de la población de boxeadores, la implementación de este plan de entrenamiento de potencia a través de los ejercicios de fuerza que ofrece la máquina Powermerlo, mejora significativamente la potencia de impacto en el gesto técnico del golpe recto de Boxeo, pudiendo confirmar con esto la hipótesis planteada en esta investigación.

ABSTRACT.

The purpose of this study is to formulate a practical solution that meets the needs for physical development found in the realm of competitive modern-day boxing. Within this context, this paper focuses on the physical aspect of the force of impact corresponding to the movement specific to boxing called the jab punch. For this, a machine was designed that follows the biomechanics of the jab punch movement used in boxing that allows for an increase in the force of impact in the execution of this technical sports training movement.

This paper proposes that, by performing impact training during a period of 4 weeks using the Powermerlo machine, a significant increase in the force of the boxing jab punch will be made.

For the study, the impact force of the boxing jab punch of each participant in the experiment was done by performing a force test before starting the training period. The maximum isometric force was determined using a dynamometer attached to a fixed object on one side and a moving bar on the other. The participants then exerted their maximum force on the bar and in this way generated the maximum isometric tension on the dynamometer in order to measure the maximum isometric force —1MR is approximately 90-95% of the maximum isometric force— from which the load percentage was distributed in order to carry out the physical training in accordance with the training areas for force.

Likewise, in strength training the force areas with an exercise that is similar to the boxing jab punch, the force of this punch is increased as a consequence of improved inter and intra-muscular coordination. This is because the specific neural adaptation to the force training is the result of improvements in intramuscular and intermuscular coordination.

After the training period of 4 weeks, the team measured the new impact force of the boxing jab of each participant in the experiment using the same force test.

With the results of the first and second tests, a statistical analysis was carried out using the Student's t-test to compare the measurements of the two results; using this method, significant statistical improvements were shown — $P \leq 0.05$ — in the post-tests.

Based on the statistical data collected from the group of boxers, the team concluded that the implementation of the force training plan using the strength exercises offered by the Powermerlo machine significantly improved the impact force of the technical movement of the boxing jab punch, effectively confirming the hypothesis presented in this investigation.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA.....	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	16
1.3. HIPÓTESIS.....	16
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	17
1.5. ALCANSES Y LIMITACIONES.....	17
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. ANÁLISIS DEL BOXEO ACTUAL COMO DEPORTE DE COMBATE...19	19
2.1.1. DEFINICIÓN DE BOXEO.....	19
2.1.2. BREVE HISTORIA DEL BOXEO.....	19
2.1.3. TÉCNICAS DEL BOXEO.....	23
2.1.4. TÉCNICA DEL GOLPE RECTO DE BOXEO.....	24
2.1.5. IDIOSINCRACIA DE LAS COMPETENCIAS BOXÍSTICAS.....	24
2.1.6. ANÁLISIS DEPORTIVO.....	25
2.1.7. ELEMENTOS DEPORTIVOS PROPIOS DEL BOXEO.....	26
2.1.8. DEFINICIÓN DE PREPARACIÓN FÍSICA.....	27
2.2. LAS CAPACIDADES CONDICIONALES EN LA PREPARACIÓN FÍSICA DEL BOXEADOR.....	27
2.2.1. PLANIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO.....	27
2.2.2. FUERZA.....	29
2.2.3. FUERZA MUSCULAR.....	30
2.2.4. LA FUERZA ÚTIL.....	32

2.2.5. TEST FÍSICOS.....	32
2.2.6. MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO.....	33
2.2.7. MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA.....	34
2.2.8. PROCESO DE TRANSFERENCIA.....	44
2.2.9. FUERZA EN BOXEO.....	46
2.3. FUNDAMENTOS BIOMECÁNICOS Y FÍSICOS DEL GOLPE RECTO DE BOXEO.....	47
2.3.1. ANÁLISIS BIOMECÁNICO DEPORTIVO.....	47
2.3.2. DESARROLLO DE LA FUERZA POR MEDIO DEL ENTRENA.....	48
2.3.3. ANÁLISIS BIOMECÁNICO DEL GOLPE RECTO DE BOXEO.....	50
2.3.4. POTENCIA.....	56
2.3.5. POTENCIA MUSCULAR.....	56
2.3.6. APLICACIÓN DE LA FUERZA EN LA MÁQUINA POWERMERLO.....	62
2.3.7. PALANCA DE TERCER ORDEN.....	64
2.3.8. MOMENTO DE FUERZA.....	65
CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO O METODOLOGÍA.....	68
3.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	68
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	68
3.3. INSTRUMENTOS.....	68
3.4. TÉCNICAS Y MÉTODOS.....	71
3.5. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	71
3.6. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	72
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS/DATOS.....	73
4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	73
4.2. RESULTADOS OBTENIDOS.....	77

4.3. DISCUSIÓN.....	80
CONCLUSIÓN.....	82
RECOMENDACIONES.....	84
REFERENCIAS.....	85
LISTA DE GRÁFICOS.....	91
ANEXOS.....	98

INTRODUCCIÓN.

El trabajo de preparador físico requiere de un análisis profundo del deporte en el cual la persona se va a desempeñar.

Al observar la práctica deportiva se pueden inferir las necesidades físicas que se requieren para practicar satisfactoriamente el deporte. Al comprender cuáles son esos requerimientos se puede evaluar si los atletas cuentan con estas cualidades físicas desarrolladas, mediante la aplicación de una batería de test físicos. Lo adecuado es mantener las condiciones físicas que están desarrolladas y estimular las cualidades que no lo estén (Pradet, 1999).

Durante más de 10 años se tomaron registros de las actividades desarrolladas en los entrenamientos de Boxeo y en los combates. Gracias a ello actualmente se puede desarrollar un análisis del deporte con datos reales obtenidos en las actividades desempeñadas por los boxeadores. Así el Boxeo es un deporte que puede ser analizado desde diferentes puntos de vista.

Un análisis temporal muestra que la duración de los rounds en combates profesionales es de 3 minutos con 1 minuto de descanso entre rounds. Se puede combatir desde 4 a 12 *rounds*, por lo cual una pelea profesional puede durar de 11 a 47 minutos, pero el tiempo real de combate es de 9 a 36 minutos -eliminando los tiempos de pausas-, entonces el 75% del tiempo de la pelea es de combate activo y el 25% restante es de pausa (Balmaseda, 2011).

En este sentido, se llevó a cabo un análisis temporal de las acciones motrices realizadas en el Boxeo, considerando unos 35 *sparrings* y más de 37 peleas profesionales. Con ello se pudo sacar un promedio de datos de los gestos deportivos ejecutados en cada round considerando el tiempo de ejecución de cada gesto y el porcentaje de tiempo que irrumpe en el transcurso de cada *round*, arrojando los siguientes datos:

- **Golpes:** 50 Golpes - 10%.
- **Desplazamientos:** 60 metros - 53%.

- **Esquives:** 50 - 30%.
- **Bloqueos:** 35 - 7%.

De acuerdo con Llano (1973) un análisis del Boxeo desde el punto de vista metabólico presenta las siguientes características:

- Intermitente.
- Aeróbico-Anaeróbico.

Donde los sistemas energéticos que lo sustentan son:

- La vía anaeróbica aláctica -en cada golpe o desplazamiento rápido-.
- La vía anaeróbica Láctica -cuando el round es intenso incrementándose su participación en el transcurso de los rounds-.
- La vía aeróbica -aporta energía continua y la potencia aeróbica ayuda a remover el lactato que se produce durante el combate, sobre todo en las pausas-.

De igual manera, Llano (1973) determina que un análisis del Boxeo desde el punto de vista de las capacidades físicas requiere:

- Velocidad De Reacción.
De ejecución.
Frecuencial.
- Fuerza Rápida.
Explosiva.
Potencia.
Máxima.
Resistencia.

- Potencia Aeróbica.
- Capacidad Aeróbica.
- Agilidad Anticipación Motriz.
 Coordinación Motriz.
 Precisión Motriz.

Al saber cuáles son las necesidades físicas del deporte es oportuno comenzar a desarrollarlas, estimulando primeramente las condiciones que posibilitan culminar la competencia con una buena calidad técnica.

De tal manera, en los primeros planes de entrenamiento es oportuno estimular la resistencia, la cual se define como la facultad de efectuar, durante un tiempo prolongado, una actividad con una misma intensidad, sin disminución de la eficacia (Zatsiorsky, 1995). Al lograr un desarrollo significativo de la cualidad mediante el estrés de las vías energéticas, por medio de golpes al costal a una determinada intensidad por cada vía, con una pausa -tipo de pausa distinta en cada caso-, volumen, se pasa a desarrollar la siguiente cualidad en orden de importancia, la cual en el caso del deporte analizado es la fuerza útil. El desarrollo de esta cualidad ofrece la posibilidad de culminar la competencia antes del tiempo pactado, dejando fuera de combate al oponente *-knock-out-*.

La fuerza que se utiliza principalmente en el Boxeo es la fuerza rápida (Llano, 1973), aunque la misma se sustenta en otros tipos de fuerzas como la fuerza máxima, explosiva, potencia y reactiva (González, 1997).

Los boxeadores profesionales cuentan con varios años de preparación acumulados; ya que para poder ser boxeador profesional se debe realizar una carrera amateur con un mínimo de 40 combates.

La experiencia previa obtenida en el amateurismo eleva la condición física de los boxeadores -13 Mets- y permite entrenarlos con rigor sin caer en riesgos de sobre entrenarlos (Astrand y Rodahl, 1992). Por otra parte, antes de iniciar una

preparación se realiza una batería de test físicos donde se estima el volumen máximo para cada trabajo -de fuerza, resistencia, etc.- que puede realizar el deportista. Los datos se utilizan para elaborar la distribución de las cargas en la periodización del entrenamiento deportivo.

CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Para desarrollar la fuerza útil en los golpes del Boxeo existen aparatos como el *press* de banca, aunque dicho aparato no respeta la biomecánica del gesto deportivo a entrenar, ni ofrece la posibilidad de acelerar el peso hasta el final del recorrido (Hoffman, Wendell y Kang; 2006).

El Boxeo es uno de los deportes más antiguos del mundo, sin embargo, no posee bases científicas desarrolladas, en comparación con otros deportes modernos, como lo son el Fútbol, el Rugby, el Atletismo, entre otros (Balmaseda, 2011).

En este sentido, la falta de estudios científicos en el Boxeo perjudica la adecuación en los métodos y medios de desarrollo físico para la práctica deportiva.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

¿Bajo las condiciones del Boxeo actual, es posible diseñar una máquina que resuelva como entrenar la potencia del golpe recto de Boxeo?

1.2. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.

El problema práctico inmediatamente derivado de esta iniciativa es analizar la aplicabilidad de un aparato para desarrollar valencia concreta significativa en los boxeadores para el mejoramiento de su performance en los aspectos funcionales correspondientes.

1.2.1. OBJETIVO GENERAL.

Diseñar una máquina que respete la biomecánica del gesto motor y permita la determinación del efecto generado en la potencia del golpe recto de Boxeo.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- 1- Analizar el Boxeo actual como deporte de combate.
- 2- Establecer desde el punto de vista teórico las capacidades condicionales en la preparación física del boxeador.
- 3- Fundamentar desde la Biomecánica y la Física el golpe recto de Boxeo.
- 4- Analizar la potencia de impacto del golpe recto de Boxeo de cada participante del experimento con un test antes del periodo de entrenamiento.
- 5- Diseñar y elaborar una máquina que permita entrenar la potencia de impacto del golpe recto de Boxeo respetando la biomecánica del gesto deportivo y su aceleración balística.
- 6- Diseñar y aplicar un método de entrenamiento de potencia que se ajuste a los tiempos con los que se cuenta entre competencia.
- 7- Determinar los resultados del entrenamiento de la potencia de impacto del golpe recto de Boxeo por medio del mismo test realizado previo al periodo entrenamiento.
- 8- Comparar la potencia de impacto del golpe recto de Boxeo del pre test y el post test y determinar si existen diferencias significativas a favor del post test.

1.3. HIPÓTESIS.

Si se aplica un entrenamiento de potencia durante un periodo de 4 semanas estimulado con la máquina Powermerlo, producirá mejoras significativas en la potencia del golpe recto de Boxeo.

1.4. JUSTIFICACIÓN.

Según Naclerio (2008), trabajar la fuerza en la zona de máxima potencia con un ejercicio semejante al movimiento del golpe recto de Boxeo beneficiará el incremento de la potencia en este golpe como consecuencia de una mejor coordinación inter e intramuscular, puesto que se acepta que la adaptación neural específica al entrenamiento de potencia es el resultado de mejoras de la coordinación intramuscular e intermuscular. Las adaptaciones intramusculares incluyen el reclutamiento de unidades motoras, sincronización del disparo y el reflejo de estiramiento; las adaptaciones intermusculares incluyen la activación de los sinergistas y la coordinación de los antagonistas (Hammet y Hey, 2004).

Asimismo, se acepta que la mejora en la potencia devenida por los cambios neurológicos ocurre durante los estudios iniciales del entrenamiento y posteriormente predomina la mejora de la potencia por adaptaciones musculares (Enoka, 1997).

Por esta razón, el periodo de entrenamiento experimental se planifica para 4 semanas, sabiendo que las mejoras neurológicas que favorecen la potencia ocurren en las fases iniciales del entrenamiento. Siendo un periodo de entrenamiento oportuno debido a que el tiempo correspondiente entre combates de los boxeadores suele ser de 4 a 6 semanas.

En definitiva, mejorar esta cualidad física tan importante para el Boxeo y poder hacerlo en el lapso de tiempo requerido para tal fin le da valor científico y justifica la siguiente investigación.

1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES.

ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.

- a) El logro del incremento de la potencia de impacto del golpe recto de Boxeo en un periodo de tiempo de 4 semanas mediante varios estímulos

efectuados con la máquina diseñada para tal fin, aporta una solución práctica al problema planteado.

- b) La mejora del indicador de potencia de impacto del golpe recto de Boxeo constituye un aporte sustancial al campo de las ciencias del ejercicio dentro del área de los deportes de combate.
- c) La fabricación de la máquina, la cual respeta la biomecánica del gesto deportivo al cual se pretende mejorar su potencia es un aporte más dentro de las creaciones de instrumentos de entrenamiento que se diseñan para tal fin y apoya al marco teórico en el que se sustenta esta investigación.

LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

- a) En el siguiente trabajo no se verificó directamente la frecuencia neural desarrollada durante el estudio del gesto deportivo. La potencia se midió mediante un indicador externo, debido a la falta de tecnología adecuada para medir el espectro electromiográfico de los músculos en la acción del golpe recto de Boxeo.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.

2.1. ANÁLISIS DEL BOXEO ACTUAL COMO DEPORTE DE COMBATE.

2.1.1. DEFINICIÓN DE BOXEO.

El Boxeo es un deporte que consiste en la lucha de dos púgiles, con las manos enfundadas en guantes especiales y de conformidad con ciertas reglas (Real Academia Española, 2009).

2.1.2. BREVE HISTORIA DEL BOXEO.

Los orígenes del Boxeo o “deporte de los puños” se pueden precisar a partir de los hallazgos de la antigüedad, fundamentalmente se vincularon con la práctica del pugilato, nombre que recibió la actividad que actualmente se identifica con el nombre de Boxeo.

En este sentido, los hallazgos, frutos de numerosos descubrimientos arqueológicos, entre los que se encuentran los dirigidos por Ephiriam A. Speiser y un grupo de arqueólogos australianos de la Universidad de Pensilvania (1933), los cuales descubrieron en Khafajah, cerca de Bagdad -capital de Irak-, en un templo construido hace unos 3.500 años, dos piezas. Una pieza de piedra con la representación de dos púgiles en guardia y la otra de bronce representando a dos púgiles en acción. Destacar también los descubrimientos que se efectuaron por Sir Arthur John Evans (1900), quien encontró unas imágenes de pugilistas en relieve y vasos de Hagia Triada, en la minoica Knossos -isla de Creta-.

Los anteriores ejemplos constituyen las evidencias objetivas que demuestran que el tipo de actividad humana que se analiza atesora una historia de más de 5.000 años, lo que convierte al Boxeo en “un deporte de todos los tiempos” (Gradopólov, 1979; citado por Balmaseda, 2009).

Existen muchas representaciones o pinturas en las que aparecen, por ejemplo, escenas de peleas de puños, grabadas en las paredes de los sepulcros del faraón

de la dinastía XVIII (año 1600 A.C.); relieve encontrado en el Tigris-Éufrates, Mesopotamia (año 1500 A.C.); imágenes de pugilistas en un jarrón Minoico (Chipre, año 1100 A.C.); una xilografía rusa (finales del siglo XVII D.C.), etc.

Las evidencias son inequívocos testimonios de la existencia y proliferación de lo que puede entenderse como la génesis del Boxeo, en los pueblos de África, Egipto, Grecia y Europa, fundamentalmente.

En la cultura griega, el honor respondía al premio por sus capacidades. La victoria en justa contienda, significaba ostentar ese honor ganado por medio de la destreza y la fuerza personal. Por ello y con este fin, fueron tan populares los juegos o festivales competitivos, a través de diferentes actividades, ya fuera para festejar a sus huéspedes, para rendir culto a sus dioses, etc. Entre los festivales o juegos de la antigüedad, encontramos, por citar algunos, los Panhelénicos en el Peloponeso, los Ístmicos en Corinto, los Olímpicos en la Elide, los Píticos en Delfos y los Nemeos en la Argólida. Cabe destacar, que sólo perduran hasta nuestros días los Juegos Olímpicos. Más allá de las razones geográficas, el motivo de su continuidad estriba en que por acuerdo, durante y para la realización de estos juegos se declaraba una tregua y, por tanto, se detenía cualquier conflicto bélico que se estuviese llevando a cabo.

Los Juegos Olímpicos en particular, fueron instituidos en el año 776 A.C. y el pugilato participa por primera vez en el año 668 A.C. en la XXIII Olimpiada.

Igualmente, en los juegos, el pugilato se efectuaba entre el segundo y el tercer día de competición y el combate se realizaba cuando el sol era más ardiente, con intención de comprobar las cualidades físicas de los púgiles. En aquel tiempo, en los juegos no existían cuadriláteros, el terreno estaba limitado por los propios espectadores, puesto que se consideraba un acto de cobardía si el pugilista cedía terreno a su rival; dichos combates, se realizaban hasta que uno de los dos competidores reconocía la derrota, o se caía y no continuaba la lucha.

Con la decadencia del Imperio Romano en Occidente, declina el arte de los puños y se considera a Varadzat el último campeón del pugilato de los Juegos Olímpicos

Antiguos. En el siglo IV, concretamente en el año 393 D.C., el emperador Teodosio abolió estos juegos, los cuales tuvieron hasta el 6 de abril de 1896 para reanudarse, gracias a la voluntad de Pierre de Fredi, barón de Coubertin.

Aunque no existe información suficiente, el pugilato en la Edad Media tuvo muy poca acogida entre los señores feudales, ya que las peleas de los puños, en Occidente no eran parte de la formación de caballeros durante la Época Medieval. Sin embargo, se tiene constancia de que el pugilato se siguió practicando, pues alrededor del siglo XIII había en un pueblo de Italia, un profesor de nombre Bernardo que instruía y, además, actuaba como árbitro y organizador.

Por otra parte, en Rusia, entre los siglos XV y XVII, las peleas de puños se convirtieron en uno de los elementos del sistema de educación física -autónomo y popular- de aquella época. Generalmente, dada la gran cantidad de practicantes, se realizaron formaciones de “muro” contra “muro”, con una clara diferenciación de los “nuestros” y los “contrarios”. Según Gradopólov (1979, citado por Balmaseda; 2009), las reglas de la pelea de puños rusa hallaron su reflejo en muchos proverbios y refranes. Los proverbios “al caído no se le pega” y “el caído ya no pelea”, revelan el carácter noble de los púgiles rusos durante el combate. El refrán “vale más maña que fuerza” evidencia un estado de comprensión que supone que para alcanzar la victoria en el combate, no basta sólo la fuerza, sino también las habilidades adquiridas.

En 1719, cuando la estructura socio-económica y política está en proceso de transformación hacia la fase burguesa, reaparece en Inglaterra el Boxeo, su pionero fue James Figg. A partir de esta época el pugilato se transforma y comienza a llamarse Boxeo. A comienzos del siglo XVIII, James Figg, abandona su sala de armas de Totenham Court Road en Londres, para dedicarse al Boxeo a puños desnudos. En sus inicios, el Boxeo careció de reglas, hasta el extremo de que los contendientes se empujaban y se derribaban frecuentemente sin mediar ni un golpe. Además, se utilizó el bastón en los combates y hubo una sola división, la de los pesos completos.

Más aún, en 1719, se efectuó en Inglaterra el primer Campeonato Oficial Mundial de Boxeo en el que participó James Figg contra Ned Sutton. Dicho encuentro comenzó con los puños, después tomaron las espadas para darse golpes planos y, por último, el bastón. Un fuerte bastonazo de Figg a las piernas de su contrario puso fin al combate, coronándose James Figg como el primer campeón del mundo de los puños desnudos.

Los puños de los boxeadores no estaban protegidos y de ahí deriva esa denominación. El nuevo campeón abrió una escuela de Boxeo para la nobleza Inglesa. En dicha escuela se eliminó el uso del bastón como el instrumento de victoria. Los practicantes normalmente fueron atendidos por Figg. En el gimnasio y después de cada combate, se produjo un análisis del maestro para corregir los errores cometidos. El Boxeo fue un deporte en el que prevaleció la fuerza. Se combatió en las trastiendas de las salas de diversión y en los prados.

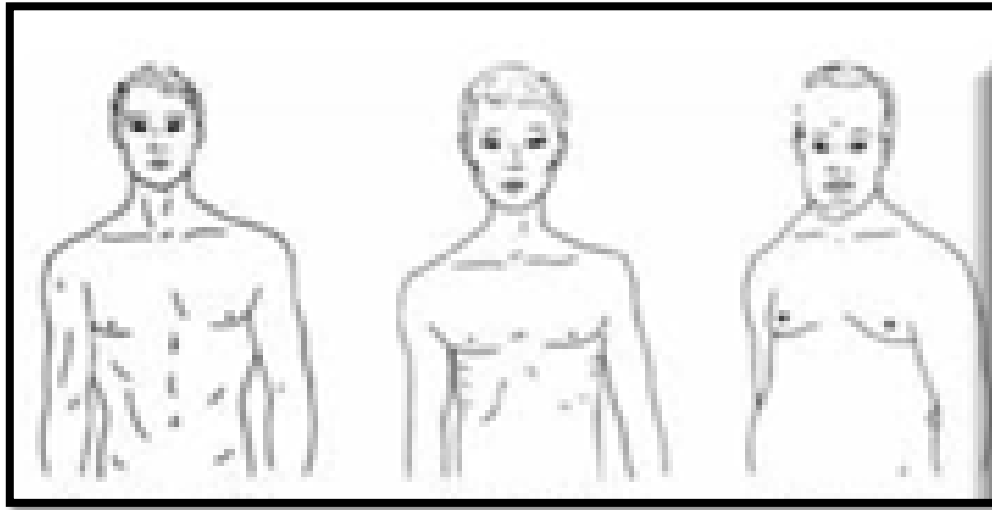
Del 29 de agosto al 7 de septiembre de 1904 se efectuaron en San Luis -Estados Unidos de América- los III Juegos Olímpicos de la Era Moderna, en cuya programación deportiva reapareció el Boxeo después de dos ediciones desiertas, en los Juegos de Grecia (año 1896) y Francia (año 1900). La causa de esta exclusión se argumentó por los dirigentes del Comité Olímpico Internacional -COI- considerando que la práctica continuaba siendo “peligrosa”. El 20 de agosto de 1920 se fundó la Asociación Internacional de Boxeo Amateur -AIBA-, órgano rector a escala mundial del Boxeo aficionado. Bajo la jurisprudencia de esta asociación actualmente se organiza todo un aparato competitivo mundial, a través de eventos regionales, continentales y mundiales.

En el Boxeo profesional proliferan los organismos rectores que funcionan como estructuras independientes. Actualmente, existe la Asociación Mundial de Boxeo -AMB-, el Consejo Mundial de Boxeo -CMB-, la Federación Internacional de Boxeo -FIB- y la Organización Mundial de Boxeo -OMB-. Los órganos mencionados tienen sus propias listas de campeones, los cuales a menudo, son muy semejantes entre sí. Finalmente, destaca el siglo XX ya que fue el periodo de la real popularización y difusión de este deporte por el mundo (Balmaseda, 2009).

2.1.3. TÉCNICAS DEL BOXEO.

Actualmente, la técnica del Boxeo se basa en combinaciones de ataque, defensa y contra ataque, donde la táctica depende del biotipo y estilo del combate del púgil y su contrincante (Balmaseda, 2009).

Imagen 1. Representativa de los diferentes biotipos de boxeadores.



Fuente: (Balmaseda, 2011).

De constitución
Mesomórfica.

De constitución
Ectomórfica.

De constitución
Endomórfica.

El término técnica proviene del prefijo griego Tecne que significa arte o ciencia. La técnica es un conjunto de procedimientos que tiene como objetivo un resultado determinado, sujeto a un conjunto de reglas, normas y protocolos (Balmaseda, 2011).

En este sentido Balmaseda (2011), afirma que las técnicas básicas de los golpes de Boxeo son el recto, los ganchos y los cruzados, las mismas son realizadas con los puños, diversifican por la trayectoria que siguen hacia el objetivo. Los rectos, como su nombre lo indica, sigue una línea recta; los ganchos una trayectoria curva de abajo hacia arriba; y los cruzados siguen una trayectoria de afuera hacia adentro, basados en estética y eficiencia, las cuales se encuentran regidas por el reglamento vigente.

En esta investigación se centran los esfuerzos en el desarrollo de la potencia de impacto de una de las técnicas descritas denominada golpe recto.

Imagen 2. Lateral del golpe recto de Boxeo.



Fuente: Balmaseda (2011).

2.1.4. TÉCNICA DEL GOLPE RECTO DEL BOXEO.

El golpe recto de Boxeo es una técnica que se caracteriza por su alcance y velocidad; es el golpe más difícil de evadir debido a la poca referencia visual de movimiento que ofrece al adversario. Comienza desde los pies, empujando el suelo con la planta del pie atrasado, seguido de una rotación de la cadera y hombros que acompañan al brazo que golpea, el cual sale desde el rostro del ejecutante extendiéndose en forma recta hacia el adversario para impactarlo al momento de la extensión casi completa del brazo, finalizando su recorrido con una enérgica pronación del antebrazo.

2.1.5. IDIOSINCRASIA DE LAS COMPETENCIAS BOXÍSTICAS.

La forma en que se pactan los combates en el Boxeo profesional es diferente a la mayoría de los deportes. El Boxeo profesional no cuenta con un calendario deportivo anual, habitualmente los encuentros se coordinan entre los promotores de los deportistas y estos les dan aviso a sus representados, aproximadamente un

mes antes del evento. Esta particularidad en la organización de los combates obliga a los boxeadores a mantenerse en un estado de condición física medio/alto, hasta saber la fecha de combate y así, poder planificar las cargas según la fecha de la competencia partiendo de una alta condición física. Normalmente, se trata de mantener altos los niveles de resistencia y fuerza para que al momento de saber la fecha de la pelea, se pueda programar el desarrollo de las cualidades que se sustentan en las anteriores mencionadas.

Así se planifica el desarrollo de la potencia y la velocidad con las bases de la fuerza y la resistencia desarrolladas previamente.

2.1.6. ANÁLISIS DEPORTIVO.

El Boxeo es un deporte de contacto con intervalos de acción y recuperaciones fijas, a cíclicos, de oposición sin colaboración, con predominio anaeróbico láctico pasando a aeróbico a medida que el deportista combate a más *rounds* -pueden combatir desde 4 hasta 12 *rounds*-. Las manifestaciones físicas determinantes para la victoria en el combate son la rapidez y resistencia a la fuerza explosiva (Evedar, 2011).

Las capacidades coordinativas implicadas descritas por Evedar (2011) son: equilibrio, acoplamiento, diferenciación kinestésica o precisión, ritmo, orientación, espacio temporal, cambio y reacción, y requiere el desarrollar habilidades psicológicas como: combatividad, tolerancia al dolor, ajuste emocional, cambio de actitud y pensamiento táctico.

Evedar (2011) afirma que los boxeadores necesitan de una cantidad de energía para poder afrontar los tiempos de competencia, para lo cual dichos atletas deben conocer sus límites y en qué momento puede dar su máximo esfuerzo al ataque, sabiendo administrarse para los siguientes rounds. El tiempo de recuperación entre round no es suficiente, pues la recuperación efectiva se alcanza entre los 2 y 3 minutos y la pausa entre rounds es de 1 minuto.

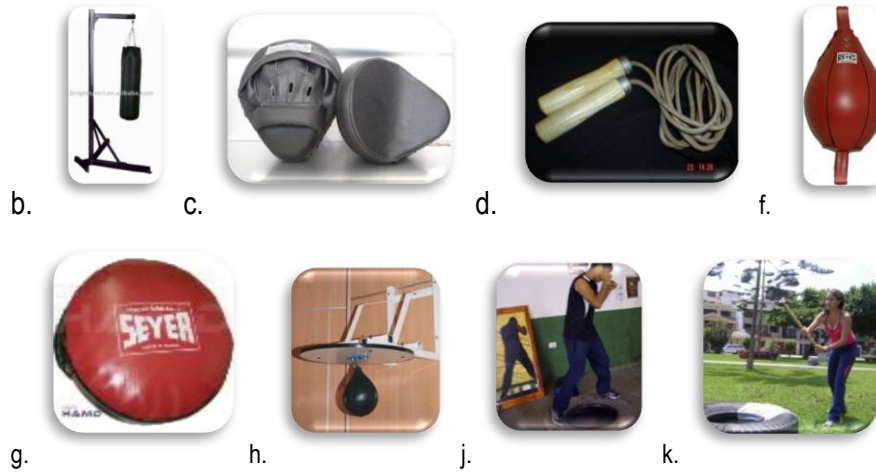
Asimismo, Evedar (2011) propone que para practicar este deporte se necesitan músculos fuertes, rápidos y resistentes, sin estos no se pueden realizar las técnicas para derrotar o derribar al oponente, esquivar, atacar o desplazarse por el ring.

2.1.7. ELEMENTOS DEPORTIVOS PROPIOS DEL BOXEO.

Los elementos más utilizados para la preparación deportiva de este deporte son los siguientes:

- a. El compañero para realizar sparrings -combatir en entrenamiento-.
- b. El costal -para golpearlo con los guantes-.
- c. Las manoplas -con las que el técnico perfecciona la técnica del púgil-.
- d. La sogá o cuerda -en la que se brinca para entrenar la velocidad, resistencia y agilidad-.
- e. El espejo -en el cual se observa el boxeador para corregir su técnica-.
- f. La pera fija o cielo y tierra -elemento que da velocidad y precisión en los golpes-.
- g. La gobernadora -utilizada para imprimir la potencia del golpe con la técnica propia del deporte-.
- h. La pera de tablero -da agilidad, resistencia en hombros y ritmo.
- i. La colchoneta -para realizar trabajo de fuerza en abdominales, espinales y oblicuos al igual que los estiramientos-.
- j. La llanta -se utiliza brincando sobre ella para utilizar la fuerza elástica de los tendones del pie con la separación de piernas correspondiente a la guardia de combate-.
- k. Mandarria -utilizada para fortalecer la articulación del manguito rotador y los prensos de la mano golpeando una llanta con el gesto de un hachero-.

Imagen 3. Elementos deportivos propios del Boxeo.



Fuente: Elaboración propia.

2.1.8. DEFINICIÓN DE PREPARACIÓN FÍSICA.

Es el conjunto organizado y jerarquizado de los procedimientos de entrenamiento cuyo objetivo es el desarrollo y la utilización de las cualidades físicas del deportista. La preparación física tiene que estar presente en los diferentes niveles del entrenamiento deportivo y ponerse al servicio de los aspectos técnicos-tácticos prioritarios de la actividad practicada (Pradet, 1999).

2.2. LAS CAPACIDADES CONDICIONALES EN LA PREPARACIÓN FÍSICA DEL BOXEADOR.

2.2.1. PLANIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO.

Según el Diccionario de Ciencias de la Educación planificar es: el proceso que debe seguir para alcanzar objetivos concretos en unos plazos terminados y en etapas definidas, partiendo del conocimiento y de la evaluación científica de la situación de origen y utilizando de modo racional los medios naturales y los recursos humanos disponibles.

Dentro de una planificación, se debe tener en cuenta: la descripción, la previsión, la organización y el diseño de todos y cada uno de los acontecimientos del entrenamiento, como uno de los mecanismos de control que permiten modificar

esos acontecimientos para que dicho deportista pueda lograr los resultados deseados en la competición deportiva (De Hegedüs, 2010).

De esta forma, De Hegedüs (2010) manifiesta que la puesta en marcha del proceso de planificación, exige: partir de una evaluación previa de las capacidades del sujeto; establecer unos objetivos con una secuenciación temporal; diseñar un programa racional de actividades; determinar unos medios de control; ejecutar el plan de acción previamente diseñado y evaluar el resultado final del proceso.

Concretamente es necesario conocer algunos aspectos relacionados con el trabajo por el que pasó el equipo en años precedentes.

Los pasos a seguir según García (1996) son:

- Conocer el nivel de rendimiento de la temporada anterior.
- Conocer el nivel de cumplimiento de los objetivos marcados.
- Conocer el nivel de entrenamiento realizado.
- Conocer el perfil condicional del deportista.
- Conocer los resultados de que se dispone.

De Hegedüs (2010), plantea que al analizar estos datos se puede llegar a determinar las causas que provocan el nivel de rendimiento del equipo en la temporada anterior; y comenzar a delimitar las vías por las que debe desarrollarse el trabajo para el presente año.

Supuestos básicos de la adaptación: El proceso de adaptación es el marco en el que se han de basar las decisiones acerca de la metodología y la investigación del rendimiento deportivo (Zhelyazkov, 2001).

Tanto los agentes naturales como el entrenamiento actúan como estímulo que provocan un estrés -desgaste, desequilibrio- en el organismo. El estrés se manifiesta a través de un síndrome que se conoce como “Síndrome general de adaptación” (Selye, 1978). La reacción a este estrés es general/inespecífica -producida sobre todo el organismo en general- y específica -producida

fundamentalmente sobre algún órgano o sistema concreto-. El estrés, como reacción defensiva y adaptativa, crea una sólida base metodológica para revelar la esencia del entrenamiento deportivo como complejo proceso de adaptación (Zhelyazkov, 2001).

2.2.2. FUERZA.

La mecánica define como fuerza a toda acción de un cuerpo material sobre otro, al cual le causa cambios en su estado, de reposo o movimiento, pudiendo desplazarlo, detenerlo, modificar su velocidad o deformarlo (Watkins, 1999).

Las fuerzas son magnitudes vectoriales, que no se poseen, se aplican de un cuerpo a otro (Burbano E., Burbano G. y García, 2006).

Es por ello que Burbano E., Burbano G. y García (2006), afirman que nunca se encontrará una fuerza aislada y por esta razón se dice que el número de fuerzas en un sistema siempre es par.

Su unidad de medida es el Newton, que se abrevia [N].

$$1 \text{ [N]} = 1 \text{ [kg m/s}^2\text{]}.$$

Por ser vectores se representan con una flecha que tiene origen en el centro de gravedad del objeto que recibe la fuerza (Burbano E., Burbano G. y García, 2006).

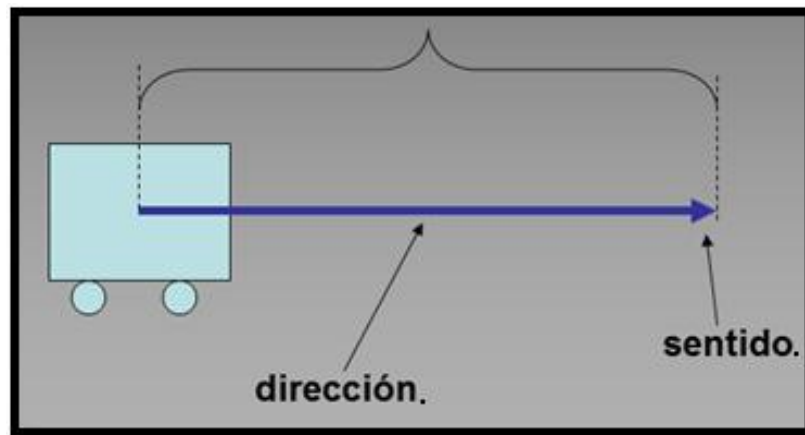
Tienen magnitud o módulo: es un número y una unidad de medida.

Por ejemplo: en la flecha corresponde a la medida de su longitud.

- Tiene dirección: en la flecha corresponde a la orientación que tiene.
- Tiene sentido: en la flecha corresponde a lo que señala la punta.

Imagen 4. Representativa de los vectores de las fuerzas graficados con flechas.

Magnitud o Módulo.



Fuente: Burbano E., Burbano G. y García (2006).

2.2.3. FUERZA MUSCULAR.

En el hombre, la fuerza muscular es una capacidad neuromotora que le permite producir tensión y transmitir momentos de fuerza para oponerse a las fuerzas externas (Enoka, 2000). El término fuerza se refiere a cualquier acción capaz de inducir cambios o tendencias a modificar el estado de reposo o movimiento constante de un objeto, mientras que la fuerza muscular es una capacidad funcional relacionada con la cantidad de tensión producida por el sistema neuromuscular (Newton y Kraemer, 1994).

La fuerza desde un punto de vista fisiológico es el producto de una acción muscular iniciada y orquestada por procesos eléctricos en el sistema nervioso. Tradicionalmente, la fuerza se define como la capacidad de un músculo o grupo de músculos determinados para generar una fuerza muscular bajo condiciones específicas (Verhoshansky, 2000).

Según Naclerio (2005), los tipos de tensiones musculares son:

- Dinámica: dentro de la cual están la tensión concéntrica, la excéntrica y la estática.
- Concéntrica: es cuando la fuerza del músculo es superior a la resistencia externa.

-Excéntrica: es cuando la fuerza del músculo es inferior a la resistencia externa.

-Estática: es cuando la fuerza del músculo es igual a la resistencia externa.

Baker y Newton (2008) describen las zonas de entrenamiento de la fuerza según los porcentajes de Repetición Máxima -RM- siendo estas las siguientes:

Tabla 1. Zonas de intensidad para el entrenamiento de la fuerza y la potencia.

Tipo y/u Objetivo de Entrenamiento de Cada Zona de Intensidad.		
	Fuerza.	Potencia.
Zona 1: < 50%.	Muscular general y técnica.	Neural general y técnica (<2% de 1RM).
Zona 2: 50-75%.	Entrenamiento de hipertrofia.	Entrenamiento balístico (25-37.5% de 1RM).
Zona 3: 75-90%.	Entrenamiento básico de la fuerza.	Entrenamiento básico de la potencia (37.5-45% de 1RM).
Zona 4: 90-100%.	Entrenamiento de la fuerza máxima.	Entrenamiento de la potencia máxima (45-55% de 1RM).

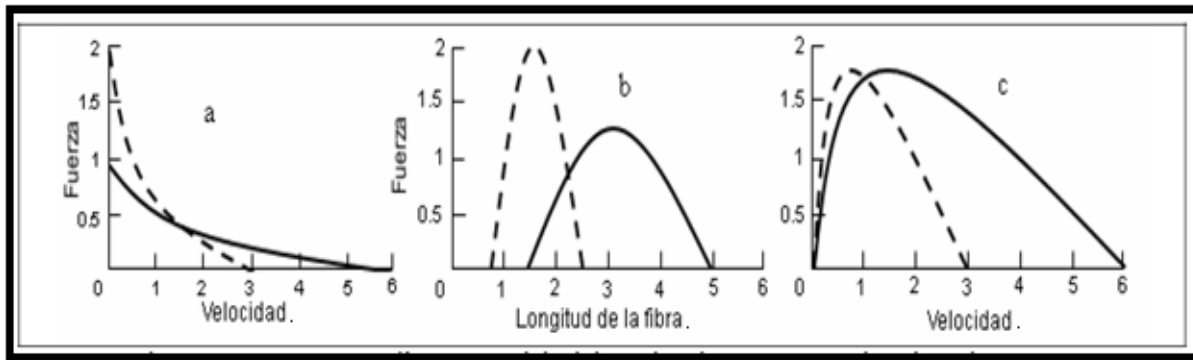
Fuente: Baker y Newton (2008).

- En la zona 1, se utilizan resistencias $\leq 2\%$ de 1 RM.
- En la zona 2, se utilizan resistencias de 25 a 37.5% de 1 RM.
- En la zona 3, se utilizan resistencias de 37.5 a 45% de 1 RM.
- En la zona 4, se utilizan resistencias de 45 a 55% de 1 RM.

Fibras en serie y en paralelo:

La proporción en la disposición de las fibras musculares influye de manera directa en la relación fuerza-velocidad-potencia. De dos fibras con el mismo volumen, la que presente una mayor proporción de unidades de longitud alcanzará una mayor velocidad y menor fuerza que en la situación contraria. La potencia alcanzada por ambos tipos de fibras será semejante, pero el pico de máxima potencia se logra a mayor velocidad por las fibras que presentan una mayor proporción de unidades en serie (González, 2007).

Gráfica 1. Curvas de Fuerza.



Fuente: González (2007).

Curvas de Fuerza-velocidad para músculos con diferente disposición de fibras - Longitudinal transversal-. Las líneas continuas representan a fibras con 2 unidades de longitud y 1 sección transversal. Las líneas discontinuas representan a fibras con 1 unidad de longitud y 2 de sección transversal.

2.2.4. LA FUERZA ÚTIL.

La fuerza útil es la fuerza que aplica el deportista cuando realiza su gesto específico de competición. A este valor de Fuerza Máxima Dinámica Relativa - FDMR- se le denomina fuerza útil. La mejora de este valor de fuerza debe ser el principal objetivo del entrenamiento y el que más relación va a guardar con el propio rendimiento deportivo. Esta fuerza se produce a la velocidad específica y en el tiempo específico del gesto de competición. En la mayoría de los casos, la velocidad y el gesto específico de un mismo sujeto no serán dos valores estables durante toda la vida deportiva, ya que la mejora del rendimiento exigirá necesariamente el aumento de la velocidad y, por tanto, la reducción progresiva del tiempo de aplicación de fuerza para superar una misma resistencia (González, 2007).

2.2.5. TEST FÍSICO.

La evaluación es una operación sistemática, integrada en la actividad educativa con el objetivo de conseguir su mejoramiento continuo, mediante el conocimiento de la personalidad total del alumno, aportando una información ajustada sobre el

proceso mismo y sobre todos los factores personales y ambientales que en ésta inciden. El examen físico señala en qué medida el proceso educativo logra sus objetivos fundamentales y confronta los fijados con los realmente alcanzados (Pila, 1985).

Una prueba de condición -también conocida como condición motriz deportiva- es un procedimiento realizado bajo condiciones estandarizadas, de acuerdo con criterios científicos para la medición de una o más características delimitables empíricamente del nivel individual de la condición. El objetivo de la medición es localizar información lo más cuantitativa posible acerca del grado relativo de manifestación individual de facultades motrices condicionales (Martínez, 2002).

La palabra *test* procede del latín "testa" que quiere decir prueba, de allí su amplia difusión como término que identifica las herramientas y los procedimientos de evaluación, considerado como el instrumento utilizado para poner a prueba o de manifiesto determinadas capacidades, cualidades o características de un individuo (Pila, 1985).

El uso de los test nació debido a la necesidad de adquirir instrumentos de apreciación objetiva de diferentes facultades individuales (Planchard, 1966).

2.2.6. MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO.

La metodología que se aplica en el entrenamiento deportivo tiene como máximo objetivo el lograr alcanzar óptimos resultados en las competencias para las cuales se prepara un deportista (Betancur, 1999).

Es por ello que Betancur (1999), señala que se debe utilizar de la mejor manera posible los recursos del atleta, favoreciendo sus tiempos de adaptación biológica, el bagaje técnico-táctico y las características psicológicas, afectivas, de motivación y culturales, intentando que dé lo mejor de sí mismo en el momento adecuado.

Se observa también cómo el entrenamiento ha sido invadido por una biologización. Este argumento lo corroboran autores como Weineck (2005), quien

afirma que "el entrenamiento deportivo es en términos generales un proceso permanente de adaptación a la carga de trabajo", de igual manera, Manno (1994) sostiene que "este proceso de adaptación depende de una serie de estímulos biológicos que implican una reacción orgánica, psíquica y afectiva".

2.2.7. MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA.

Según González (2007), la mejora de la fuerza muscular puede obtenerse por dos vías:

- Por un aumento de la sección transversal del músculo.
- Por la mejora de la coordinación neuromuscular.

Para mejorar la fuerza muscular a través del primer mecanismo suelen utilizarse cargas medias -70 a 80% de 1 RM-, realizando el máximo o casi un máximo número de repeticiones posibles (González, 2007).

Para mejorar la fuerza muscular con la mejora de la coordinación neuromuscular González (2007) propone que se entrene aplicando cargas altas iguales o superiores al 85% de 1 RM.

Ambos cambios dependen en gran medida de la intención del sujeto en alcanzar la máxima producción de fuerza en la unidad de tiempo en cada acción muscular, cualquiera que sea la carga que se utilice (González y Ribas, 2002; Behm y Sale, 1993).

Considerando estas particularidades del desarrollo de la fuerza se creyó oportuno en esta investigación estimular las contracciones musculares de la cadena cinética involucrada en el gesto técnico específico del golpe recto de boxeo controlando y aplicando el peso adecuado que ofrezca la mejor relación fuerza/velocidad - potencia- buscando con ello la adaptación de la fuerza muscular por medio de una mejor coordinación inter e intramuscular.

Entrenamiento de la fuerza.

-Fuerza máxima:

González (1997) afirma que el progreso de la fuerza máxima mejorará también todos los valores de fuerza con carga inferiores a la máxima, y describe las características básicas del entrenamiento para la mejora de la fuerza máxima:

- Objetivo: mejorar la fuerza dinámica máxima en los ejercicios que se consideren más relevantes para la mejora del rendimiento específico.
- Resistencias: cualquiera, desde el mínimo porcentaje individual hasta el 100% de 1 RM o más -con trabajo excéntrico-.
- Repeticiones por serie: Desde 10 a 1.
- Carácter del esfuerzo: desde 10 -16- a 1 -1-.
- Recuperación entre series: 2 a 5 minutos.
- Velocidad de ejecución: máxima o próxima a la máxima posible ante cada resistencia.
- Frecuencia semanal: desde 1 a 3 ó 4 veces, pero no más de 2 ó 3 veces el mismo ejercicio con cargas importantes.
- Duración de este tipo de entrenamiento como objetivo prioritario: 3 a 8 semanas.
- Ejercicios fundamentales: todos los ejercicios relevantes para la mejora de la fuerza en la especialidad deportiva concreta.

-Fuerza útil:

Todos los entrenamientos que se realicen, y sobre todo los de fuerza, deben ir encaminados a conseguir o mantener los valores óptimos de fuerza útil o fuerza aplicada en el gesto o los gestos de competición. Todo debe contribuir de manera más o menos directa a la mejora de esta manifestación de la fuerza. No obstante, pueden realizarse algunas sesiones especiales orientadas específicamente a este objetivo. González (1997) expresa que las características de estas sesiones deben ser las siguientes:

- Objetivo: mejorar u optimizar la fuerza aplicada en el gesto ó en los gestos de competición.

- Resistencias: próximas a las resistencias específicas ó resistencias -fuerzas- de competición.
- Repeticiones por serie: determinadas por la velocidad específica -velocidad de competición-.
- Carácter del esfuerzo: determinado por la velocidad específica.
- Recuperación entre series: amplia, de 3 a 5 minutos, tanto tiempo como sea necesario para que la ejecución se realice a la velocidad específica.
- Velocidad de ejecución: la propia de competición o muy próxima a ella.
- Frecuencia semanal: desde 1 a 3 veces.
- Duración como objetivo prioritario: siempre.
- Ejercicios: específicos ó de características semejantes, siempre que garanticen al menos una transferencia media.

-Fuerza explosiva:

Para poder entender el entrenamiento de la fuerza explosiva González (1997), indica que hay que tener previamente bien claro el concepto de esta expresión de fuerza. Cabe recordar que la fuerza explosiva no es más que la relación entre la fuerza producida y el tiempo necesario para ello. Por tanto la fuerza explosiva se expresa a través de un cociente entre las magnitudes de fuerza y tiempo. Dicho cociente viene expresado en $N s^{-1}$.

También se debe recordar que la fuerza explosiva se puede manifestar en su máxima expresión sin necesidad de que exista movimiento. Lo que a su vez nos recuerda que no se puede identificar -exclusivamente- entrenamiento de fuerza explosiva con el empleo de cargas muy ligeras o con movimientos muy rápidos. La mejora de la fuerza explosiva está más en relación con la intencionalidad de producir la máxima fuerza en la unidad de tiempo (Behm y Sale, 1993), que con la resistencia contra la que se actúa. Por otra parte, la fuerza explosiva puede ser un componente de la fuerza útil, porque en ciertos casos no se trata sólo de que se alcance un determinado pico de fuerza, sino que la producción de la fuerza por unidad de tiempo sea la adecuada (González, 1997).

Según González (1997), las características básicas del entrenamiento para la mejora de la fuerza explosiva son las siguientes:

- Objetivo: Mejorar la capacidad de producir fuerza en la unidad de tiempo en las condiciones específicas de competición: tiempo, carga -resistencia- y modo de ejecución -ejercicio-.
- Resistencias: Cualquier resistencia.
- Repeticiones por serie: de 1 a 6.
- Carácter del esfuerzo: desde el más pequeño: 5 a 6 repeticiones ante una resistencia mínima, hasta el más elevado: una repetición contra resistencia insalvable -acción isométrica-.
- Recuperación entre series: 3 a 5 minutos, la suficiente para alcanzar la máxima producción de fuerza en la unidad de tiempo en cada serie.
- Velocidad de ejecución: la máxima posible ante cada resistencia.
- Frecuencia semanal: siempre que la activación muscular se hace a la máxima velocidad de acortamiento muscular o de producción de tensión, de tal manera que se trate de alcanzar la máxima pendiente en la curva fuerza/tiempo ante cualquier carga de entrenamiento.
- Ejercicios: todos los ejercicios, aunque los de mayor aplicación al rendimiento son la cargada de fuerza y similares, los saltos y los movimientos específicos.

La fuerza explosiva puede entrenarse con cualquier carga siempre que la producción de fuerza por unidad de tiempo sea la máxima posible. En tal caso, si las activaciones musculares son dinámicas, la velocidad de desplazamiento ha de ser la máxima. Mientras que el uso de grandes cargas incrementa la velocidad -consecuencia de una mayor fuerza explosiva- a través de una mayor fuerza máxima, el entrenamiento con cargas ligeras también contribuye al aumento de la velocidad por una adaptación cualitativa, el aumento de la velocidad de activación de la miosina ATPasa (Duchateau, 2001). Si la velocidad es la máxima, tanto el entrenamiento con cargas ligeras como altas produce una gran activación neural,

mejorando la frecuencia de estímulo en ambos casos (Van Cutsem y col., 1998), lo que da lugar a una mayor producción de fuerza en la unidad de tiempo -fuerza explosiva-. Por tanto, las adaptaciones musculares que favorecen la fuerza explosiva se alcanzan tanto con cargas ligeras como altas. Probablemente, la utilización de ambos tipos de carga sea más efectivo, y esto, de hecho, se ha observado experimentalmente, por ejemplo, en el entrenamiento del salto vertical (Adams y col., 1992; Fatouros y col., 2000).

No obstante, cuando la mejora de la fuerza explosiva es un factor determinante o al menos importante para el rendimiento, lo que hay que tener presente es que la mayor mejora debe producirse ante resistencias que permitan velocidades próximas a la velocidad de competición. Aunque la fuerza explosiva se puede mejorar con cualquier carga, el efecto sobre la mejora de producción de fuerza será más acentuado en las condiciones de entrenamiento. Esto significa que si se entrena y mejora la fuerza explosiva ante grandes cargas, el efecto positivo ante cargas muy ligeras será mucho menor o incluso puede no producirse. Esto está en relación con el tiempo disponible para la producción de fuerza (González, 1997).

En este sentido, González (1997) también explica que la mejora de la fuerza explosiva cuando se dispone de mucho tiempo -más de 500 ms- para producir fuerza no se manifiesta necesariamente cuando el tiempo disponible es muy pequeño -menos de 200 ms- golpe de Boxeo. Nos aclara que si la fuerza explosiva se mejora siempre que la velocidad de ejecución sea la máxima posible, no tiene sentido hablar de frecuencia semanal para el entrenamiento de esta manifestación de fuerza, ya que en todas las sesiones de entrenamiento de fuerza se puede estimular su mejora, de la misma manera, que tampoco tiene sentido hablar de una fase del ciclo de entrenamiento en el que se entrene la fuerza explosiva, ya que se entrena siempre que se cumplan las condiciones indicadas.

-Potencia máxima y específica:

Se ha observado que la combinación de algunos ejercicios es más positivo para la mejora de la máxima potencia -expresada a través de la mejora del salto vertical-

que emplear solo uno de ellos, como la combinación de sentadillas y ejercicios de ciclo estiramiento-acortamiento -CEA- intenso (Adams y col., 1992). Para objetivos de este tipo -Salto vertical-, la utilización de las resistencias -porcentajes de 1RM- que permiten alcanzar la máxima potencia parecen ser más efectivos que el entrenamiento con pesos o los ejercicios de CEA intensos por separados (Wilson y col., 1993). Otros autores proponen que la utilización de un método mixto con la combinación de estímulos diversos y complementarios como las intensidades altas, velocidad máxima -con cargas ligeras-, fuerza explosiva, ciclo estiramiento-acortamiento y coordinación intermuscular -técnica- son determinantes para alcanzar los mejores resultados (Newton y Kraemer, 1994). El entrenamiento con los porcentajes con los que se alcanza la máxima potencia en cualquier ejercicio parece ser el estímulo más adecuado para mejorar la potencia (Kaneko y col., 1983; Moss y col., 1997). Pero no en todos los ejercicios se alcanza la máxima potencia con los mismos porcentajes (González, 1997).

De igual forma González (1997) también expone que la potencia máxima es considerada como el umbral de rendimiento muscular -URM-, ya que es el óptimo producto de fuerza y velocidad, es decir, es la situación en la que se obtiene el máximo rendimiento mecánico. La aplicación de más fuerza sólo se podría conseguir si la velocidad es menor, y un aumento de la velocidad siempre vendría acompañado de una menor aplicación de fuerza. Por tanto, cualquier cambio en una de estas variables que se aleje de los valores óptimos daría lugar a una reducción de la potencia manifestada.

Las características básicas del entrenamiento para mejorar la potencia máxima y específica son:

- Objetivo: mejorar la potencia en el gesto de competición o en la realización de cualquier ejercicio.
- Resistencias: las propias de cada especialidad para el desarrollo de la potencia específica, aquellas con las que se alcanza la máxima potencia en el ejercicio que se utiliza para entrenar

cuando este no es el específico y las orientadas a las mejoras de las distintas expresiones de fuerza máxima.

- Repeticiones por serie: determinadas por el valor de la potencia desarrollada en cada repetición.
- Carácter del esfuerzo: determinado por el valor de la potencia desarrollada en cada repetición.
- Recuperación entre series: 3 a 5 minutos, la suficiente para alcanzar la máxima producción de fuerza en la unidad de tiempo y la máxima potencia para la carga utilizada en cada serie.
- Velocidad de ejecución: máxima posible.
- Frecuencia semanal: siempre que se utilicen ejercicios específicos o de transferencia media o alta que tenga como objetivo el desarrollo de la potencia específica y cuando se entrena la máxima potencia en un ejercicio concreto.
- Ejercicios: ejercicios específicos y de transferencia media y alta para la potencia específica y ejercicios de transferencia media o alta para la máxima potencia.

La mejora de la potencia específica no es incompatible con la mejora de la potencia máxima. De hecho, la mejora de la potencia específica se estima a través de la mejora de la potencia máxima, en algunos ejercicios, que son los que normalmente se pueden medir. La confirmación de que ha mejorado la potencia específica se obtiene si mejora el rendimiento. Por tanto, el entrenamiento debe orientarse tanto a la mejora de la potencia específica como a la potencia máxima (González, 1997).

Según González (1997), la fuerza explosiva tiene también una intervención decisiva en la mejora de la potencia, puesto que la mayor producción de la fuerza a la misma velocidad sólo se puede alcanzar si mejora la producción de fuerza en la unidad de tiempo, aunque, generalmente, lo más importante para el rendimiento es aumentar la velocidad ante la misma carga -situación de la que depende el rendimiento específico en, prácticamente, todos los deportes menos uno,

-halterofilia-, y esto, significa una mejora de la potencia, la cual depende directamente de la producción de fuerza en la unidad de tiempo.

La fuerza que se aplica al alcanzar la máxima potencia es un valor de fuerza dinámica máxima relativa -FDMR-, es decir, un valor de fuerza inferior al de la fuerza dinámica máxima -FDM-, que es la fuerza aplicada en 1RM. Por tanto, la mejora de la potencia no depende directamente de la mejora de la FDM, sino de la mejora de la FDMR con la que se alcanza la máxima potencia. Si la FDM no se ha modificado, alcanza una mayor FDMR significa que ha disminuido el déficit de fuerza, y esto sólo se puede conseguir si se aplica más fuerza en la unidad de tiempo -fuerza explosiva-, que se traduce en aplicar más fuerza a la misma velocidad o alcanzar más velocidad ante la misma carga. No obstante, la FDMR no mejorará permanentemente si nunca mejora la FDM. Por tanto, para seguir mejorando la potencia será necesario aumentar también en mayor o menor medida la FDM en algunos momentos (González, 1997).

González (1997), aclara que aunque la fuerza en sus distintas expresiones tiene importancia en la manifestación de potencia, no debemos olvidar que si las resistencias a vencer son pequeñas, también la velocidad es determinante. El efecto del entrenamiento es fundamentalmente específico, es decir, se produce en las condiciones de entrenamiento. Por ello, aunque se estimule el desarrollo de la fuerza como requisito previo para mejorar la potencia, la utilización de las resistencias próximas a la de competición e incluso inferiores es necesaria. En definitiva, se alcanza mayores efectos si se combinan los entrenamientos que estimulan la fuerza máxima -entrenada a la máxima o casi máxima velocidad posible ante cualquier carga-, la máxima potencia y la velocidad superior a la máxima potencia, que si se entrena estimulando sólo una de estas capacidades.

El grado de estimulación de cada una de estas capacidades dependerá de las características de cada deporte o especificidad, y el objetivo será mejorar la potencia específica, que solo se puede valorar por la mejora del rendimiento. En cuanto a los ejercicios, debemos considerar que aunque la máxima potencia se pueda entrenar en cualquier ejercicio, sólo se deberían utilizar con este objetivo

los ejercicios específicos y aquellos que presenten la posibilidad de transferir, al menos medianamente, sus efectos sobre la potencia específica. En este grupo se encuentran los ejercicios multiarticulares que generan valores altos de potencia, como pueden ser los ejercicios de levantamiento olímpico o sus parciales, los ejercicios de salto y los de lanzamiento (González, 1997).

Entrenamiento pliométrico CEA:

Los deportes que requieren saltar, lanzar o esprintar dependen fuertemente de la fuerza-velocidad o potencia del atleta (Adams, 1992; Baker, 1996 y Wagner, 1997).

La pliometría se usa para mejorar la producción de potencia e incrementar la explosividad por medio del entrenamiento de los músculos para hacer más trabajo en una menor cantidad de tiempo (Adams, 1992).

CEA: Esto es logrado por medio de la optimización del ciclo estiramiento-acortamiento, el cual ocurre cuando el músculo activo cambia desde una acción muscular excéntrica rápida –deceleración- a una acción muscular concéntrica rápida –aceleración- (Potteiger, 1999 y Wagner, 1997).

El movimiento excéntrico rápido crea un reflejo de estiramiento que produce una acción muscular concéntrica más poderosa (Wagner, 1997), más que la que podría ser generada en otras condiciones, a partir de una posición de reposo (Potteiger, 1999).

Mientras más rápido es el estirado del músculo, más intensa es la fuerza producida, y más poderoso es el movimiento muscular (Clutch, 1983 y Wagner, 1997).

Ha sido demostrado que los ejercicios pliométricos que explotan el CEA mejoran el rendimiento de la fase concéntrica del movimiento (Gehri, 1998) e incrementan la producción de potencia (Gehri, 1998 y Hedrick, 1996).

El uso de entrenamiento pliométrico es recomendado por varios años como un medio para mejorar el rendimiento en deportes y actividades en las cuales la potencia del tren inferior juega un rol clave en el éxito (Fatouros, 2000).

Durante un movimiento pliométrico, los músculos experimentan un cambio muy rápido, desde la fase excéntrica hasta la fase concéntrica. Este CEA disminuye el tiempo de la fase de amortiguación que permite una producción de potencia mayor a la normal (Holcomb, 1996 y Potteiger, 1999).

La energía elástica almacenada en los músculos y la respuesta del reflejo de estiramiento son esencialmente explotadas, permitiendo que exista más trabajo en el músculo durante la fase concéntrica del movimiento (Hedrick y Holcomb, 1996).

Los incrementos en la potencia luego de un programa de entrenamiento pliométrico pueden deberse en parte a incrementos en el tamaño de las fibras musculares. Las mejoras en la producción de fuerza muscular han sido asociadas con incrementos en el tamaño de las fibras musculares (Gollnick, 1981 y Thortensson, 1976).

La mejora del rendimiento muscular debido a un programa de entrenamiento pliométrico puede también ocurrir debido en parte a un incremento del funcionamiento de las unidades motoras. Estudios previos indican que las adaptaciones neuromusculares como el incremento de la inhibición de los músculos antagonistas así como la mejor activación y co-contracción de los músculos pueden explicar las mejoras en la producción de potencia (Komi, 1983 y Lyttle, 1995).

Considerando todas estos beneficios y particularidades del trabajo de fuerza estimulando el CEA se creyó conveniente aplicar en el periodo de entrenamiento de fuerza estímulos pliométricos llevando la barra hacia el cuerpo del ejecutante rápidamente y empujándola hacia adelante en un movimiento brusco utilizando así la energía acumulada en los tendones e incrementando las posibilidades de aplicar mayor fuerza en menor tiempo.

2.2.8. PROCESO DE TRANSFERENCIA.

Al respecto, González y Ribas (2002) añaden que todas las actividades de entrenamiento que realiza un deportista y que programa su entrenador, tienen como único objetivo obtener el mayor efecto positivo sobre el rendimiento específico, lo cual significa que se trabaja con la expectativa de que tanto la ejecución de la actividad realizada como la mejora obtenida en la propia actividad vayan a reflejarse en un mayor rendimiento en la actividad de competición. Esta aplicación del efecto del entrenamiento que no siempre se consigue y que presenta más dificultades cuanto mayor es el nivel de rendimiento del deportista, es un proceso de transferencia. Por tanto, el entrenamiento es un proceso permanente de intentos de transferencia.

En el entrenamiento deportivo, transferencia es la influencia o efecto que tiene la ejecución de un tipo de entrenamiento, o los cambios en el propio ejercicio realizado o ambas cosas, sobre otra actividad deportiva diferente. El tipo de entrenamiento que supuestamente tiene la facultad de producir transferencia debe ser distinto de aquel sobre el que influye. Esta distinción se expresa tanto por el tipo de ejercicio y la forma de realizarlo, como por la carga de entrenamiento: intensidad y volumen. La realización del mismo ejercicio de competición pero con algunas variaciones como ligeros cambios en la ejecución, en la distancia o tiempo de ejecución, en la velocidad, en la resistencia utilizada o en otras variables propias del ejercicio de competición, también se pueden considerar como ejercicios dotados de capacidad de transferencia. Cuando el ejercicio es exactamente igual que aquel con el que se van a medir los resultados, no se puede hablar de transferencia (González y Ribas, 2002).

Con base en los conceptos anteriores se puede concluir que la mejora de la potencia lograda al impactar el balón de básquet comprueba la transferencia del trabajo de fuerza desarrollado en la máquina, a la potencia lograda en el golpe recto de Boxeo contra el balón como indicador de la potencia de impacto de este golpe.

Metodológicamente, para poder medir si se produce transferencia es necesario que la actividad objeto de la transferencia no se entrene. El grado de transferencia se mide por la relación entre los cambios producidos en la actividad entrenada y los que se producen en la no entrenada (Zatsiorsky, 1995). Para poder afirmar que la actividad A tiene una transferencia sobre la actividad B, durante el entrenamiento de A no se debe realizar ningún otro entrenamiento ni tampoco, por supuesto, practicar la actividad B, puesto que, de lo contrario -y obviamente-, los cambios en la actividad B podrían influir conjuntamente por su propio entrenamiento y por el efecto de los demás entrenamientos realizados (González y Ribas, 2002).

El autor de esta investigación discrepa con lo citado en el punto anterior, se cree que contrariamente a lo establecido, medir la transferencia de la potencia lograda a través del entrenamiento de sobrecarga con la máquina creada para tal fin, es posible aunque los boxeadores involucrados en el experimento sigan realizando durante el mismo, golpes rectos al costal. Esto es debido a que los boxeadores que participaron en este estudio han estado golpeando el costal con golpe recto de Boxeo 6 días a la semana durante un mínimo de 6 años. La frecuencia y duración de una misma actividad genera un status quo que no mejora ni empeora la potencia del gesto técnico a estudiar. Por lo que se acepta que los cambios que se observen luego de la aplicación del programa de entrenamiento serán consecuencia del mismo programa de sobrecarga y no de una posible mejora por la realización repetida del gesto motor.

Para González (1991), lo anteriormente mencionado, se debe a que la transferencia -positiva- que proporciona determinado ejercicio o entrenamiento no es permanente, aunque las estructuras de los movimientos sigan siendo las mismas. Esto se debe a que los factores determinantes del rendimiento pueden cambiar a medida que se eleva el nivel deportivo. En los primeros años de práctica podemos encontrarnos con una alta relación lineal positiva entre la fuerza máxima y el rendimiento específico, sin embargo, cuando se alcanza un alto nivel de rendimiento esta relación desaparece, e incluso, si nos empeñamos en demasía,

podría llegar a ser hasta negativa -interferencia- en casos extremos. Esto podría significar que en determinados niveles de rendimiento la producción de fuerza por unidad de tiempo, por ejemplo, pasa a ser más determinante que el pico máximo de fuerza que se pueda alcanzar en un ejercicio de entrenamiento. Esta falta de transferencia también podría deberse a la “acomodación” o “adaptación negativa” provocada por la utilización inadecuada de los ejercicios y, sobre todo, de las cargas de entrenamiento. Si esta es la causa, la falta de transferencia probablemente sería transitoria, recuperándose después de aplicar cambios en las cargas que podrían, incluso, incluir un descanso especial, prolongado, que en muchos casos es la mejor solución a la mayoría de los estancamientos en la mejora del rendimiento deportivo.

Por el contrario, si al gesto deportivo a estudiar se le deja de estimular diariamente es posible que empeore su potencia como resultado del desentrenamiento, produciendo una transferencia negativa. Sólo manteniendo los niveles de entrenamiento del gesto deportivo podría lograrse un análisis objetivo de la transferencia de la potencia lograda por medio del entrenamiento con un ejercicio de transferencia como el que se puede realizar con la máquina.

2.2.9. FUERZA EN EL BOXEO.

Dado que la fuerza muscular tiene como finalidad producir tensión y transmitir momentos de fuerza para oponerse a fuerzas externas (Enoka, 2000), estas últimas van a determinar el tipo de tensión muscular a utilizar en los diferentes momentos del movimiento.

Bajo la idea anterior es oportuno describir los momentos del golpe recto de Boxeo.

Momentos de fuerza en el golpe recto de Boxeo.

1º momento: salida del puño hacia el oponente. La resistencia es el peso del guante por lo cual se puede clasificar como fuerza rápida.

2º momento: llegada del puño al adversario donde se genera una rápida reacción de fuerza elástica en los tendones del brazo para ofrecer resistencia

inmediata a las fuerzas generadas por el cuerpo impactado, en este momento se desarrolla la fuerza reactiva.

3º momento: empuje, en este momento la fuerza generada por el ejecutante del golpe es mayor a la resistencia impuesta por el cuerpo impactado y se define como fuerza potencia o explosiva según el porcentaje de resistencia que este oponga.

4º momento: frenado, en este punto la fuerza que ofrece el cuerpo impactado iguala la ofrecida por la musculatura del ejecutante del golpe con lo que se transforma a fuerza isométrica.

5º momento: rechazo, la fuerza que ofrece el cuerpo impactado supera la del golpe y transforma la tensión muscular en fuerza excéntrica.

6º momento: vuelta del puño, en este momento comienza a tomar mayor participación los músculos flexores del codo y los aductores del omóplato para regresar el brazo a la posición de salida transformándose en fuerza rápida nuevamente pero del grupo que anteriormente fue antagonista.

2.3. FUNDAMENTOS BIOMECÁNICOS Y FÍSICOS DEL GOLPE RECTO DE BOXEO.

2.3.1. ANÁLISIS BIOMECÁNICO DEPORTIVO.

La Biomecánica es una rama de la Cinesiología. La Cinesiología estudia el movimiento humano desde el punto de vista de las ciencias físicas. La Cinesiología puede dividirse en las siguientes áreas: Biomecánica, Anatomía Músculo Esqueleto, y Fisiología Neuromuscular (Fucci, Benigni y Fornasari, 2003). Es la ciencia que trata con las fuerzas internas y externas que actúan sobre el cuerpo humano y los efectos producidos por estas fuerzas. Es la ciencia que utiliza los principios y métodos de la Mecánica -que forma parte de la Física- para el estudio de los movimientos del cuerpo humano (Lopategui, 2001). Utiliza los principios y métodos de la Mecánica para el estudio del movimiento de los seres vivos teniendo en cuenta las particularidades de estos (Aguado, 1993), nos ayuda

a analizar efectivamente las destrezas motoras, de manera que se evalúe efectivamente e inteligentemente una técnica y que se corrija si existe alguna falla.

Objetivos y funciones de la Biomecánica deportiva.

- Analizar cada ejercicio o actividad deportiva y señalar después los grupos musculares que básicamente intervienen en la actividad y que por ende, se desarrollan.
- Examinar y evaluar la calidad de los movimientos involucrados en las actividades físicas y destrezas deportivas.
- Evaluar las diferentes técnicas que pueden ser utilizadas en un caso dado, es decir, determinar la calidad de un movimiento (Miralles, 1998).

2.3.2. DESARROLLO DE LA FUERZA POR MEDIO DEL ENTRENAMIENTO FUNCIONAL.

La producción y el incremento de la fuerza dependen de procesos neuromusculares. La fuerza no depende fundamentalmente del tamaño del músculo, sino de los adecuados músculos potentemente contraídos por una estimulación nerviosa efectiva. La estructura es una consecuencia de la función, donde la hipertrofia es una consecuencia de la adaptación a la estimulación neuromuscular a un determinado mínimo de intensidad. De esta forma, la estimulación nerviosa produce dos efectos básicos de adaptación en el cuerpo (Verhoshansky, 2000):

Una acción muscular funcional -efecto funcional-.

Una hipertrofia muscular -efecto estructural-.

Por tal manera Verhoshansky (2000) afirma que, el principio fundamental del entrenamiento de la fuerza se basa en que todo aumento de fuerza es iniciado por la estimulación neuromuscular. Aunque la hipertrofia es un resultado a largo plazo de un cierto régimen de estimulación neuromuscular, no es la consecuencia

inevitable de todos los tipos de trabajo contra una cierta resistencia. Se puede establecer dos tipos básicos de entrenamiento de pesas.

El entrenamiento de pesas funcional.

El entrenamiento de pesas estructural.

En esta investigación se llevará a cabo un entrenamiento funcional de la fuerza.

Mientras que el entrenamiento de pesas estructural pretende básicamente producir una hipertrofia muscular -junto con algunos aspectos de flexibilidad del tejido-, el entrenamiento de fuerza funcional se asocia con muchos y diferentes objetivos de rendimiento, que incluyen la mejora de la fuerza estática, la fuerza rápida, la resistencia muscular y la capacidad de reacción (Verhoshansky, 2000).

En este sentido, el entrenamiento funcional conlleva los siguientes procesos:

- Coordinación inter-muscular entre diferentes grupos musculares. La coordinación inter-muscular incluye la sincronización o secuenciación de acciones entre diferentes grupos musculares que están realizando cualquier tipo de movimiento articular. Algunos músculos pueden ser inhibidos en la cooperación, mientras que otros pueden desinhibirse y contribuir al movimiento.
- Coordinación intramuscular de fibras dentro del mismo grupo muscular. Ello implica uno ó más de los siguientes mecanismos de control fibrilar.
- Reclutamiento de fibras, el control de la tensión muscular se realiza a través de la activación ó desactivación de cierto número de fibras musculares.
- Grado (frecuencia) de estimulación, el control de la tensión por la modificación de la frecuencia de impulsos de las fibras activas.
- Sincronización, el control de la tensión por la sincronización ó secuenciación de los impulsos de los diferentes tipos de fibras musculares -por ejemplo la fibra de contracción lenta o rápida-.

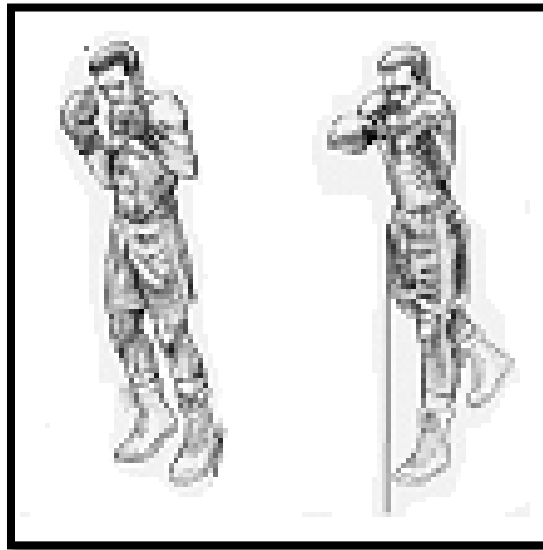
- Procesos reflejos facilitadores ó inhibidores en las vías neuronales actuando a varios niveles en el sistema nervioso, pueden modificarse para optimizar el desarrollo de la fuerza, tanto con la mejora de la coordinación intra e intermuscular como con la promoción de cambios de adaptación a los varios sistemas reflejos del cuerpo.
- Aprendizaje motor, que es el proceso de programación del cerebro/sistema nervioso central para ser capaz de llevar a cabo movimientos efectivos. Una gran parte de la temprana mejora de la fuerza y el rendimiento es atribuible al aprendizaje motor, siendo esta vital para la eficiencia continuada del entrenamiento posterior. El aprendizaje motor mantiene su protagonismo cuando la intensidad y la complejidad de la carga aumenta progresivamente, ya que la habilidad bajo unas condiciones exigentes es significativamente diferente de la habilidad bajo unas circunstancias menos importantes.

En las primeras fases del entrenamiento ó durante el estancamiento en un nivel avanzado, las fases funcionales deben preceder a las fases estructurales. De este modo, los estímulos funcionalmente transitorios, incluyendo la habilidad motriz y la coordinación son importantes para el principiante; y los estímulos funcionalmente potentes, como un incremento de la intensidad y la acción refleja son apropiados para el deportista más avanzado (Verhoshansky, 2000).

2.3.3. ANÁLISIS BIOMECÁNICO DEL GOLPE RECTO DE BOXEO.

A continuación se realiza una breve descripción de la biomecánica del golpe recto de Boxeo (González, 2006).

Imagen 5. Momentos de la fuerza utilizada.



Fuente: Sánchez (1999).

- 1er momento de fuerza: Empuje de la pierna atrasada.

Desde la posición de combate, la primera acción consiste en un empuje con la pierna atrasada contra el suelo. Aquí se aprovecha la fuerza generada como lo explicó Isaac Newton en su tercera ley -de acción y reacción- que expresa: "Los cuerpos actúan uno sobre el otro con fuerzas de igual módulo y dirección, pero en sentido opuesto". Mientras más activo sea el empuje de la pierna contra el suelo hacia atrás con los músculos gemelos y otros planos musculares, mayor será la aceleración hacia delante.

- 2do momento de fuerza: musculatura de la pierna.

Citando nuevamente a Isaac Newton en su segunda ley o ley de las fuerzas dice: "la fuerza que actúa sobre un cuerpo dado es igual al producto de la masa de este por la aceleración que dicha fuerza comunica al cuerpo". Sobre esta base, mientras mayor masa muscular se encuentre vinculada a la acción -como en este caso el Sartorio y el Cuádriceps Femoral etc.-, la ejecución tendrá una mayor fuerza resultante por la sumatoria de las fuerzas actuantes.

- 3er momento de fuerza: rotación de la cadera.

La rotación de la cadera induce la acción de los músculos locales como el Psoas ilíaco, Serratos, Abdominales y otros a favor de la ejecución.

- 4to momento de fuerza: músculos del tronco.

Por la acción de la rotación de la cadera, así como de la acción hacia atrás del brazo opuesto al que realiza la ejecución del golpe recto de Boxeo, se logra incorporar a la ejecución una serie de músculos del tronco como los Paravertebrales y otros en función de la acción.

- 5to momento de fuerza: rotación de los hombros.

Al rotar el tronco, giran los hombros y propicia la acción de los músculos Deltoides, Esternocleidomastoideo, Trapecio, Dorsales y otros.

- 6to momento de fuerza: empuje del brazo al frente.

El empuje del brazo al frente garantiza la inclusión de los músculos Tríceps, Pectorales y otros.

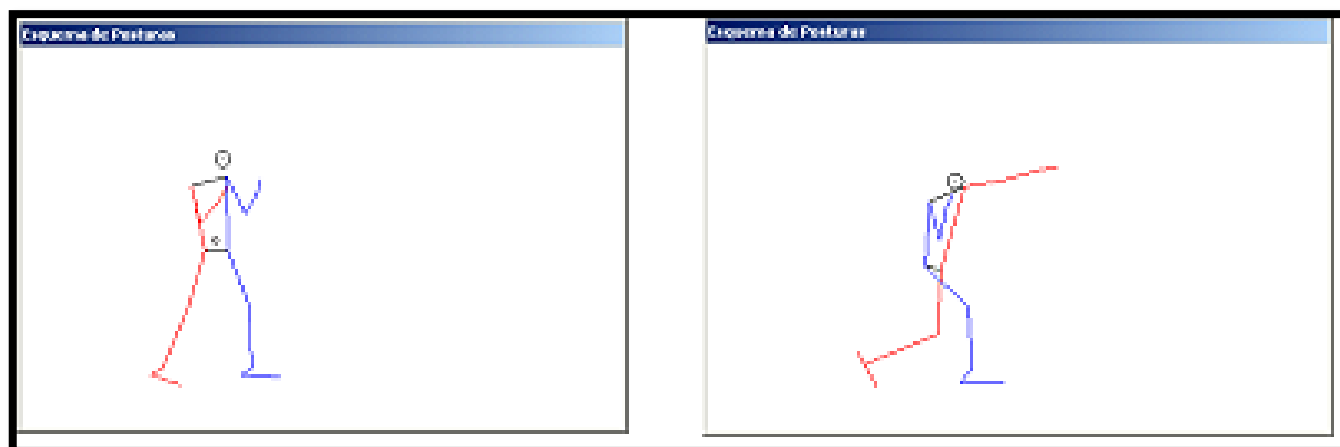
- 7mo momento de fuerza: rotación del brazo que ejecuta la acción.
ÁNGULOS EN LA EJECUCIÓN DEL GOLPE RECTO DE BOXEO.

Imagen 6. Lateral de la ejecución del golpe recto de Boxeo.



Fuente: Sánchez (1999).

Imagen 7. Lateral de la ejecución del golpe recto de Boxeo vista desde un software de análisis biomecánico.



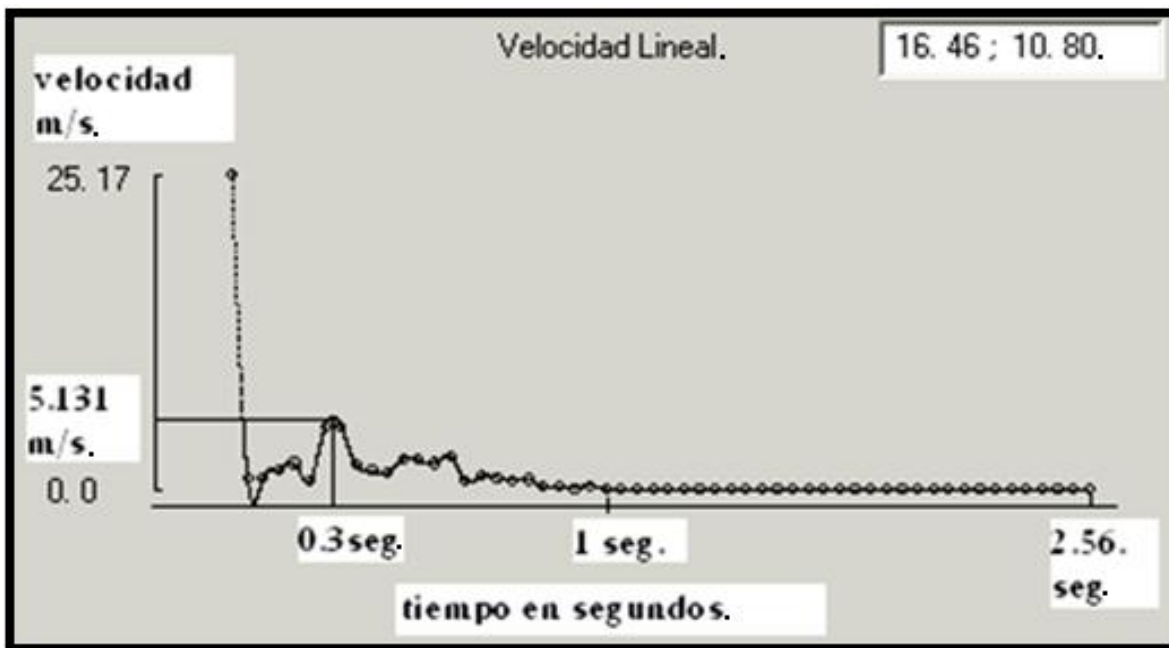
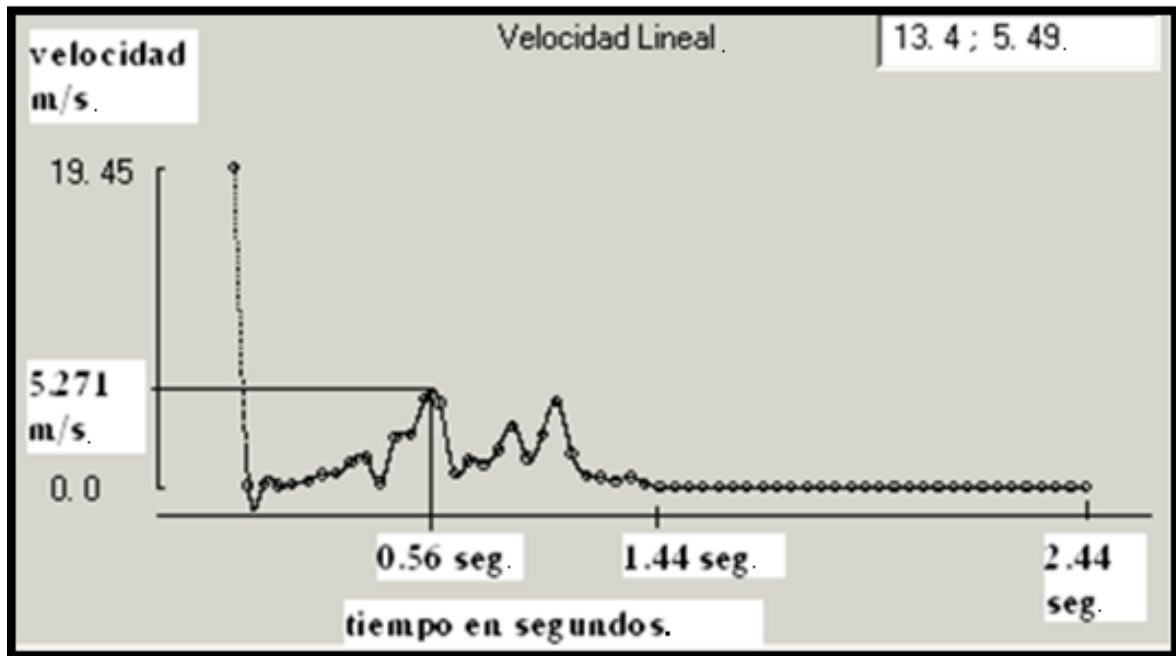
Fuente: Sánchez (1999).

Tabla 2. Esquema de postura del golpe recto anterior a la cara, con los ángulos de este gesto deportivo.

GOLPE.	PORCIÓN.	ANGULO INICIAL.	ANGULO FINAL.
RECTO POSTERIOR A LA CARA.	brazo/antebrazo.	133.17.	161.565.
	tronco/muslo.	161.477.	170.017.
	pierna/muslo.	150.141.	123.404.
	pie/pierna.	86.103.	94.696.

Fuente: Sánchez (1999).

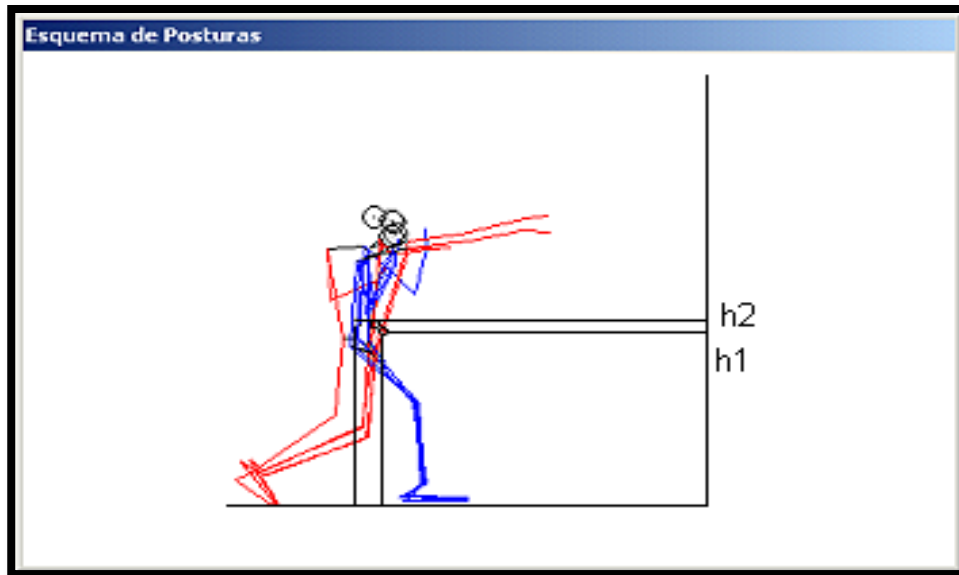
Gráficos 2 y 3. Velocidad de ejecución del golpe recto de Boxeo.



Fuente: Sánchez (1999).

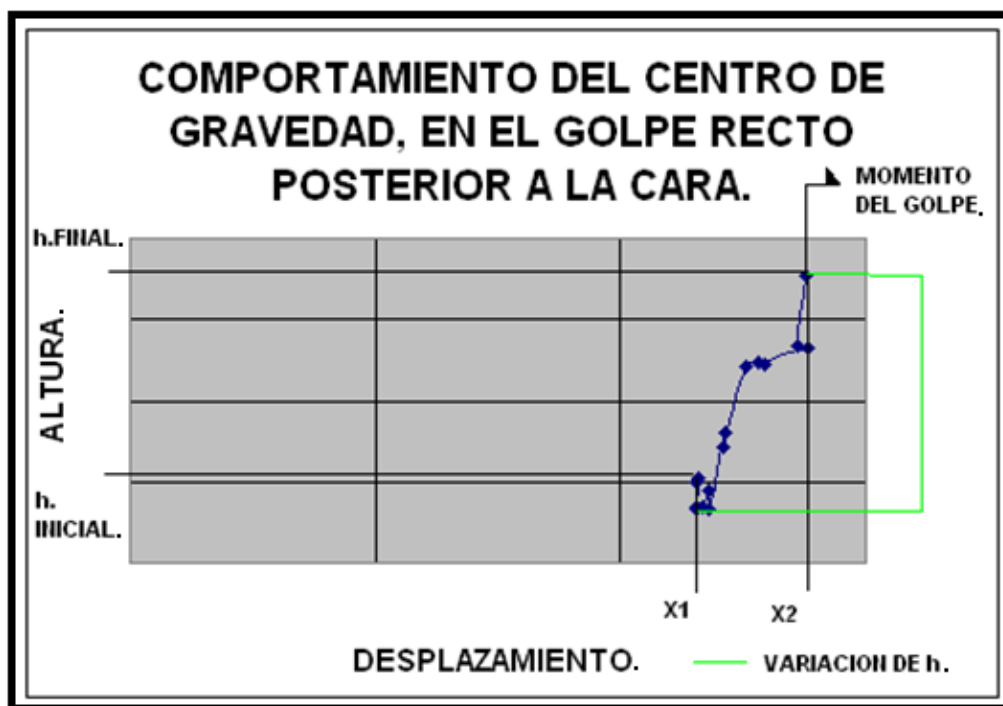
Recto anterior a la cara. Velocidad máxima. 5.131 m/s recto posterior a la cara velocidad máxima 5.271 m/s. 2.6% de asimetría más lento que el golpe posterior (Sánchez, 1999).

Imagen 8. Lateral de la ejecución del golpe recto de Boxeo y el comportamiento del centro de gravedad, vista desde un *software* de análisis biomecánico.



Fuente: Sánchez (1999).

Gráfica 4. Comportamiento del centro de gravedad durante el golpe recto de Boxeo.



Fuente: Sánchez (1999).

Es recomendable que el centro de gravedad este más bajo dentro de un polígono de sustentación mayor en el momento del golpe, buscando estabilidad, ya que cuando se recibe una fuerza perturbadora -golpe- el desequilibrio no sea tal que ocurra una posible caída (Sánchez, 1999).

2.3.4. POTENCIA.

Según el diccionario de la Real Academia (2001), potencia es un trabajo realizado por una fuerza en la unidad de tiempo y se mide en vatios.

En física potencia es la cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo.

2.3.5. POTENCIA MUSCULAR.

Es la realización de fuerza con una exigencia asociada de tiempo mínimo. Es el caso de los saltos, donde para lograr un máximo resultado la fuerza deberá ser aplicada velozmente (Martínez, 2002).

Depende de la fuerza pura, la coordinación, la velocidad de contracción de la musculatura y el respeto de los principios biomecánicos que rigen el movimiento (Giraldes, 1992).

Para Giraldes (1992), el entrenamiento de la potencia existen las siguientes posibilidades:

- Aumento de la fuerza pura.
- Perfeccionamiento de la coordinación.
- Relación entre la fuerza y el tiempo.

La Ley de Hill (1939), dice que a mayor carga menor velocidad y esto se comprueba a medida que vamos acercándonos al máximo de fuerza -1 R.M- en donde el movimiento se hace cada vez más lento.

A medida que progresa el rendimiento se reduce el tiempo para aplicar fuerza y la única solución para mejorar el rendimiento es mejorar la relación fuerza-tiempo, es decir, aplicar más fuerza en menor tiempo (González, 2007).

Asimismo, González (2007) indica que la relación fuerza tiempo se expresa a través de la curva fuerza-tiempo -C f/t-. Esta curva puede utilizarse, para mediciones estáticas o dinámicas y propone que las modificaciones positivas en la C f/t se producen cuando la curva se desplaza hacia la izquierda y arriba, lo que significa que para producir la misma fuerza se tarda menos tiempo o que en el mismo tiempo se alcanza más fuerza. Cualquier modificación que se produzca en la C f/t vendrá reflejada también en la curva fuerza-velocidad -C f/v- y viceversa. Si los resultados de una medición de fuerza se expresan a través de la curva fuerza-velocidad, las modificaciones positivas se producen cuando la curva se desplaza hacia arriba y a la derecha, y esto significa que la misma resistencia se desplaza a mayor velocidad o que a la misma velocidad se desplaza mayor resistencia. Producir mayor fuerza en menor tiempo -C f/t- es lo mismo que desplazar la misma resistencia a mayor velocidad -C f/v-. De la misma manera, alcanzar más fuerza en el mismo tiempo (misma velocidad) es lo mismo que desplazar una resistencia mayor a la misma velocidad.

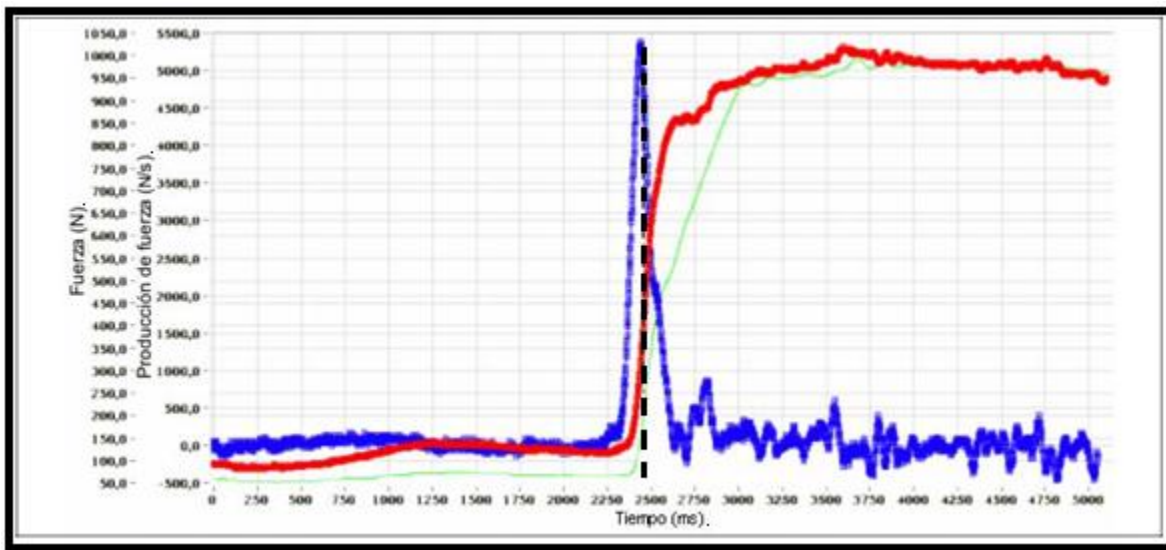
Según González (2007), si se hicieran infinitas medidas de la producción de fuerza en la unidad de tiempo -fuerza explosiva- entre dos puntos de la C f/t, se encontraría que existe un momento en el que la producción de fuerza por unidad de tiempo es la más alta de toda la curva. El tiempo en el que se mide esta producción de fuerza es en la práctica de 1 a 10 ms. Cuando en la literatura internacional se necesita utilizar este término, la "*rate of forcé development*" se expresa con RFD máxima -RFD máx. O MRFD-. A este valor de fuerza explosiva se le llama lógicamente, fuerza explosiva máxima -FEmáx.-, y se define como la máxima producción de fuerza por unidad de tiempo en toda la producción de fuerza, o la mejor relación fuerza tiempo de toda la curva. Sería por lo tanto, el punto de máxima pendiente. Si se mide la fuerza estática o si se mide la fase estática de una acción dinámica, la FEmáx se produce a los 100ms de iniciar la

producción de fuerza, coincidiendo, lógicamente, con la fase de máxima pendiente de la curva.

La FEmáx tiene características especiales, pues en el momento de alcanzar esta máxima producción de fuerza por unidad de tiempo se está manifestando la fuerza muy próxima al 30% de la fuerza isométrica máxima -FIM- que el sujeto alcanzará en la misma activación voluntaria máxima que se está ejecutando y midiendo (Hakkinen y col. 1984).

De acuerdo a lo planteado anteriormente, en esta investigación se procuró calcular la FMI lograda en el gesto técnico golpe recto de boxeo, aplicando fuerza máxima isométrica a la barra de la máquina Powermerlo, para luego trabajar durante el periodo de entrenamiento de 4 semanas con los diferentes porcentajes calculados a partir de esta expresión de fuerza -FMI-.

Gráfico 5. Medición directa de la fuerza isométrica máxima -línea roja- y producción de fuerza en la unidad de tiempo -línea azul- en un press de banca.



Fuente: González (2007).

Gráfico 5. Medición directa de la fuerza isométrica máxima -línea roja- y producción de fuerza en la unidad de tiempo -línea azul- en un press de banca. La línea negra discontinua marca el momento en el que se produce el pico de producción de fuerza

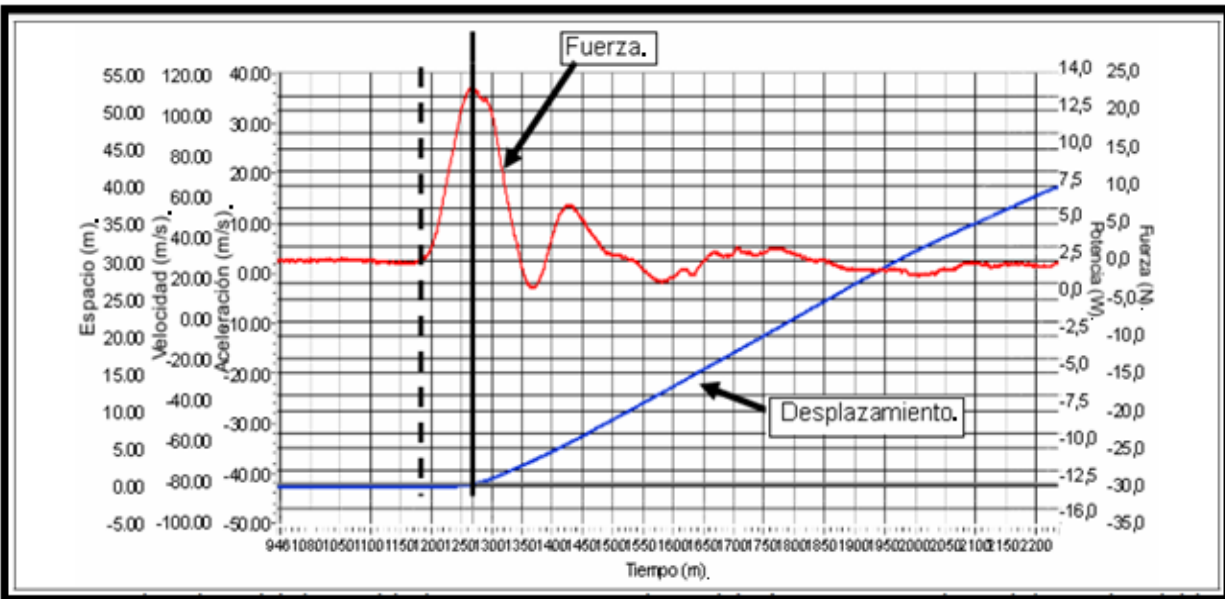
en la unidad de tiempo (fuerza explosiva máxima) y el valor de fuerza que ha alcanzado el sujeto en ese momento.

En el gráfico 5, González (2007) presenta la medición directa de la FIM y producción de fuerza en la unidad de tiempo en un *press* de banca. El pico máximo de producción de fuerza se alcanza cuando el sujeto está aplicando 311 N, que representa el 30,4 % del pico máximo de la fuerza isométrica, que es de 1021 N. El tiempo transcurrido hasta el pico máximo de producción de fuerza es de 103 metros.

Durante una acción dinámica, antes de iniciar el desplazamiento de una resistencia se deberá aplicar, una fuerza mayor a la que representa la propia resistencia, de lo contrario el peso no se moverá. Entonces si la resistencia es superior al 30% de la FIM del ejecutante, antes de que se inicie el desplazamiento ya se habrá podido aplicar la fuerza necesaria como para alcanzar un valor de producción de fuerza por unidad de tiempo equivalente a la FEmáx. Si por el contrario, la resistencia fuera inferior a dicho 30% de la FIM, el cuerpo empezaría a moverse antes de haber aplicado la fuerza necesaria para producir la FEmáx., por lo que el valor máximo de la FEmáx. ya no se podrá alcanzar, debido a que el cuerpo empieza a desplazarse y la fuerza aplicada por unidad de tiempo será menor cuanto mayor sea la velocidad de desplazamiento. González (2007) concluye que la FEmáx. se produce en la fase estática de cualquier desplazamiento de una resistencia, y que si la resistencia es muy pequeña no se va a poder alcanzar dicha FEmáx.

En el caso del Boxeo, el guante pesa 8 Oz. por lo que el boxeador en el gesto técnico estudiado nunca alcanzará la FEmax. sólo hasta impactar a su adversario el cual si puede representar el 30% de su FMI.

Gráfico 6. Medición directa de la fuerza y el desplazamiento en un ejercicio de *press* de hombro.



Fuente: González (2007).

Según Faulkner (1986) la potencia máxima que puede generar un deportista, está en relación directa con el por ciento de fibras rápidas -FT- y lentas -ST- que posee, aunque como término medio, cuando se analiza la curva de potencia se observa que el pico de máxima potencia se obtiene con fuerzas máximas al 30% de la fuerza isométrica máxima (Edgerton y col., 1986; Faulkner y col., 1986) y velocidades próximas al 30-31% de la máxima velocidad absoluta (Herzog, 2000; Herzog y Ait-Haddou, 2003). Si las variables que condicionan la potencia máxima son la fuerza y la velocidad, e incrementando alguna de estas dos variables en su expresión máxima se modificaría la curva de f/v , entonces las estrategias para aumentar la potencia muscular pueden ser:

1. Aumentar la fuerza máxima.
2. Aumentar la velocidad máxima.
3. Distintas combinaciones de estas dos opciones.

Algunos autores han propuesto bajo el principio de especificidad del efecto del entrenamiento que la carga más idónea para el desarrollo de la máxima potencia

mecánica sería el 30% de la fuerza isométrica máxima (Kaneko y col., 1983; Wilson y col., 1993).

La carga con la que se alcanza la máxima potencia está relacionada con el tipo de ejercicio que se realice. En los ejercicios mono articulares se establece cerca del 30% de la fuerza isométrica máxima (Kaneko y col., 1983), y entre el 30 y el 45% de 1 RM (Moss y col., 1997), mientras que poliarticulares los valores oscilan entre el 10 y el 80% (Baker, 2001; Baker y col., 2001; Behm y Sale, 1993; Garhammer, 1993; Cronin y col., 2001; Mayhew y col., 1997; Rahmani y col., 2001; Izquierdo y col., 2002; Moss y col., 1997; Siegel y col., 2002; Stone, M.H y col., 2003). Por lo general, los porcentajes con los que se alcanza la máxima potencia en ejercicios poliarticulares son más altos que en los monoarticulares, y dentro de los poliarticulares, los que presentan porcentajes más altos son los que se realizan con la parte inferior del cuerpo: 50-70% para la sentadilla y 40-60% para el press de banca para los mismos sujetos, Siegel y col., (2002, citado por González, 2007).

En el caso de esta investigación se trata de un ejercicio poli articular con predominancia de esfuerzo en el tren superior pero con participación activa de todo el cuerpo. El ejercicio con el que se entrenó a los boxeadores que participaron en este estudio tiene la particularidad de no ejercer la fuerza contra la gravedad sino frontalmente, siendo quien soporta el peso gravitatorio de los discos de acero una barra ubicada verticalmente sobre un eje. Por lo que los porcentajes de máxima potencia debieron ser definidos considerando este soporte extra mediante cálculos matemáticos de acuerdo a la teoría de los momentos de fuerza.

Otra particularidad que posee el uso de esta máquina es que la fuerza externa ofrecida por la resistencia inercial de los discos que caen sobre la barra disminuye a medida que esta avanza sobre el eje angularmente hacia el suelo. Esto es debido a la suma de fuerza gravitatoria ocurrida por la inclinación de la barra que ofrece una mayor longitud de palanca mientras más se aproxima al suelo, con lo que la fuerza gravitatoria se ve favorecida, facilitando el esfuerzo del ejecutante a medida que se aleja la barra del mismo.

Esta facilitación ofrece la posibilidad de incrementar la velocidad de ejecución manteniendo una elevada la frecuencia neural colaborando así con la mejora de la velocidad -teoría de la facilitación neuronal-.

2.3.6. APLICACIÓN DE LA FUERZA EN LA MÁQUINA POWERMERLO.

La máquina es un sistema de palanca de tercer orden. En ella se carga la resistencia a vencer en la parte superior de la barra que es sostenida por un eje horizontal en forma de T. Esta barra ubicada verticalmente soporta la fuerza gravitatoria de los discos de acero que representan la resistencia a vencer.

Cuando el ejecutante toma la barra desde su posición perpendicular no necesita realizar fuerza alguna, debido a que encontrándose la barra en este ángulo, soporta todo el peso gravitatorio de los discos colocados en ella. Sólo cuando el ejecutante tracciona la barra con su brazo desde posición extendido, hasta flexionarlo completamente va a comenzar a hacer fuerza en el cambio de dirección extendiendo nuevamente el brazo para empujar la barra hacia adelante.

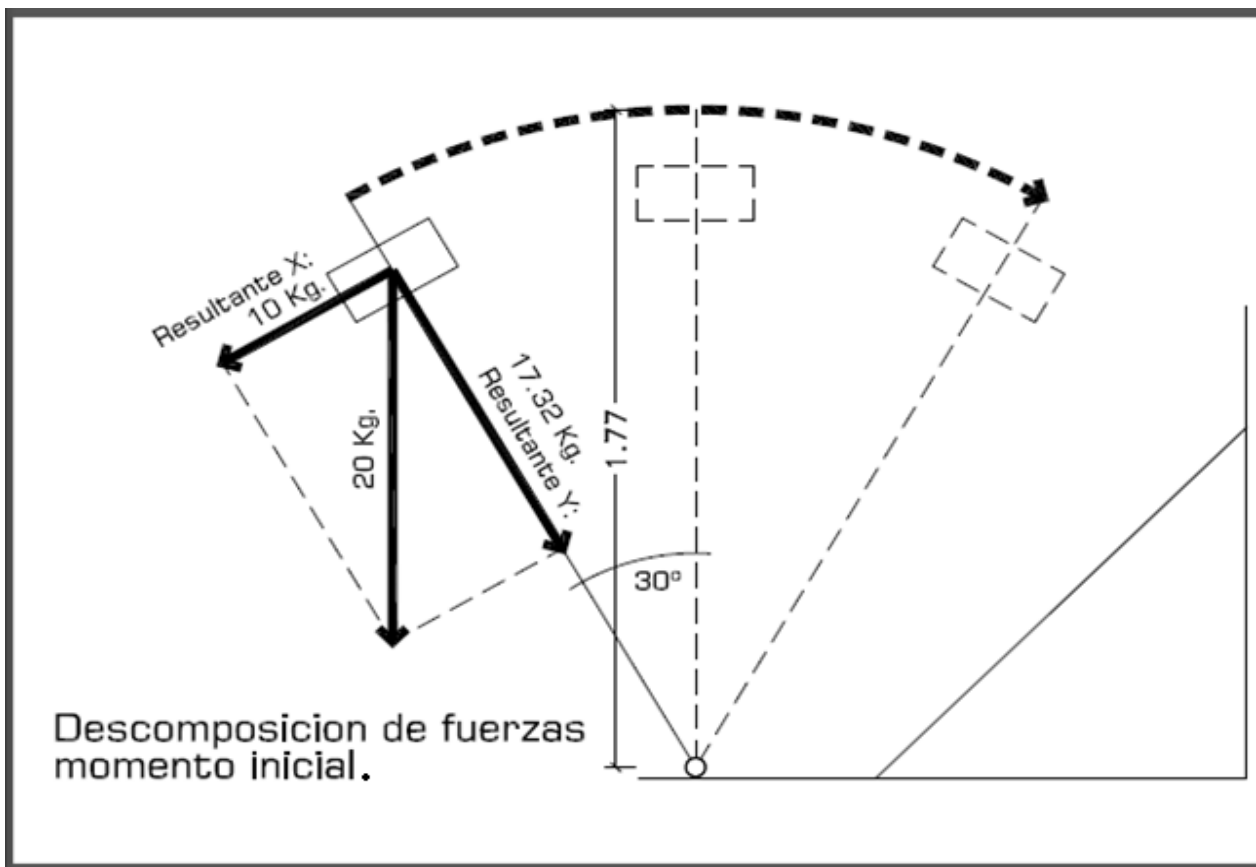
Se midió el ángulo recorrido de la barra desde la posición perpendicular hasta la tracción total en todos los participantes de esta investigación y el promedio de ángulo recorrido fue de 30°. Con el dato anterior se pudo calcular la fuerza representativa de los discos colocados sobre la barra para ese ángulo, a través de una descomposición rectangular, aplicando la siguiente función trigonométrica:

Fuerza aplicada = Seno 30° x kilogramos.

Por lo que trabajar con 20 Kg sobre la barra representa realizar una fuerza de 10kg.

- $X = \text{Seno } 30^\circ \cdot 20 \text{ Kg.}$
- $X = 0.5 \cdot 20\text{Kg.}$
- $X = 10\text{kg.}$

Gráfico 7. Descomposición de fuerzas en el momento inicial de la ejecución del empuje en la máquina Powermerlo.



Fuente: Elaboración propia.

El hecho de tener que traccionar la barra y luego rápidamente cambiar de dirección las fuerzas para empujarla colabora en la mejora de la fuerza haciendo de este ejercicio un entrenamiento pliométrico, por aprovechar la fuerza elástica acumulada en los tendones (Gilles, 1998), por lo cual se puede decir que es un ejercicio pliométrico, balístico, explosivo. Para aprovechar los beneficios de esta característica del ejercicio, es aconsejable pedirle al ejecutante que al momento de realizar el ejercicio lo haga de forma explosiva tanto en la tracción como en el empuje para aprovechar la fuerza elástica acumulada en los tendones y que la misma no se disipe como calor.

Imagen 9. Ejecución del ejercicio pliométrico, balístico, explosivo con la máquina Powermerlo.



Fuente: Elaboración propia.

2.3.7. PALANCA DE TERCER ORDEN.

La palanca es una máquina simple que tiene como función transmitir una fuerza. Está compuesta por una barra rígida que puede girar libremente alrededor del fulcro -punto de apoyo- (Miralles, 1998).

Se puede utilizar para amplificar la fuerza mecánica que se aplica a un objeto, para incrementar la distancia recorrida o su velocidad, en respuesta a la aplicación de una fuerza (Walker, Feldmann y King, 2002).

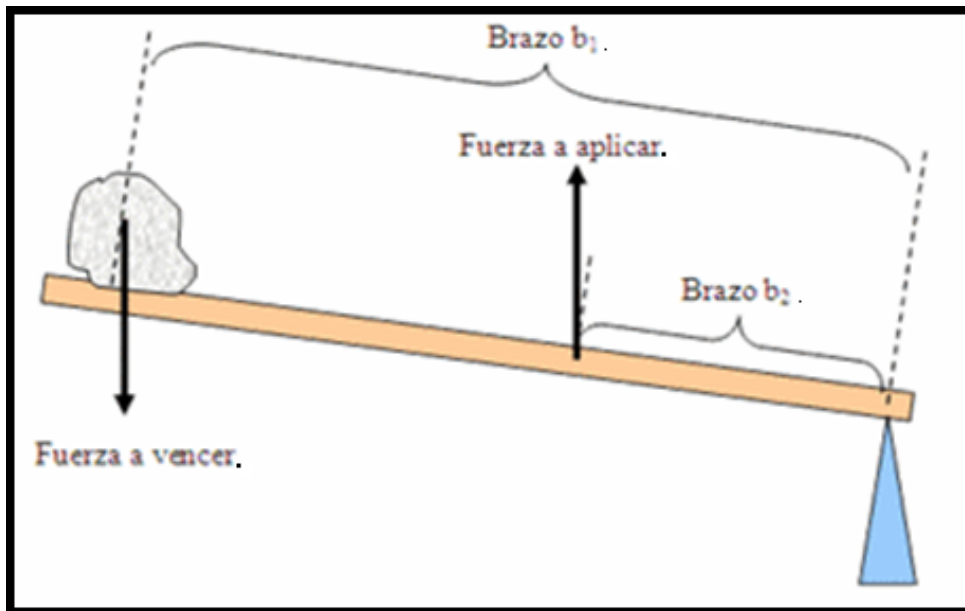
En Física, la fórmula de la palanca es: $F1 \cdot b1 = F2 \cdot b2$.

Llamando F1 a la fuerza a vencer y F2 a la fuerza a aplicar y recordando que b1 es la distancia entre el fulcro y la fuerza a vencer y b2 la distancia entre el fulcro y el lugar donde se ha de aplicar la fuerza F2 (Walker, Feldmann y King, 2002).

La fuerza que se aplica, llamada Potencia, permite levantar un peso -Carga- o vencer una Resistencia.

Palanca de tercer orden.

Imagen 10. Sistema de palanca de tercer orden.



Fuente: Walker, Feldmann y King (2002).

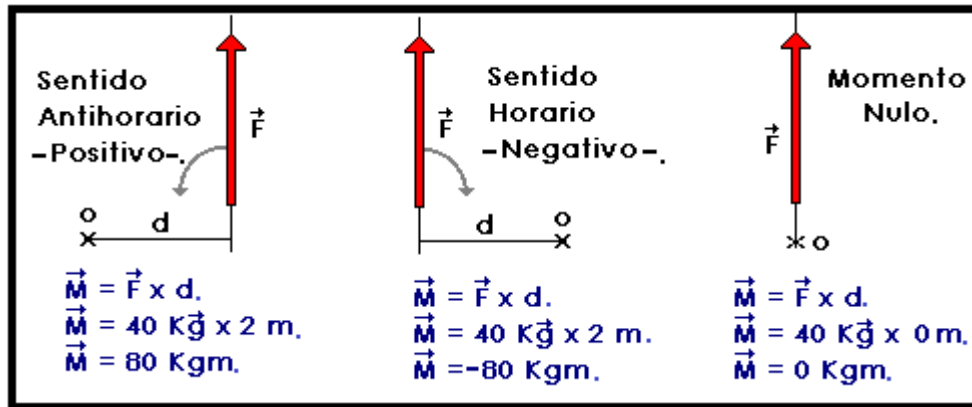
2.3.8. MOMENTO DE FUERZA.

Se denomina momento de una fuerza respecto de un punto, al producto vectorial del vector posición r de la fuerza por el vector fuerza F . $M = r \times F$.

Un momento de fuerza se define matemáticamente como el producto de la fuerza aplicada por la distancia entre la fuerza y el punto alrededor del cual gira el objeto (Burbano E., Burbano G. y García, 2006).

El momento puede ser positivo o negativo, según la posición relativa del punto respecto de la fuerza:

Imagen 11. Momento positivo o negativo según la posición relativa del punto de fuerza.



Fuente: Walker, Feldmann y King (2002).

El momento es positivo si el punto se encuentra a la izquierda de la fuerza -sentido anti horario desde la fuerza hacia el punto-, y negativo en sentido horario. La posición del punto debe tomarse teniendo en cuenta el sentido de la fuerza. El momento de la fuerza -M- respecto a O, es el vector que expresa la intensidad del efecto de giro con respecto a un eje de rotación que pase por O (Burbano E., Burbano G. y García, 2006).

Asimismo, Burbano E., Burbano G. y García (2006) exponen que la distancia de F al eje de giro es r. el ángulo α es el que forma la dirección de la fuerza con r. se puede tomar en su lugar el ángulo que forma con su prolongación, $\text{sen } \alpha = \text{sen } -180 - \alpha$ y nos indican que el valor del momento de una fuerza es el producto de la fuerza por la distancia más corta -la perpendicular- desde su dirección al eje de giro. Su dirección es perpendicular al plano formado por F y r y su sentido es el del avance del tornillo que gire con el sentido con que atornilla la F.

$$\text{Dado que: } r \cdot \text{sen } \alpha = d; M = F \cdot d.$$

Con la teoría del momento angular, más la de descomposición rectangular de fuerzas se pudo calcular la fuerza inicial que debe desarrollar el ejecutante al momento de empujar la barra, midiendo pesos, ángulos y alturas.

El hecho de medir sólo el primer momento de fuerza donde se rompe la inercia del objeto, se debe a que el golpe recto de Boxeo tiene un tiempo de ejecución muy breve, que va de 125 a 160 milésimas de segundo, este tiempo de ejecución hace que se deba enfocar la atención en las primeras milésimas de segundo del gesto, cuando se rompe la inercia de la barra, los siguientes momentos de fuerza van a ser facilitados por la fuerza inercial con la que se desplaza el puño.

El siguiente gráfico nos muestra la cinética de la fuerza máxima aplicada con diferentes porcentajes de 1 RM. A partir de esta gráfica se puede inferir por medio del tiempo de aplicación de la fuerza en el golpe recto de Boxeo, que es un gesto que utiliza predominantemente la fuerza rápida, motivo por el cual este estudio se centró en el primer momento de aplicación de la fuerza de empuje (Naclerio, 2008).

Gráfica 8. Cinética de la fuerza máxima aplicada con diferentes porcentajes de 1 RM.



Fuente: Naclerio (2008).

CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO.

Con vista a poder determinar el efecto generado en la potencia del golpe recto de Boxeo se aplicó un grupo de instrumentos, métodos y técnicas que permitieron analizar los resultados obtenidos en el proceso de la presente investigación. Los aspectos considerados en el proceso de investigación fueron:

3.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

Es un cuasi experimento con un pre test y un pos test para el análisis de los resultados.

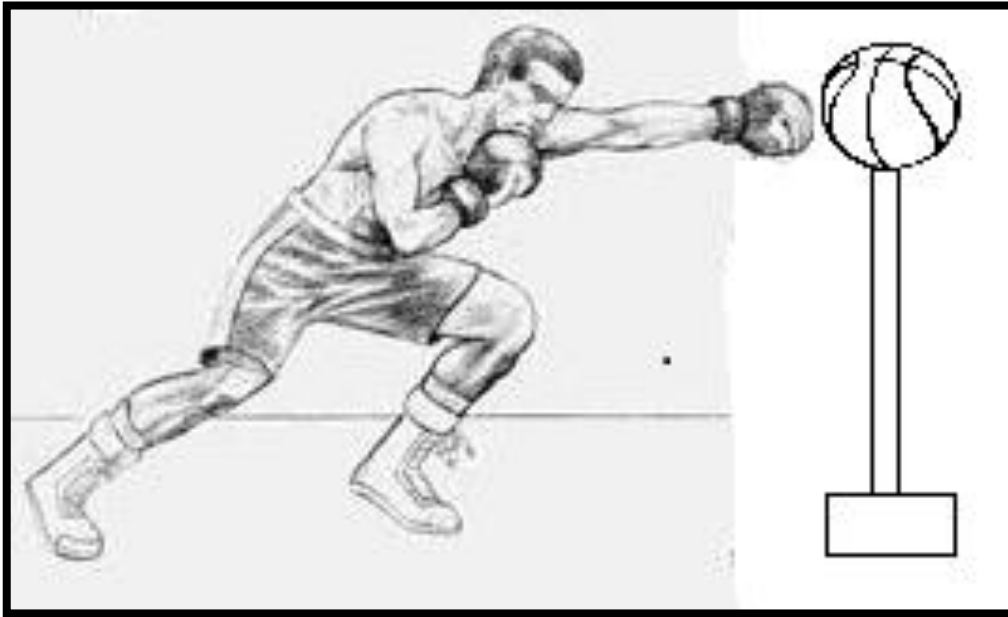
3.2. UNIVERSO O POBLACIÓN.

Está constituida por 14 Boxeadores profesionales con más de 3 años de experiencia, y con una edad promedio de $23,5 \pm 3,22$.

3.3. INSTRUMENTOS.

Para medir la potencia se utilizó el test desarrollado por Scurzi (2003) que consta en impactar un balón de básquet con un golpe recto de Boxeo. El balón se ubica sobre un poste a la altura del hombro del ejecutante. En este test se toman los datos de la distancia recorrida, el tiempo trascurrido desde que el balón es golpeado hasta que toca por primera vez el suelo, el peso del balón y el coeficiente de restitución del balón. Estos datos incorporados a un Excel proporcionan el resultado del indicador externo de la potencia de impacto del golpe recto de Boxeo en cada golpe y su potencia promedio.

Imagen 12. Test de Scurzi.

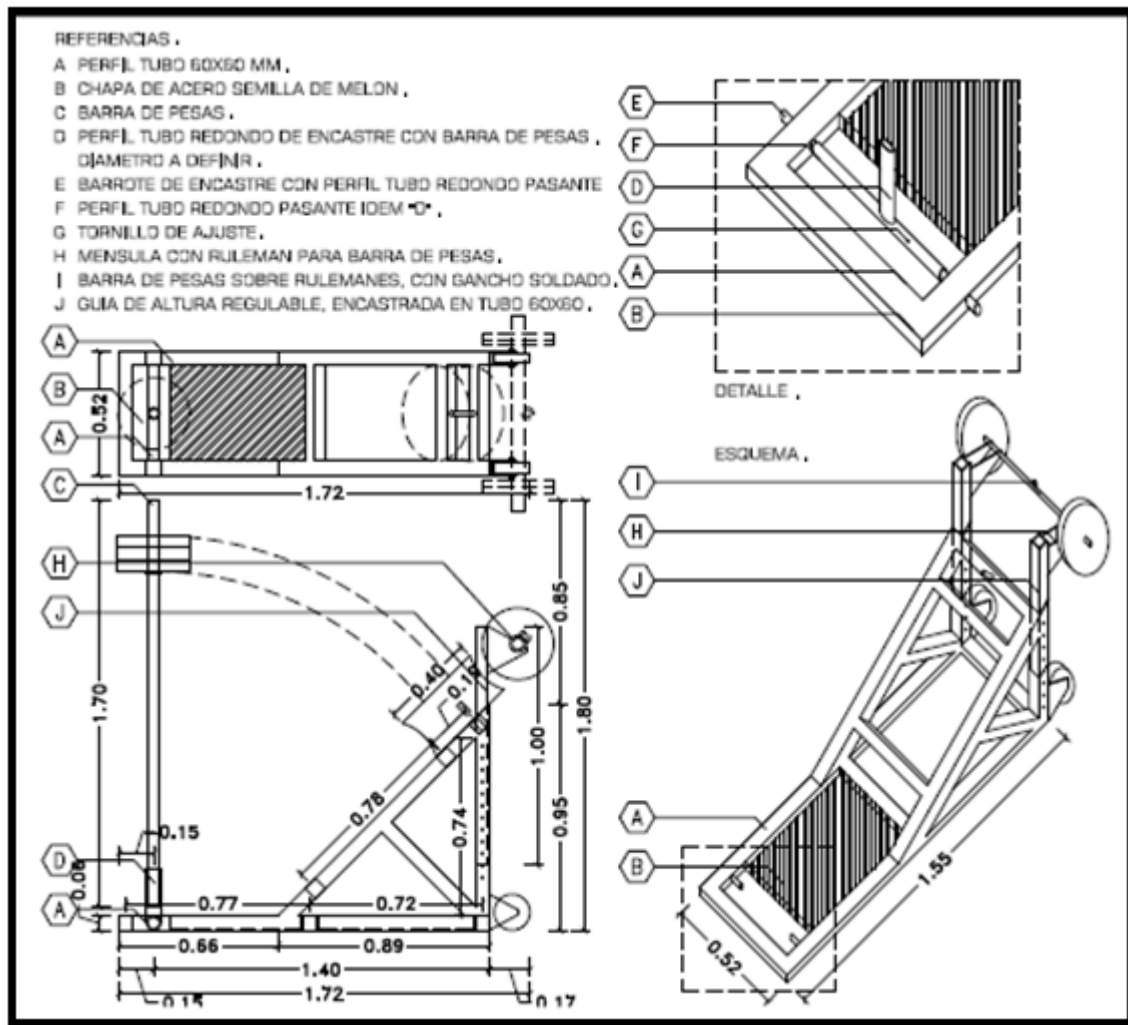


Fuente: Scurzi (2003).

Para determinar la zona de potencia máxima se evaluó la fuerza máxima isométrica aplicada en este aparato y se infirió a partir de ahí la zona de máxima potencia teórica descrita por los autores (Baker y Newton, 2008).

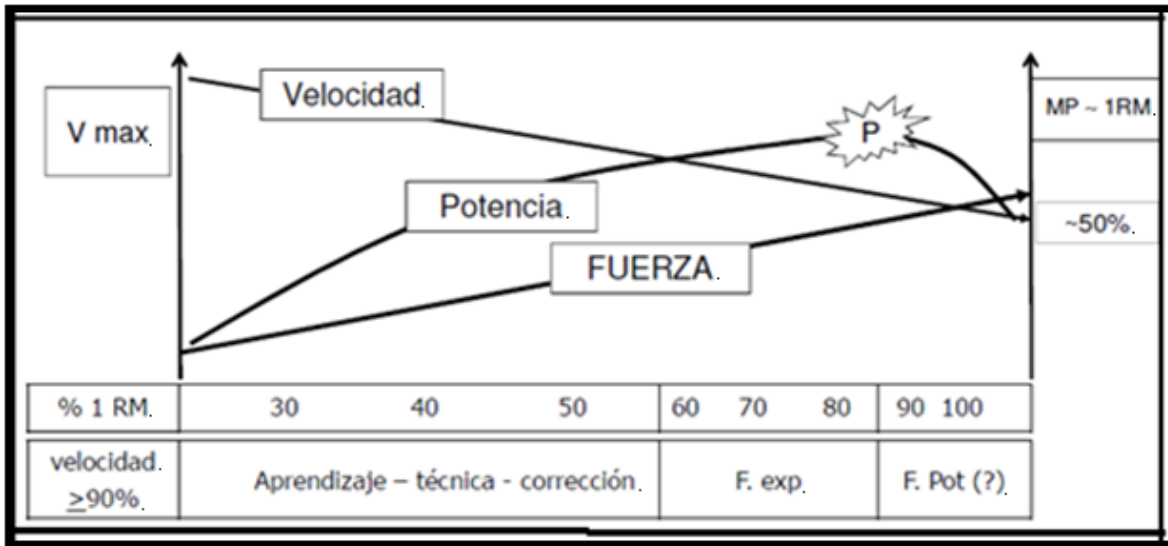
Los boxeadores realizaron un empuje isométrico máximo a la barra y se tomó el registro de la fuerza máxima isométrica mediante la implementación de un dinamómetro sujeto a un objeto fijo por un extremo y por el otro a la barra movilizada por el ejecutante.

Imagen 13. Máquina Powermerlo.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 9. Curva de potencia de Haff.



Fuente: Haff (2008).

Al entrenar en las zonas de potencia (Naclerio, 2008; Baker y Newton, 2008) se optimiza el estímulo neuromotor logrando maximizar las adaptaciones en esta cualidad física, no sólo por trabajar en la zonas de potencia sino también por hacerlo con una biomecánica similar a la del gesto deportivo y con una aceleración hasta el final por ser un elemento que permite ser arrojado.

3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

Empírico cuantitativo con análisis y síntesis, así como los métodos de nivel matemático y estadístico para la cuantificación y el procesamiento de los datos para su interpretación.

Técnica:

De medición.

3.5. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Investigación aplicada buscando dar solución a como entrenar la potencia del golpe recto de Boxeo.

3.6. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS.

Se utilizó una estadística inferencial de la variable analizada, efectuando el siguiente análisis: se midió la potencia de impacto del golpe, comparando los resultados antes y después del periodo de entrenamiento de 4 semanas. Las diferencias entre el pre-test y el pos-test del indicador de la potencia de impacto del golpe recto de Boxeo se analizó mediante la prueba T de *Student*, el cual es un Test de Hipótesis de comparación de dos medias poblacionales para muestras relacionadas (Brügger, Jeanneret y Kornberg, 1965).

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

Las diferencias significativas en la variable potencia de impacto entre el pre-test y el pos-test se establecieron con el análisis estadístico a través de la prueba T de Student para la comparación de medias de 2 muestras relacionadas, la cual se aplicó con base en los criterios de Zar (2009).

Para determinar si los datos se ajustan a la curva normal tomándose como valor $p \leq 0,05$, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks.

Prueba Shapiro-Wilks.

Valores-P Shapiro-Wilks= 0,4598 y 0,5292.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor o igual a 0,05, no se puede rechazar la idea de que los datos de potencia de impacto de ambos test provienen de una distribución normal con 95% de confianza.

Prueba T de Student.

Análisis de diferencia significativas entre los pre-test y los post-test de los indicadores de potencia de impacto del golpe recto de Boxeo.

Muestras Pareadas -Pre test y pos test-.

A través del programa estadístico *Statgraphics Centurion* (2006), se evaluaron las diferencias significativas entre dos muestras de datos que fueron colectados agrupados como parejas.

Resumen Estadístico para los datos arrojados.

En el pre test y pos test del periodo de entrenamiento físico de potencia.

Tabla 3. Resumen Estadístico para los datos arrojados.

	Col_1	Col_2
Recuento	14	14
Promedio	6,76636	7,79357
Desviación Estándar	0,942862	1,28948
Coefficiente de Variación	13,9346%	16,5455%
Mínimo	4,999	6,06
Máximo	8,28	10,24
Rango	3,281	4,18
Sesgo Estandarizado	-0,849889	0,642295
Curtosis Estandarizada	-0,135678	-0,633261

PRE TEST Y POS TEST DEL PERIODO DE ENTRENAMIENTO FÍSICO DE POTENCIA.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 3 muestra el estadístico para los datos arrojados en el pre test y post test del periodo de entrenamiento físico de potencia. Incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal.

Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar cualquier prueba estadística con referencia a la desviación estándar.

En este caso, ambos valores de sesgo estandarizado se encuentran dentro del rango esperado. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado.

Prueba t para comparar medias.

- Hipótesis nula: $media1 = media2$.
- Hipótesis Experimental: $media1 <> media2$.

Suponiendo varianzas iguales: $t = -2,40606$.

Valor-P = 0,0235312.

Se rechaza la hipótesis nula para $p \leq 0,05$.

El StatAdvisor.

Esta opción ejecuta una prueba-t para comparar las medias de las dos muestras. También construye los intervalos, o cotas, de confianza para cada media y para la diferencia entre las medias.

De interés particular es el intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde -1,90478 hasta -0,149648.

Puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95,0%.

También puede usarse una prueba-t para evaluar hipótesis específicas acerca de la diferencia entre las medias de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras.

En este caso, la prueba se ha construido para determinar si la diferencia entre las dos medias es igual a 0,0 versus la hipótesis alterna de que la diferencia no es igual a 0,0. Puesto que el valor-P calculado es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis nula en favor de la alterna.

Prueba de hipótesis para el pre test y post test:

Hipótesis Nula: diferencia entre medias = 0,0.

Hipótesis Experimental: no igual.

Estadístico t calculado = -2,40605.

Valor-P = 0,0235316.

Rechazar la hipótesis nula para $p \leq 0,05$.

Debido a que el valor-P [0,0235316] para esta prueba es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis nula con más de un 95,0% de confianza.

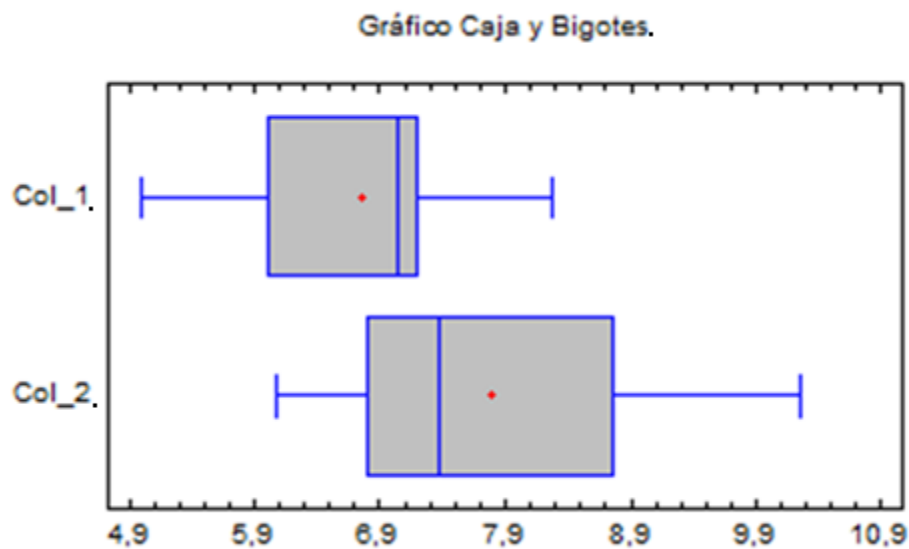
Así el valor de p o la significación estadística es de 0,0235316, valor menor a 0,05, lo que significa que existen bajas probabilidades de que las muestras vengan de una misma población.

Hipótesis nula: no existen diferencias significativas entre la potencia promedio de ambos grupos -o al decirlo de otra manera: ambos grupos pertenecen a la misma población-. $p \leq 0,05$.

Hipótesis experimental: existen diferencias significativas entre la potencia promedio de los grupos -o al decirlo de otra manera ambos grupos pertenecen a las distintas poblaciones-. $p \leq 0,05$.

Los resultados de nuestro estudio nos llevarían a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis experimental.

Gráfica 10. Medias aritméticas con sus barras de error estándar.



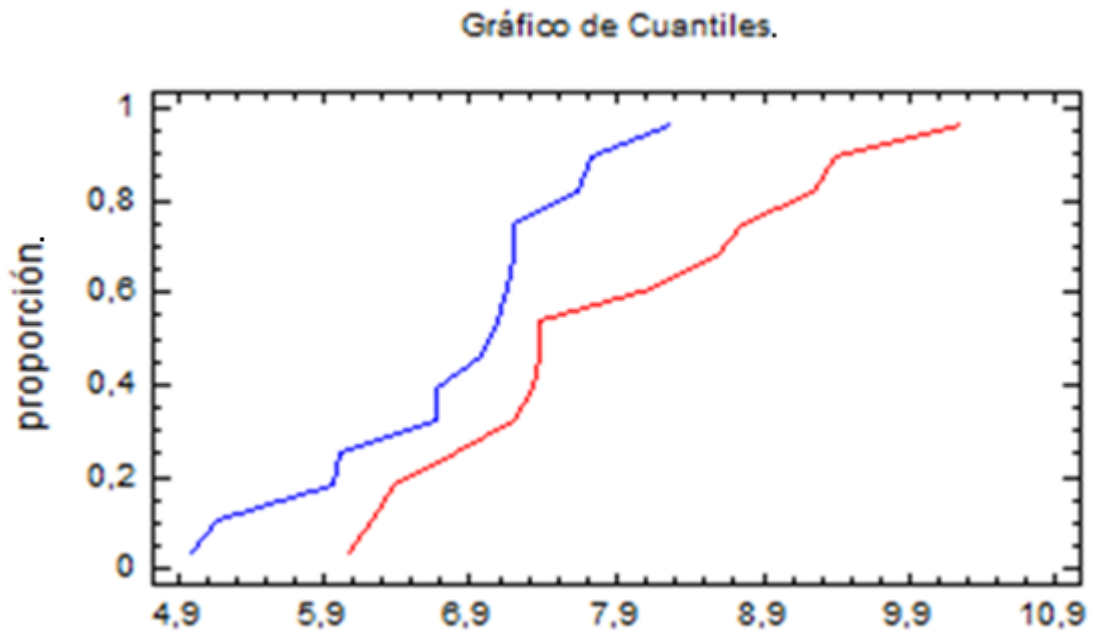
Fuente: Elaboración propia.

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS.

Los resultados expresan una diferencia significativa con una $-p \leq 0.05-$ entre el indicador de potencia de impacto del golpe recto de Boxeo entre el pre-test y el pos-test con mejoras en las marcas correspondientes al pos-test.

Los boxeadores mejoraron significativamente $-p \leq 0.05-$ la potencia de impacto de su golpe recto de Boxeo, por lo que se verifica la hipótesis propuesta.

Gráfica 11. Comportamiento de la potencia de impacto del golpe recto de Boxeo antes y después del periodo de entrenamiento de potencia.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Mejora de la potencia del golpe recto de Boxeo.

Boxeador.	Pre test.	Post test.	% de mejora.
1	5,18	6,06	16,99
2	6,98	6,80	-2,52
3	4,999	6,24	24,82
4	7,15	8,75	22,38
5	6	7,34	22,33
6	7,09	7,19	1,41
7	7,73	9,4	21,60
8	7,64	8,58	12,30
9	8,28	9,24	11,59
10	7,2	7,37	2,36
11	6,66	10,24	53,75
12	5,96	8,14	36,58
13	7,2	7,37	2,36
14	6,66	6,39	-4,05

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Porcentajes de mejora de la FMI en el gesto técnico del golpe recto de Boxeo.

BOXEADORES	FMI antes.	FMI después.	% de mejoras.
	Kg.	Kg.	%
X1	20	24,00	20
X2	26	40,00	53,85
X3	26	37,00	42,31
X4	41	50,00	21,95
X5	27	33,00	22,22
X6	33	45,00	36,36
X7	30	45,00	50,00
X8	37	55,00	48,65
X9	30	44,00	46,67
X10	40	52,00	30,00
X11	37	45,00	21,62
X12	26	35,00	34,62
X13	23	30,00	30,43
X14	30	43,00	43,33

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Comportamiento de las variables, velocidad de la pelota, del puño, energía cinética del golpe recto de Boxeo, fuerza y potencia aplicada en el test de Scurzi (2003) antes y después del periodo de entrenamiento.

1ER TEST.			2DO TEST.		
X1 Antes.			X1 Después.		
POTENCIA:	6,98	Watts.	POTENCIA:	6,80	Watts.
X2 Antes.			X2 Después.		
POTENCIA:	5,18	Watts.	POTENCIA:	6,06	Watts.
X3 Antes.			X3 Después.		
POTENCIA:	4,99	Watts.	POTENCIA:	6,24	Watts.
X4 Antes.			X4 Después.		
POTENCIA:	6	Watts.	POTENCIA:	7,34	Watts.
X5 Antes.			X5 Después.		
POTENCIA:	7,09	Watts.	POTENCIA:	7,19	Watts.
X6 Antes.			X6 Después.		
POTENCIA:	7,73	Watts.	POTENCIA:	9,4	Watts.
X7 Antes.			X7 Después.		
POTENCIA:	7,64	Watts.	POTENCIA:	8,58	Watts.
X8 Antes.			X8 Después.		
POTENCIA:	8,28	Watts.	POTENCIA:	9,24	Watts.
X9 Antes.			X9 Después.		
POTENCIA:	6,3	Watts.	POTENCIA:	7,37	Watts.
X10 Antes.			X10 Después.		
POTENCIA:	9,95	Watts.	POTENCIA:	10,24	Watts.
X11 Antes.			X11 Después.		
POTENCIA:	5,96	Watts.	POTENCIA:	8,14	Watts.
X12 Antes.			X12 Después.		
POTENCIA:	7,2	Watts.	POTENCIA:	7,37	Watts.
X13 Antes.			X13 Después.		

POTENCIA:	6,66	Watts.	POTENCIA:	6,39	Watts.
X14 Antes.	X14 Después.				
POTENCIA:	7,15	Watts.	POTENCIA:	8,75	Watts.

Tabla 6. Comportamiento de la variable, potencia aplicada en el test de Scurzi (2003) antes y después del periodo de entrenamiento.

Fuente: Elaboración propia.

4.3. DISCUSIÓN.

El promedio de mejora de los 14 boxeadores fue de 15,85%, lo cual se considera una mejora significativa para un plan de 4 semanas de entrenamiento en comparación con los logros obtenidos en trabajos publicados con similar tiempo de aplicación y estructura de trabajo (Hammet, y Hey, 2004).

Se lograron producir mejoras estadísticamente significativas en la potencia de impacto del golpe recto de Boxeo aplicando un entrenamiento de potencia durante un periodo de 4 semanas estimulado esta adaptación a través de la máquina Powermerlo.

En el transcurso de esta investigación se desarrolló un análisis del Boxeo actual, además se establecieron las capacidades condicionales necesarias para la práctica de este deporte.

Gracias al análisis del movimiento elaborado en las investigaciones consultadas se pudo fundamentar el golpe recto de Boxeo desde la Biomecánica y la Física.

A través de un test de campo desarrollado por Scurzi (2003), se analizó la potencia de impacto del golpe recto de Boxeo de cada participante del experimento.

Con la colaboración de profesionales del área de la ingeniería y herrería se pudo diseñar y elaborar una máquina que permite entrenar la potencia de impacto del golpe recto de Boxeo respetando la biomecánica del gesto deportivo y su aceleración balística.

Se logró elaborar y ejecutar un método de entrenamiento de potencia que se ajustó a los tiempos con los que se contaba entre competencia.

Se pudo aceptar la hipótesis planteada, con bases en los resultados estadísticos arrojados en la comparativa entre un pre test y un pos test.

Los puntos más destacables de la investigación fueron el hecho de poder incrementar la potencia de impacto del golpe recto de Boxeo en el periodo de tiempo de 4 semanas, cuestión fundamental en el ámbito deportivo moderno. En estas épocas el calendario deportivo de los boxeadores es manejado por la posibilidad de televisar sus peleas, generalmente cuando el boxeador es mediático, la televisora se interesa por transmitir sus combates y el tiempo que transcurre desde una función a otra es dictada por el tiempo que dura el impacto mediático, el cual se encuentra medido por los agentes de márketing y ventas de las empresas interesadas. Estas cuestiones tan particulares afectan el lapso destinado para entrenar entre peleas, a las que se debe adaptar la planificación deportiva.

Otro aspecto a destacar en el estudio, son los resultados estadísticos obtenidos, el valor probabilístico arrojado en el análisis de la variable fue 0,02353120, como es menor a 0,05, se rechazó la hipótesis nula con más de un 95,0% de confianza.

Durante la implementación del plan de entrenamiento los boxeadores comentaron que sintieron golpear con más fuerza al realizar sus prácticas regulares de impactos a los costales o manopleo. Esta referencia parece importante en cuanto a la motivación en el entrenamiento, ya que al sentir durante el proceso de entrenamiento las mejoras ocasionadas por el mismo, los boxeadores se ven motivados a trabajar con mayor energía.

CONCLUSIONES.

A través de la realización de esta investigación se pudo diseñar una máquina que respeta la biomecánica del gesto motor y permite la determinación del efecto generado en la potencia del golpe recto de Boxeo.

El presente estudio comprobó que es posible mejorar la potencia de impacto del golpe recto de Boxeo en un periodo de entrenamiento de 4 semanas estimulado con la máquina Powermerlo, obteniéndose mejoras altamente significativas en la comparativa del indicador externo de potencia de impacto antes del periodo de entrenamiento y después del mismo.

Durante la elaboración del presente estudio se lograron varios objetivos específicos que colaboraron a la resolución del objetivo general de investigación, los cuales fueron:

- Se pudo realizar un análisis complejo del Boxeo actual, iniciando el mismo con la definición del deporte, una breve historia de su evolución, la descripción de sus técnicas defensivas, de ataque, contraataque, etc., así como una explicación de la idiosincrasia de las competencias boxísticas, los elementos más utilizados para el entrenamiento del Boxeo y la fundamentación desde la teoría de las capacidades condicionales en la preparación física del boxeador.
- También se estableció el golpe recto de Boxeo desde la biomecánica y la física, elaborando una descripción detallada de la técnica haciendo énfasis en el recorrido angular de las articulaciones involucradas en el golpe recto de Boxeo, los músculos participantes, cambios de altura sobre el centro de gravedad durante la ejecución técnica y las diferentes expresiones de fuerza que se reflejan en el golpe recto de Boxeo.
- Se determinó la potencia de impacto del golpe recto de Boxeo de cada participante antes y después del periodo de entrenamiento por medio de la implementación de un test elaborado por Scurzi (2003).

- Se logró diseñar y aplicar un método de entrenamiento de potencia que pudo ajustarse a los tiempos con los que se cuenta entre competencia de Boxeo, mejorando la potencia de impacto del golpe recto de Boxeo a través de las mejoras neurológicas logradas en las fases iniciales del entrenamiento.
- Se pudo fabricar una máquina que respeta la biomecánica del golpe recto de Boxeo, la cual colabora en la resolución de la falta de especificidad existente en cuanto a los medios y métodos para el desarrollo físico deportivo.

La mejora del indicador de potencia de impacto del golpe recto de Boxeo lograda a través de la implementación del método de desarrollo físico efectuado mediante la utilización de la máquina Powermerlo con el ejercicio que esta ofrece, constituye un aporte sustancial al campo de las ciencias del ejercicio dentro del área de los deportes de combate.

El hecho que la potencia de impacto del golpe recto de Boxeo mejore en el tiempo con el que se cuenta para su desarrollo le da valor científico y justifica la esta investigación.

RECOMENDACIONES.

Sería oportuno investigar la posibilidad de incrementar la potencia a través de la utilización de la máquina Powermerlo, en algunos otros movimientos específicos pertenecientes a otros deportes, como el Esgrima, el lanzamiento de la bala, o inclusive otras técnicas de ataque propias del Boxeo como el golpe cruzado.

De igual manera podría investigarse los efectos físicos obtenidos en la utilización de esta máquina, si se le agregan bandas elásticas o algún sistema de resortes que ofrezcan una resistencia controlada para que el ejecutante pueda entrenar la tracción de forma explosiva y en posición de pie, siendo esta una oportunidad importante para el incremento de la fuerza explosiva en deportes como el Judo, Jiu-jitsu, entre otros.

Al tratarse de una máquina nueva es oportuno abarcar la mayor gama de posibilidades en su utilización, por lo cual se recomienda investigar cómo reaccionan las adaptaciones corporales a otros tipos de entrenamiento, tanto de fuerza útil como de las demás expresiones de fuerza.

De igual forma es posible combinar el trabajo de entrenamiento físico de fuerza que ofrece esta máquina con alguna otra variable como puede ser la dieta, la suplementación, visualización, hora del entrenamiento, o comprobar las adaptaciones por otros medios más directos como una electromiografía, evaluaciones químicas sanguíneas, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Adams, K; O'Shea, J; O'shea, K. y Climstein, M. (1992). The effects of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *J. of Appl. Sport Sci. Research*, 6.1: 36-41.

Aguado, X. (1993). Eficacia y técnica deportiva. Análisis del movimiento humano (1ra. Ed.). Barcelona: INDE.

Astrand, P. y Rodahl, K. (1992). Fisiología del trabajo físico (3era. Ed.). Madrid: Panamericana.

Baker, D. (1996). *Improving Vertical Jump Performance through general, special and specific strength training: A brief Review*. *J. Strength Cond. Res*, 10.

Baker, D. y Newton, R. (2008). Métodos para Incrementar la Efectividad del Entrenamiento de la Potencia Máxima para el Tren Superior. *PubliCE Standard*. 22/12/2008. Pid: 1070.

Baker, D. (2001). Comparison of upper-body strength and power between professional and college-aged rugby league players. *J. Strength Cond. Res*. 15:30–35. 2001.

Baker, D; Nance S. y Moore M. (2001). The load that maximizes the average mechanical power output during jump squats in power-trained athletes. *J. Strength Cond. Res*. 15:92–97. 2001.

Balmaseda, A. (2009). Escuela cubana de Boxeo - su enseñanza y preparación técnica (1ra. Ed.). La Habana: Wanceulen.

Behm, D. y Sale, D. (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *J. Appl. Physiol*. 74(1): 359-368.

Betancur, C. (1999). La forma deportiva en la competición moderna. *Revista Educación física y deporte*, 20, (2).

Brügger, A; Jeanneret, P; Kornberg, H. y varios. (1965). Tablas científicas (1ra. Ed.). Basilea, Suiza: J. R. Geigy S.A.

Burbano de Ercilla, S; Burbano, G; y García, M. (2006). Física General (32a. Ed.). Madrid: Tébar.

Clutch, D; Wilton, B; McGown, M. y Byrce, G. (1983). The effect of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 54, 5- 10.

Cronin, J; Mcnair, P; y Marshall, R. (2001). Developing explosive power: A comparison of technique and training. *J. Sci. Med. Sport.* 4:59–70.

De Hegedüs, J. (2010). *La planificación del entrenamiento deportivo* (1ra. Ed.). Buenos Aires: Stadium.

Duchateau, J. (2001). The characteristics and development of explosive power. AEFA.

Edgerton, V; Roy, R; Gregor, R. y Rugg, S. (1986). Morphological basis of skeletal muscle power output. En N.L. Jones, N. McCartney y A.J. McComas (ed.) *Human muscle power*. Champaign, Illinois. Human Kinetics.

Enoka, R. (1997). Neural adaptations with chronic physical activity. Recuperado de: [http://www.jbiomech.com/article/S0021-9290\(96\)00170-4/pdf](http://www.jbiomech.com/article/S0021-9290(96)00170-4/pdf)

Enoka, R. (2000). Neural contribution to changes in muscle strength. *Biomechanics in Sport*, Blackwell Science Ltd. Londres, pp. 3-20.

Evedar (Escuela Virtual de Entrenadores Deportivos hacia el Alto Rendimiento). (2011). *Boxeo 2011 Módulo 1*. México. Recuperado de: <http://www.sienli.com/sienli/default.aspx?idcli=3&idcur=15&ncur=Boxeo+2011+M%+f3dulo+1>

Fatouros, I; Jamurtas, A; Leontsini, D; Taxildaris, K; Aggelousis, N; Kostopoulos, N. y Buckenmeyer, P. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *J. Strength Condit. Research.* 14(4): 470-476.

Faulkner, J; Claffin, D. y McCully, K. (1986). Power output of fast and slow fibers from human skeletal muscles. En N.L. Jones y otros (editores) *Human muscle power*. Champaign, Illinois. Human Kinetics.

Fucci, S; Benigni, M. y Fornasari, V. (2003). *Biomecánica del aparato locomotor aplicada al acondicionamiento muscular* (4ta. Ed.). Barcelona: Doyma S.A.

García, M. (1996). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo (Principios y aplicaciones)* (1ra. Ed.). Madrid: Gymnos, Editorial Deportiva.

Garhammer, J. (1993). Review of power output studies of Olympic and powerlifting: methodology, performance prediction, and evaluation tests. *J. Strength Condit. Research.* 7(2): 76-89.

Gehri, D; Ricard, M; Kleiner, D. y Kirkendall, D. (1998). A comparison of plyometric techniques for improving vertical jump ability and energy production. *Journal Strength and Conditioning Research* 12(2) 85 – 89.

Gilles, C. (1998). *La Pliometría*. España: INDE.

Giraldes, M. (1992). Metodología de la educación física. Análisis de la formación física básica en los niveles escolares (1ra. Ed.). Buenos Aires: Stadium.

Gollnick, P; Pernow, B; Essen, B; Jansson, E. y Saltin, B. (1981). Availability of glycogen and plasma FFA for substrate utilization in leg muscle of man during exercise. *Clin. Physiol*, 1, 27-42.

González, B. (1991). Halterofilia. Comité Olímpico Español. Madrid.

González, B. (1997). Fundamentos del Entrenamiento de las Fuerza. Aplicación en Alto Rendimiento: Texto básico del Master Universitario de alto rendimiento deportivo del Comité Olímpico Español y la Universidad Autónoma de Madrid (3ra. Ed.). Madrid: INDE.

González, B. (2007). Consideraciones sobre la Manifestación y el Desarrollo de la Fuerza y la Potencia Muscular. Recuperado de: <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp> 04/04/2007.

González, H. (2006). El karate-do desde la óptica de la física mecánica. *Revista Digital Efdeportes*. 11. Recuperado de <http://www.efdeportes.com>

González, B; y Ribas, J. (2002). Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. Zaragoza: INDE.

Haff, G; Whitley, A y Potteiger, J. (2001). A brief review: Explosive exercises and sports performance. *Strength cond. J*, 23, 13-20.

Hakkinen, K; Alen, M. y Komi, P. (1984). Neuromuscular, anaerobic, and aerobic performance characteristics of elite power athletes. *Eur. J. Appl. Physiol.* 53:97-105.

Hammet, J. y Hey, W. (2004). Adaptaciones neuromusculares al entrenamiento balístico de corta duración (4 semanas) en atletas jóvenes entrenados. *PubliCE*. Recuperado de: <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp>. 06/10/04. Pid: 362.

Hedrick, A. y Anderson, J. (1996). The vertical jump: A review of the literature and a team case study. *Journal of Strength and Conditioning*, 22(5), 70–74.

Herzog, W. (2000). Mechanical properties and performance in skeletal muscles. En V.M. Zatsiorsky (Ed.).

Herzog, W. (2000). *Biomechanics in sport*. Londres. Blackwell Science.

Herzog, W y Ait-Haddou, R. (2003). Mechanical muscle models and their application to force and power production. En P.V. Komi (Ed.). *Strength and power in sport*: 154-183. Londres. Blackwell Science.

Hill, A. (1939). The mechanical efficiency of frog's muscle. *Proc. Roy. Soc. B*, 127, 434-451.

Hoffman, J; Cooper, J; Wendell M. y Kang J. (2006). Comparación de Programas de Entrenamiento de Levantamiento Olímpico vs. Programas de Entrenamiento Tradicional de Levantamiento de Potencia en Jugadores de Fútbol Americano. PubliCE. Recuperado de: <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp>. 26/04/06.

Holcomb, W; Lander, J; Rutland, R. y Wilson, D. (1996). The effectiveness of a modified plyometric program on power and the vertical jump. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 10 (2), 88–92.

Izquierdo, M; Hakkinen, K; González J; Ibáñez, J. y Gorostiaga, E. (2002). Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *Eur J Appl Physiol*, 87: 264–271.

Kaneko, M; Fuchimoto, T; Toji, H. y Suei, K. (1983). Efecto de Entrenamiento de diferentes cargas en la relación fuerza-velocidad y la potencia mecánica en el músculo humano. *Scand J Sports Sci.* (5) 50-55.

Kathleen, M; Bethany. A; Billie, L. y Lorraine, R. (2007). Efectos del Entrenamiento de la Fuerza de Alta Intensidad sobre el Dolor Reportado por Adultos Mayores. *G-SE Standard*. 13/08/2008. g-se.com/a/938/.

Komi, P. (1983). The influence of Muscle Fiber Compositions on Mechanical Aspects of Muscle Function. *Collected Papers on Sports Biomechanics*, Nedlands, W.A.

Lyttle, A; Wilson, G; Ostrowski, K y Murphy, A. (1995). Assessing dynamic performance: a comparison of rate of force development. *Journal of strength and conditioning research*. 9(3): 176-181.

Llano, J. (1973). *Manual sobre Técnica y Táctica del Boxeo* (1ra. Ed.). La Habana: INDER.

Lopategui, C. (2001). *Cinética del Movimiento Humano*. San Juan: Universidad Interamericana de PR - Metro, Facultad de Educación, departamento de Educación Física.

Manno, R. (1994). *Fundamentos del entrenamiento deportivo* (1ra. Ed.) Barcelona: Paidotribo.

Mayhew, J; Ware, J; Johns, R. y Bembem, M. (1997). Changes in upper body power following heavy-resistance strength training in college men. *Int. J. Sports Med.* (18) 516–520.

Martínez, L. (2002). *Pruebas de aptitud física* (1ra.ed.). Barcelona: Paidotribo.

Miralles, M. (1998). *Biomecánica clínica del aparato locomotor* (1ra. Ed.). Barcelona: Masson.

Moss, B; Refsnes, P; Ablidgaard, A; Nicolaysen, K. y Jensen, J. (1997). Efectos del entrenamiento de la fuerza máxima de esfuerzo con diferentes cargas de fuerza dinámica, área de sección transversal, la carga de energía y las relaciones de velocidad de carga. *Eur. J. Appl. Physiol.* (75) 193-199.

Naclerio, A. (2008). Entrenamiento de la fuerza en la práctica deportiva: Zonas de entrenamiento y ejercicios de prevención. PubliCE. Recuperado de: <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp.13/08/08>. Pid: 1018.

Naclerio, A. y Jiménez, G. (2005). Entrenamiento de la fuerza contra resistencias: como determinar las zonas de entrenamiento. *Revista Edudeporte*, 11. Recuperado de: www.edudeporte.ua.es

Newton, R. y Kraemer, W. (1994). Developing explosive muscular power: Implications for a mixed method training strategy. National Strength and Conditioning Association. 20-31.

Pila, T. (1985). La evaluación de la Educación Física y deportiva (1ra. Ed.) Madrid: Pila Teleña, S.L.

Planchard, E. (1966). Los test. Enciclopedia de la nueva educación. Madrid: Apis. Pag. 561-576.

Platonov, V. (1993). Teoría general del entrenamiento deportivo olímpico (1ra. Ed.) Barcelona: Paidotribo.

Potteiger, J; Lockwood, R; Haub, M; Dolezal, B; Alumzaini, K; Schroeder, J. y Zebas, C. (1999). Muscle power and fiber characteristic following 8 weeks of plyometric training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 13, 275- 279.

Pradet, M. (1999). La preparación física (1ra. Ed.). Madrid: INDE.

Rahmani, A; Viale, F; Dalleau, G. y Lacour, J. (2001). Force/velocity and power/velocity relationships in squat exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* (84)227–232.

Real Academia Española (2009). Diccionario de Real Academia Española (23va. Ed.). Madrid, España.

Ross, S. (2005). Introducción a la estadística (2da. Ed.). Barcelona: Reverté.

Sánchez, R. (1999). La técnica y el Boxeo. *Revista Acción* (ISCF) ISSN: (10a. Ed.). Cuba.

Scurzi, P. (2003). Estudio de la cantidad de movimientos de un gesto técnico de combate a través de un test de campo. Buenos Aires: Facultad de Ciencias Sociales – Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

Selye, H. (1978). *The Stress of Life*. New York: McGraw Hill.

Siegel, J; Gilders, R; Staron, R. y Hagerman, F. (2002). Human muscle power output during upper- and lower-body exercises. *J. Strength Cond. Res.* (16) 173–178.

Siff, M. (2004). *Supertraining*. Denver: Supertraining Institute.

Stone, M; O'Bryant, H; McCoy, L; Coglianese, R; Lehmkuhl, M. y Schilling, B. (2003). Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. *J. Strength Cond. Res.* (6ta. Ed.) (17) 140–147.

Tipler, P. y Mosca, G. (2003). *Física para la ciencia y la tecnología* (6ta. Ed.). Nueva York: Reverté.

Thortensson, A. y Karlsson, J. (1976). Fatigability and fiber composition of human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand*; 98.

Van Cutsem, M., Duchateau, J. Y Hainat, K. (1998). Changes in single motor unit behaviour contribute to the increase in contraction speed after dynamic training in humans. *J. of Physiology.* 513.1: 295-305.

Verhoshansky, Y. (2000). *Superentrenamiento* (1ra.Ed.). Barcelona: Paidotribo.

Wagner, D. y Kocak, M. (1997). A multivariate approach to assessing anaerobic power following a plyometric training program. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 11(4), 251–255.

Walker, S; Feldmann, R. y King, A. (2002). *Palancas* (2da. Ed.). Minneapolis: Lerner.

Watkins, J. (1999). *Structure and function of the Musculoskeletal system* (2da. Ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total* (1ra.Ed.). Barcelona: Paidotribo.

Wilson, G.J; Newton, R; Murphy, A. y Humphries, B. (1993). Carga de entrenamiento óptimo para el desarrollo del rendimiento deportivo dinámico. *Medicina y Ciencia en el Deporte y el Ejercicio* 25 (11): 1279-1286.

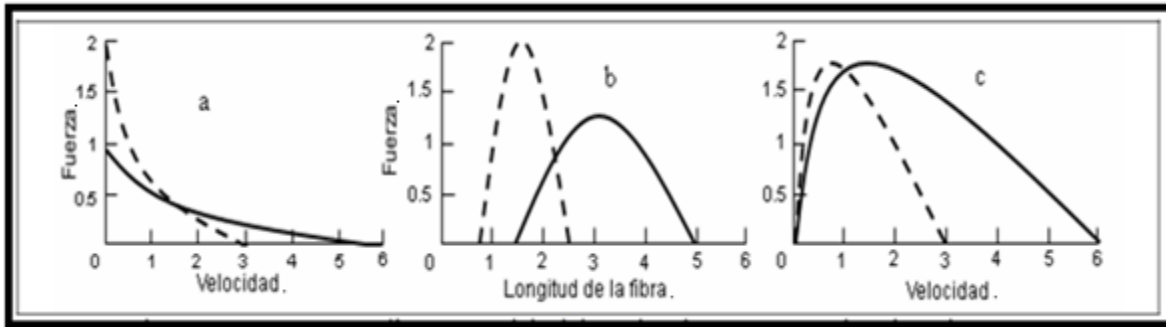
Zar, J. (2009). *Biostatistical Analysis*. 5th Edition, Prentice Hall, p 960.

Zatsiorsky, V. (1995). *Science and practice of strength training* (2da. Ed.). Champaign: Human Kinetics.

Zhelyazkov, T. (2001). *Bases del entrenamiento deportivo* (1ra.Ed.). Barcelona: Paidotribo.

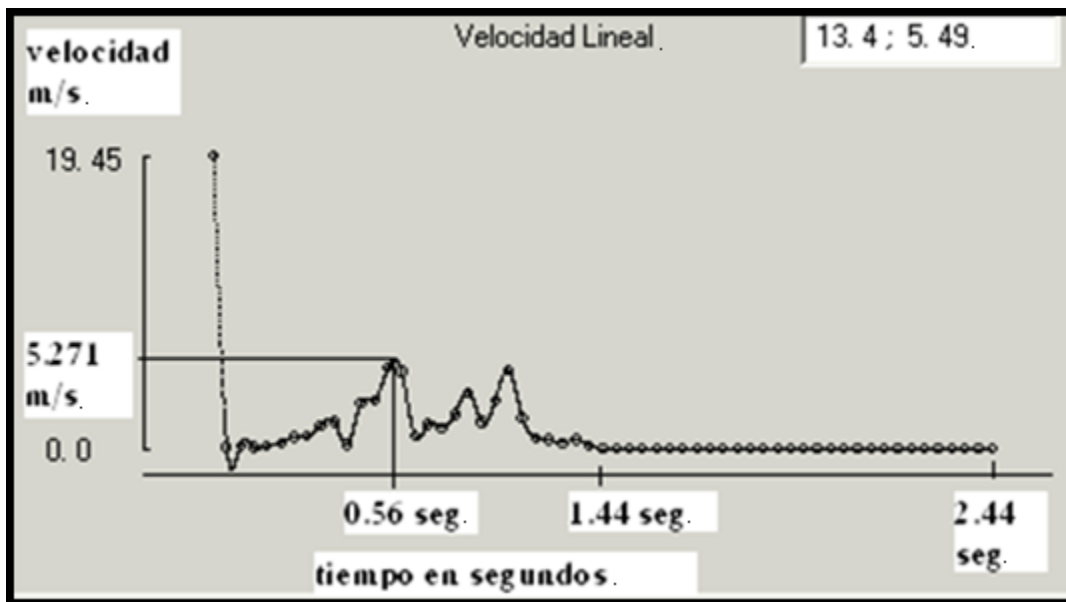
LISTA DE GRÁFICOS.

Gráfica 1. Curvas de Fuerza.

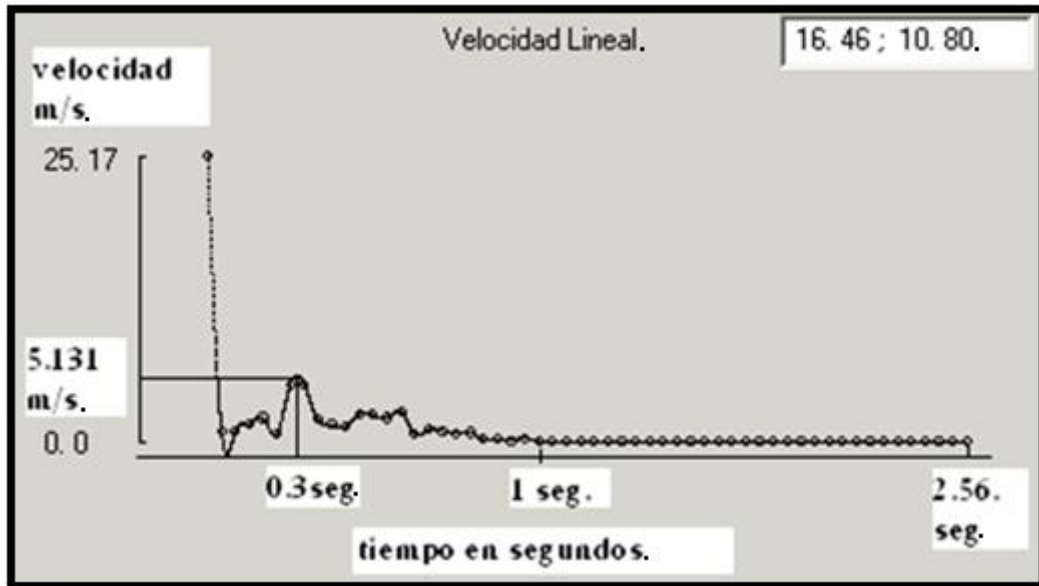


1. Curvas de Fuerza -Velocidad para músculos con diferente disposición de fibras. Longitudinal transversal -Las líneas continuas representan a fibras con 2 unidades de longitud y 1 sección transversal. Las líneas discontinuas representan a fibras con 1 unidad de longitud y 2 de sección transversal (González, 2007).

Gráfica 2 y 3. Velocidad de ejecución del golpe recto de Boxeo.

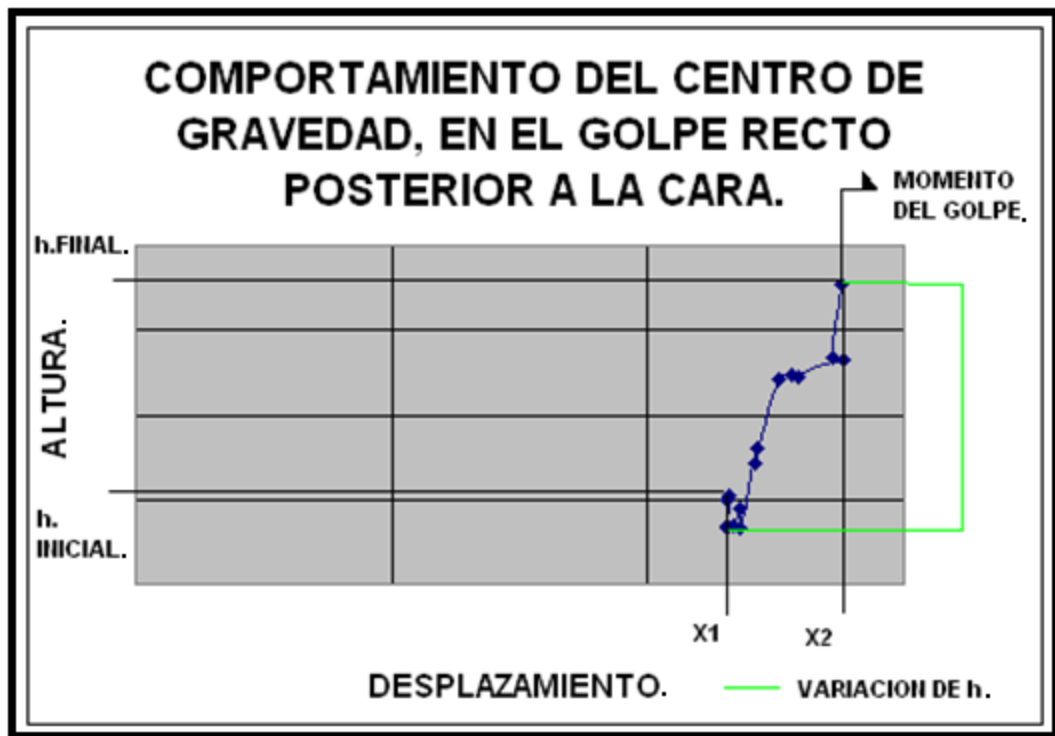


2. Gráficos de la velocidad de ejecución del golpe recto de Boxeo (Sánchez, 1999).



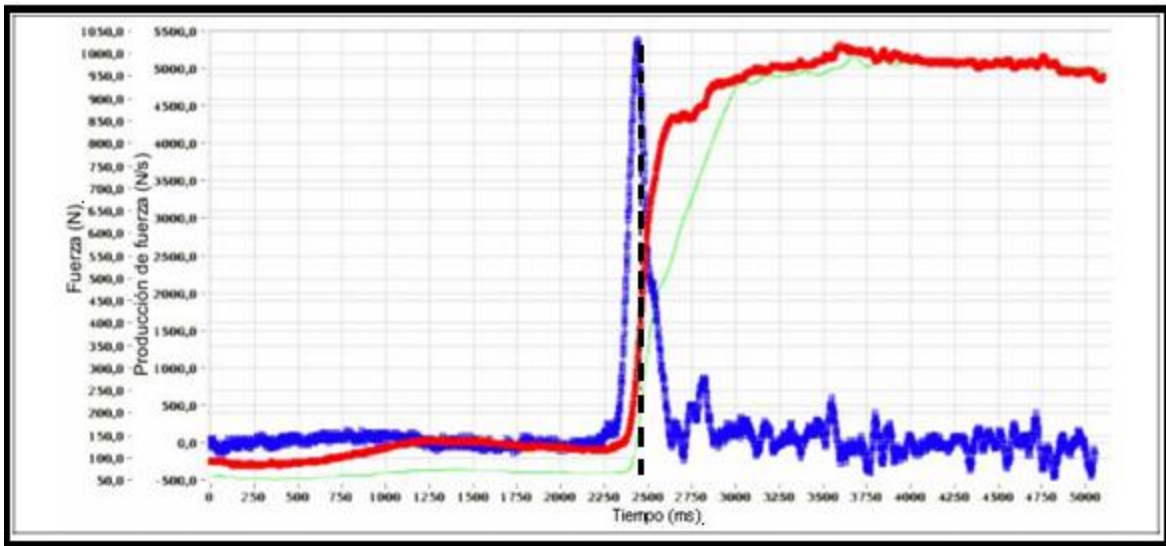
3. Gráficos de la velocidad de ejecución del golpe recto de Boxeo (Sánchez, 1999).

Gráfica 4. Comportamiento del centro de gravedad durante el golpe recto de Boxeo.



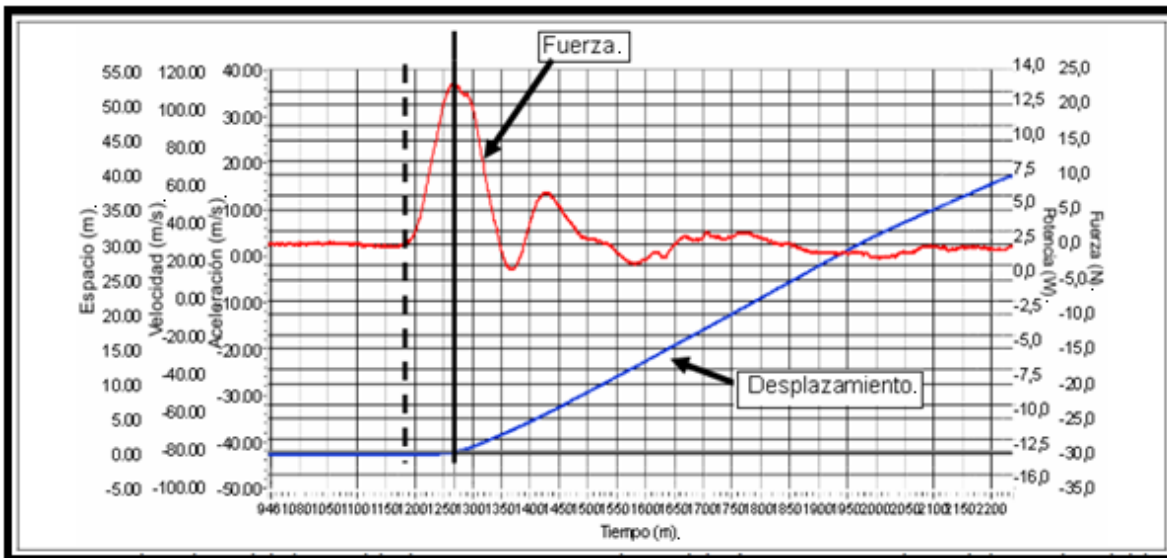
4. Gráfico del comportamiento del centro de gravedad durante el golpe recto de Boxeo (Sánchez, 1999).

Gráfica 5. Medición directa de la fuerza isométrica máxima -línea roja- y producción de fuerza en la unidad de tiempo -línea azul- en un *press* de banca.



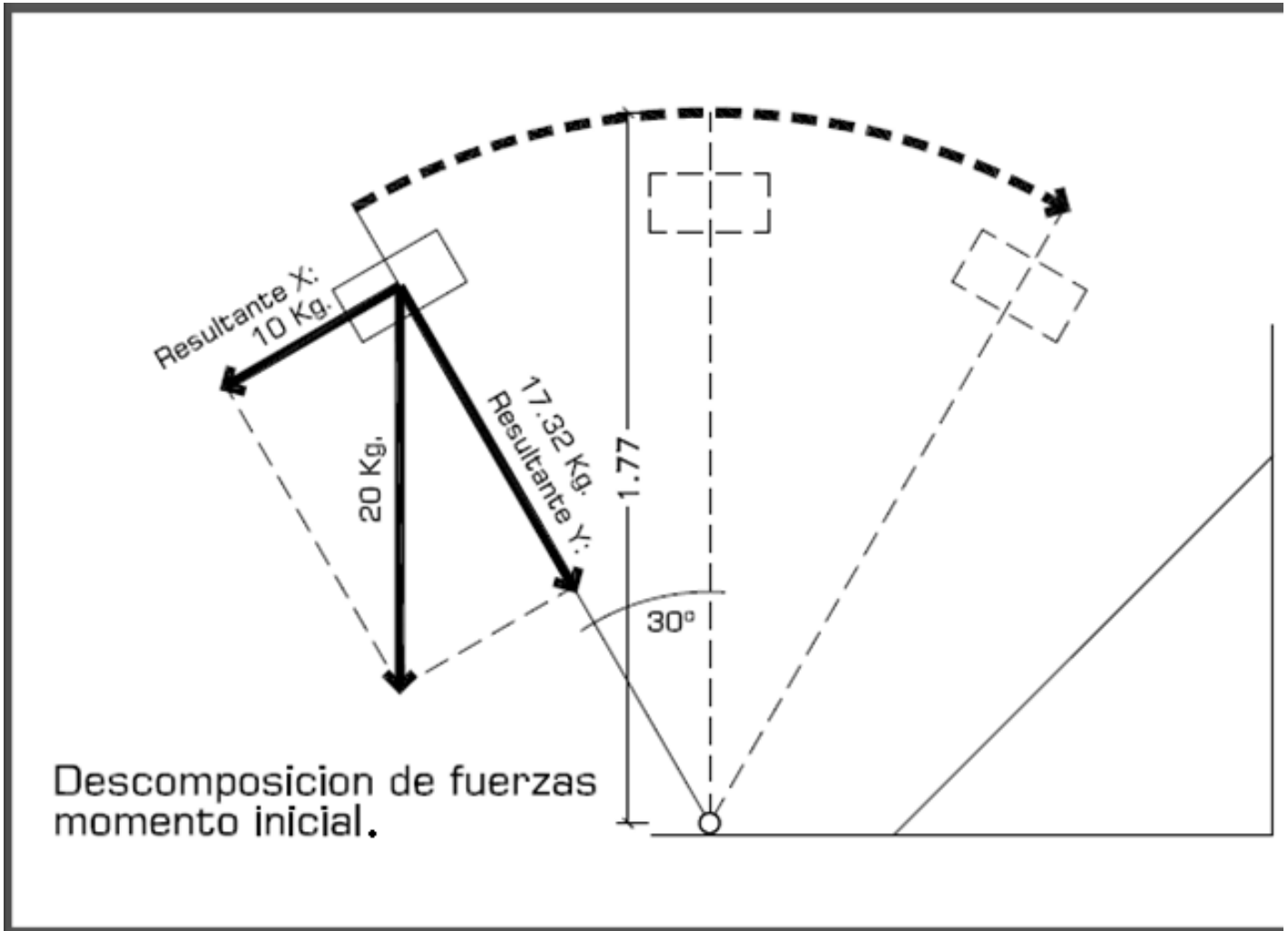
5. Gráfico de una medición directa de la fuerza isométrica máxima -línea roja- y producción de fuerza en la unidad de tiempo -línea azul- en un *press* de banca. La línea negra discontinua marca el momento en el que se produce el pico de producción de fuerza en la unidad de tiempo -fuerza explosiva máxima- y el valor de fuerza que ha alcanzado el sujeto en ese momento (González, 2007).

Gráfica 6. Muestra una medición directa de la fuerza y el desplazamiento en un ejercicio de *press* de hombro.



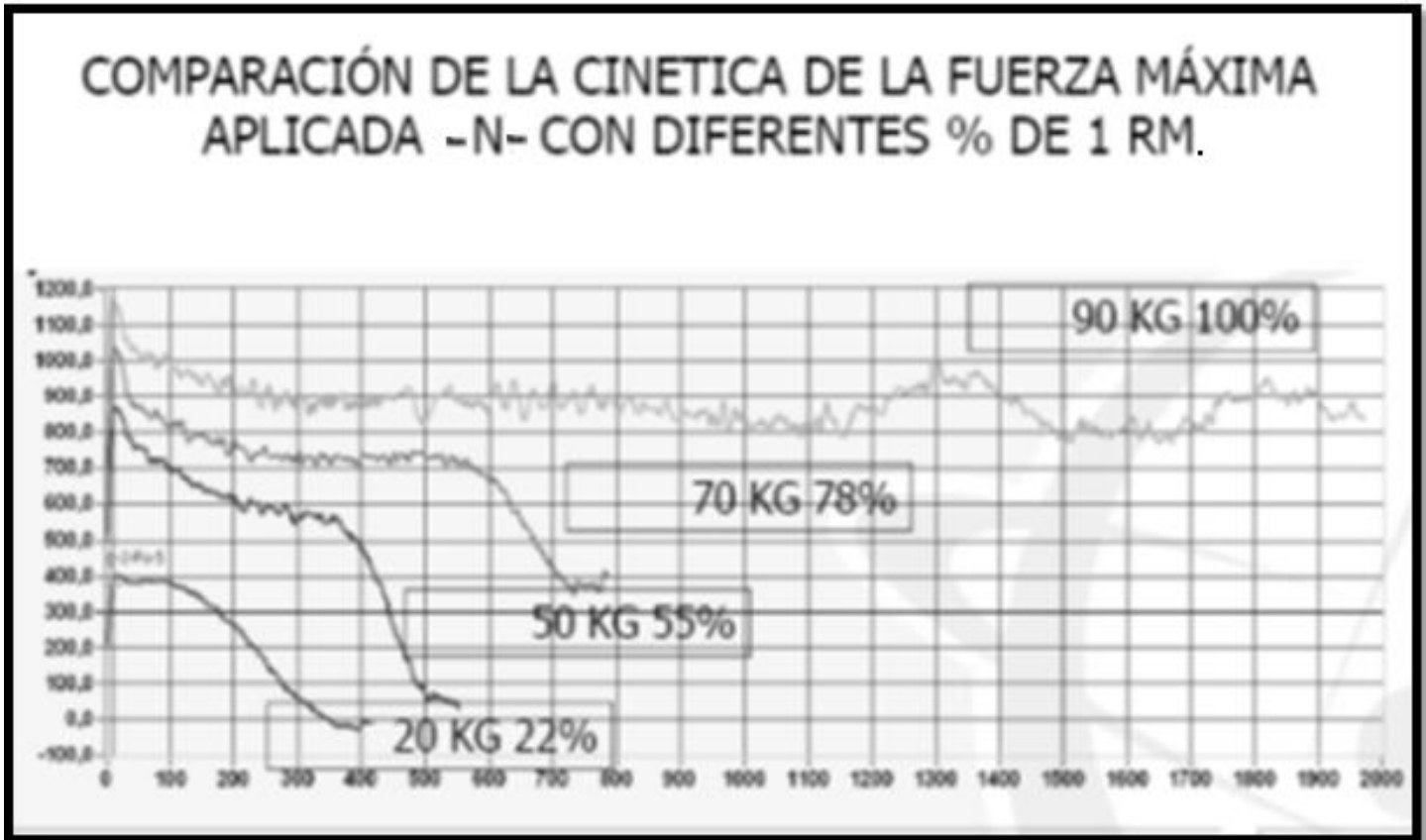
6. El gráfico muestra una medición directa de la fuerza y el desplazamiento en un ejercicio de *press* de hombro. La máxima producción de fuerza en la unidad de tiempo -máxima pendiente- se alcanza antes de que se inicie el desplazamiento. La línea vertical discontinua indica el inicio de aplicación de fuerza y la línea vertical continua el inicio del desplazamiento (González, 2007).

Gráfica 7. Descomposición de fuerzas en el momento inicial de la ejecución del empuje en la máquina Powermerlo.



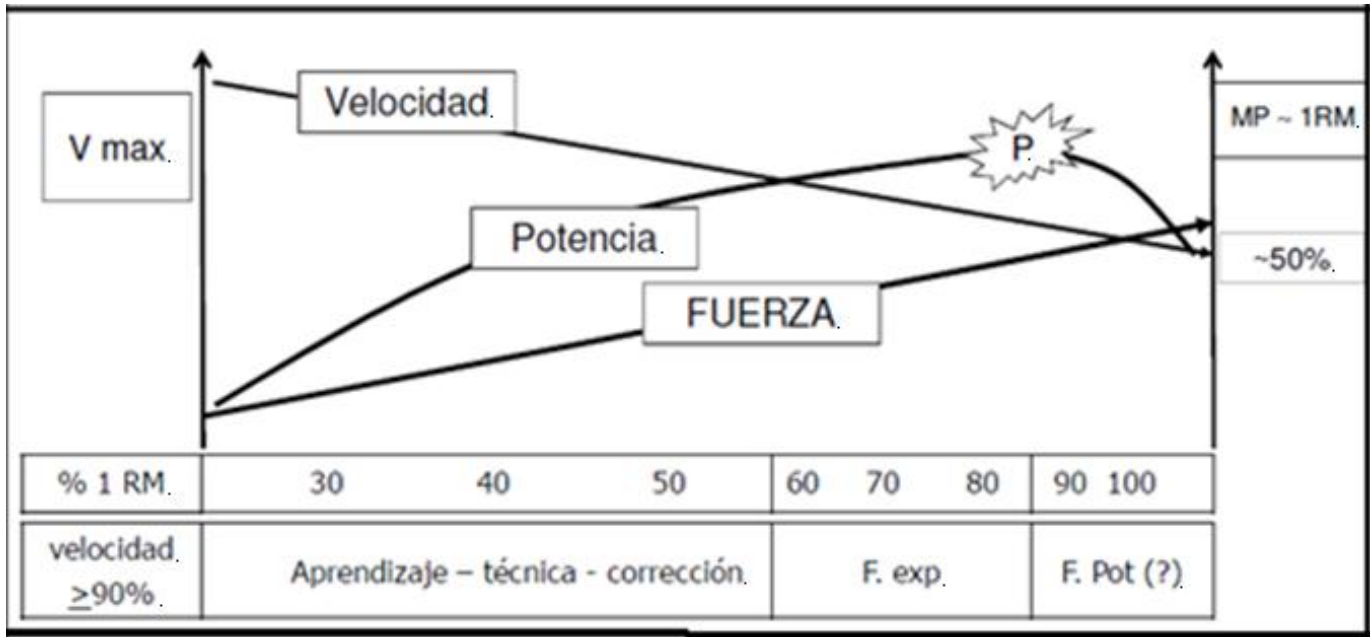
7. Gráfico de la descomposición de fuerzas en el momento inicial de la ejecución del empuje en la máquina Powermerlo (Elaboración propia).

Gráfica 8. Cinética de la fuerza máxima aplicada con diferentes porcentajes de 1 RM.



8. Gráfico de la cinética de la fuerza máxima aplicada con diferentes porcentajes de 1 RM. (Naclerio, 2008).

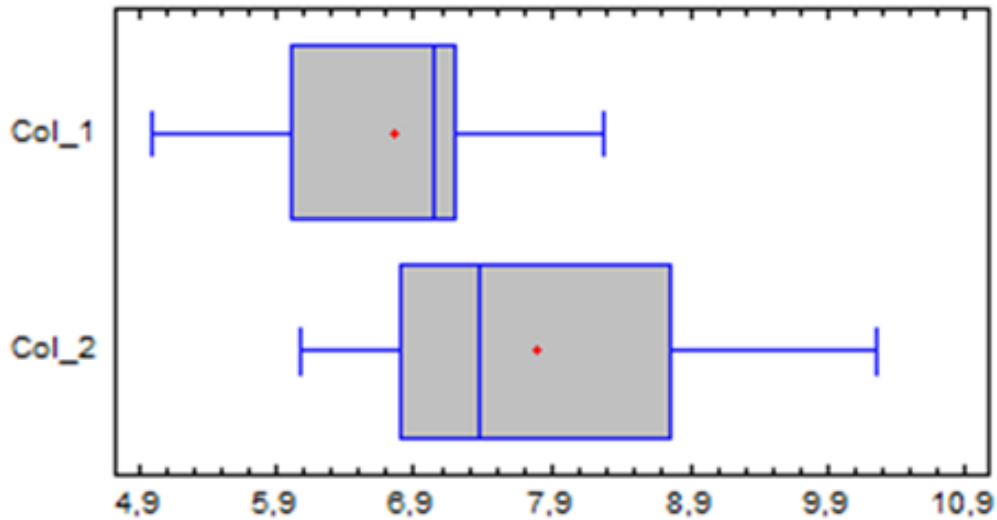
Gráfica 9. Gráfico de la curva de potencia de Haff.



9. Gráfico de la curva de potencia (Haff, 2001).

Gráfica 10. Medias aritméticas con sus barras de error estándar.

Gráfico Caja y Bigotes.



10. Medias aritméticas con sus barras de error estándar (Elaboración propia).

ANEXOS.

Tabla 7. Diseño del trabajo de potencia en 4 semanas.

	Ejercicio	Zona de potencia	Repeticiones	Series	Pausa	Naturaleza de la pausa
Evaluación inicial de la potencia	Golpe al balón	_____	5	1	20 seg.	Activa
Semana 1	Lanzamiento de la barra	2	8 en 4 bloque de 2	5	r: 10 seg. R: 3 min.	Activa
Semana 2	Lanzamiento de la barra	3	6 en 3 bloque de 2	4	r: 15 seg. R: 4 min.	Activa
Semana 3	Lanzamiento de la barra	4	3 en 3 bloque	3	r: 20 seg. R: 5 min.	Activa
Semana 4	Lanzamiento de la barra	2	8 en 4 bloque de 2	4	r: 10 seg. R: 3 min.	Activa

Fuente: Elaboración propia.

Nota: r: Micro pausa.

R: Macro pausa.

Tabla 8. Inversa, de distribución *t* de Student.

n \ p	0,60	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	0,99	0,995
1	0,324 919	0,726 543	1,000 001	1,376 382	1,962 612	3,077 685	6,313 749	31,820 96	63,655 90
2	0,288 675	0,617 214	0,816 497	1,060 660	1,386 206	1,885 619	2,919 987	6,964 547	9,924 988
3	0,276 671	0,584 390	0,764 892	0,978 472	1,249 778	1,637 745	2,353 363	4,540 707	5,840 848
4	0,270 722	0,568 649	0,740 697	0,940 964	1,189 567	1,533 206	2,131 846	3,746 936	4,604 080
5	0,267 181	0,559 430	0,726 687	0,919 543	1,155 768	1,475 885	2,015 049	3,364 930	4,032 117
6	0,264 835	0,553 381	0,717 558	0,905 703	1,134 157	1,439 755	1,943 181	3,142 668	3,707 428
7	0,263 167	0,549 110	0,711 142	0,896 030	1,119 159	1,414 924	1,894 578	2,997 949	3,499 481
8	0,261 921	0,545 934	0,706 386	0,888 890	1,108 145	1,396 816	1,859 548	2,896 468	3,355 381
9	0,260 956	0,543 480	0,702 722	0,883 404	1,099 716	1,383 029	1,833 114	2,821 434	3,249 843
10	0,260 185	0,541 528	0,699 812	0,879 057	1,093 058	1,372 184	1,812 462	2,763 772	3,169 262
11	0,259 556	0,539 937	0,697 445	0,875 530	1,087 667	1,363 430	1,795 884	2,718 079	3,105 815
12	0,259 033	0,538 618	0,695 483	0,872 609	1,083 212	1,356 218	1,782 287	2,680 990	3,054 538
13	0,258 591	0,537 504	0,693 830	0,870 151	1,079 469	1,350 172	1,770 932	2,650 304	3,012 283
14	0,258 212	0,536 552	0,692 417	0,868 055	1,076 280	1,345 031	1,761 309	2,624 492	2,976 849
15	0,257 885	0,535 729	0,691 197	0,866 245	1,073 531	1,340 605	1,753 051	2,602 483	2,946 726

Fuente: Ross (2005).

Imagen 14. Primer diseño de la máquina Powermerlo, en la foto el Boxeador Ricardo Álvarez (Izquierda) y el Profeso Rodrigo Merlo (derecha).



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 15. Equipo de boxeadores profesionales del gimnasio Guzmán.



Fuente: Elaboración propia.