



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**  
INSTITUTO UNIVERSITARIO  
DE EDUCACIÓN FÍSICA

# HIPERTROFIA MUSCULAR EN MUJERES

POR: JORGE MARIO CANO PÉREZ

2018

ASESORA: MARTHA NANCY ARIAS HENAO

## INDICE

<b>1. Resumen</b>	3
1.2 Abstract	3
<b>2. Marco teórico</b>	5
<b>3. Pregunta de investigación</b>	9
<b>4. Justificación</b>	9
<b>5. Objetivo General</b>	10
5.1 Objetivos Específicos	10
<b>6. Metodología</b>	10
<b>7. Operacionalización de variables</b>	12
<b>8. Población y muestra</b>	14
8.1 Criterios de inclusión	14
8.2 Criterios de exclusión	14
<b>9. Procedimiento</b>	15
<b>10. Instrumentos</b>	17
<b>11. Resultados</b>	20
<i>Tabla 1</i>	20
<i>Tabla 2</i>	21
<i>Gráfica 1</i>	21
<i>Gráfica 2</i>	22
<i>Gráfica 3</i>	22
<i>Gráfica 4</i>	23
<i>Gráfica 5</i> <i>Gráfica 6</i>	23
<i>Gráfica 7</i> <i>Gráfica 8</i>	24
<i>Gráfica 9</i> <i>Gráfica 10</i>	24
<i>Gráfica 11</i>	25
<i>Gráfica 15</i>	27
<b>12. Conclusiones</b>	27
<b>13. Referencias bibliográficas</b>	29
<b>Anexo</b>	31
<b>Consentimiento Informado</b>	32

## 1. Resumen

En la historia, el ser humano siempre ha tenido una mirada del cuerpo bajo parámetros estéticos, según la época y el lugar; en la actualidad, tener un cuerpo esbelto, formado y con definición muscular, se ha vuelto algo importante para la sociedad, los hace sentirse aceptados y partícipes de tendencias socialmente aceptadas, con autoestima. Para alcanzar dichas metas las personas se someten a entrenamientos rigurosos asociados a alimentación adecuada a veces de forma obsesiva. Por tal motivo surgió la necesidad de determinar la eficacia del método piramidal en la hipertrofia muscular de la cadena cinética inferior en los usuarios mujeres de la zona Fitness Wellness Ciudadela de Robledo de la Universidad de Antioquia como entrenamiento progresivo poco lesivo; al estudio ingresaron mujeres entre 18 a 27 años en el primer semestre del año 2018, realizando rutina por 8 semanas de entrenamiento; en base a los resultados los cambios fueron notorios tanto en los números como en lo reflejado en sus cuerpos y en su estado anímico, las participantes manifestaron una satisfacción por mejorías en su aspecto físico y también se logró que ellas tuvieran una mejor disposición al entrenamiento porque querían seguir haciéndolo por los resultados obtenidos.

Palabras clave: Hipertrofia, método piramidal, electromiógrafo, bioimpedancia eléctrica.

### 1.2 Abstract

In history, the human being has always had a look of the body under aesthetic parameters, according to the time and the place; Nowadays, having a slender body, formed and with muscular definition, has become something important for society, makes them feel accepted and participates in socially accepted tendencies, with self-esteem. To achieve these goals people undergo rigorous training associated with adequate nutrition sometimes obsessively. For this reason, the need to determine the efficacy of the pyramidal method in the muscular hypertrophy of the inferior kinetic chain in the female users of the Fitness

Wellness Ciudadela de Robledo area of the University of Antioquia as progressive training was slightly harmful; The study included women between 18 and 27 years old in the first semester of 2018, performing routine for 8 weeks of training; based on the results the changes were notorious both in the numbers and in the reflected in their bodies and in their mood, the participants expressed satisfaction for improvements in their physical appearance and also achieved that they had a better disposition to training because they wanted to continue doing it for the results obtained.

Key words: Hypertrophy, pyramidal method, electromyograph, electric bioimpedance.

## 2. Marco teórico

En la historia el ser humano ha pasado por muchos cambios tanto físicos como en su forma de pensamiento, como lo fue el dualismo de Platón, que hablaba del cuerpo como lo físico y material y el alma que trascendía más allá, lo que llama la auténtica realidad y esto generó conceptos idealistas sobre el cuerpo.

Después mucho más adelante el capitalismo llega y hace unos grandes cambios en el pensamiento del ser humano lo que lleva a una sociedad cosificada, donde el cuerpo según (Bernard, 1980) citado por (Adorni, M) “*queda robotizado, alienado y al servicio del rendimiento industrial*” esto lleva a que el cuerpo sólo sea mirado como un objeto que sirve únicamente para la productividad.

En los últimos tiempos, se ha producido una preocupación bastante fuerte por el estudio del cuerpo: la apariencia, la duración, la curación, su funcionamiento, etc. Y de esto sale en la postmodernidad algo llamado la idealización del cuerpo como proyecto, que casi siempre está relacionado con la salud o su apariencia (Adorni, M); Como podemos observar en la actualidad, en la sociedad se busca mucho el sentirse bien y tener una buena apariencia física para agradar a los demás como seres sociales que somos, pero además para sentirse bien consigo mismos, esto ha llevado a que las personas quieran tener un buen cuidado de su cuerpo tanto físico, como mental. Entonces debido a esto han buscado en la actividad física cambios en su apariencia para verse mejor. Por ello algunos de los entrenamientos para mejorar la apariencia física son los que buscan el aumento del tamaño muscular (hipertrofia muscular) para verse más grandes y mejor ante la sociedad.

En una investigación realizada en Santiago de Cali, se habla de un entrenamiento de aumento de masa muscular, donde se aplicó un entrenamiento físico de 6 semanas, para 10 personas, en el cual se realizaron tres mediciones demostrando que en la medición inicial y la medición final, hubo cambios significativos en la masa muscular, peso, agua corporal y

porcentaje de grasa con una significancia de ( $p < 0.05$ ). Demostrando que el entrenamiento fue efectivo para aumentar masa muscular (Echeverri J, y Benavides G, 2013).

La hipertrofia es el modo principal del aumento de tamaño muscular, ya que la hiperplasia todavía no ha sido comprobada en los seres humanos (aumento del número de fibras musculares) y si así fuera parece que la contribución al aumento de tamaño muscular es muy pequeño (Kramer y Spiering 2008) y esto es debido a las adaptaciones que sufren los músculos esqueléticos, mediante un entrenamiento resistido (Fleck y Kramer 1974)

Para que haya crecimiento muscular se deben tener en cuenta dos principios muy importantes que son, estimular el músculo y todo este estímulo es debido a un entrenamiento ya sea de resistencia, de fuerza o resistencia a la fuerza, y el segundo principio es que el aumento del tamaño muscular requiere de energía la cual proviene de una adecuada alimentación que proporcione a la persona la cantidad de caloría necesarias para que haya este crecimiento muscular (Kramer y Spiering 2008)

Además de lo anterior, se ha encontrado que el estímulo muscular se puede generar de 3 formas diferentes para que haya un aumento del tamaño muscular como lo es: la tensión mecánica, el estrés metabólico, y el daño muscular.

La tensión mecánica, factiblemente es el factor más importante para el aumento del tamaño muscular, porque se cree que la tensión mecánica desestabiliza el músculo esquelético, en su parte mecánica y química generando una serie de respuestas moleculares y celulares en las miofibrillas y las células satélite del músculo, se debe tener en cuenta que hay dos factores fundamentales en la tensión mecánica y es la intensidad, en este caso la carga en kg y el tiempo de la tensión muscular, lo que dura el músculo en tensión . (Schoenfeld, B 2011).

El estrés metabólico, aparece cuando se realiza un ejercicio con cargas que se basa primordialmente en la glucólisis anaeróbica, para la producción de adenosin trifosfato, básicamente la energía para entrenar. La glucólisis es un proceso metabólico de donde se obtiene energía para producir contracciones musculares a partir de las moléculas de

glucosa, este proceso genera unos desechos intramusculares llamados metabolitos de desecho, como lo son el lactato, el hidrógeno y fósforo inorgánico, se cree que esto genera alteraciones positivas en el entorno anabólico y posiblemente regulado por una combinación de factores hormonales como IGF-1, testosterona y hormona de crecimiento (Schoenfeld, B 2011).

El daño muscular se vuelve evidente en el entrenamiento con cargas produciendo un daño muscular localizado. Uno de los principios del entrenamiento es la supercompensación, donde ocurre un proceso de recuperación y de adaptación en los músculos a ese daño muscular, reflejado en un aumento de tamaño de las fibras musculares si se ha tenido en cuenta una buena alimentación y un buen descanso. Ese daño genera una respuesta inflamatoria por los neutrófilos y los macrófagos, produciendo miokinas, las cuales se cree que potencian la producción de factores de crecimiento que regulan la proliferación y la diferenciación de las células satélite. El MGF (factor de crecimiento mecánico) que está en las fibras musculares, se cree que es sensible al daño muscular, y posiblemente estimule a las células satélite, las cuales son responsables en gran parte del aumento del tamaño muscular (Schoenfeld, B 2011).

Para concluir estos tres aspectos, si se quiere llegar a un aumento del tamaño muscular, en el entrenamiento deben ocurrir los mismos, teniendo una buena tensión muscular por medio de las cargas (kg) que se estén movilizando, y así llegar a un daño muscular suficiente para que se estimulen las células satélite y ayuden a este crecimiento y así generando también un estrés metabólico, donde se produzcan desechos de metabolito en el músculo para que se estimulen las hormonas que entran en juego cuando ocurre este proceso (IGF-1, testosterona y hormona de crecimiento) donde se sabe que son muy importantes para el crecimiento muscular, sin olvidar obviamente que haya una buena alimentación y un buen descanso para que estos procesos sean llevados a cabo de la mejor manera y se llegue a una ganancia de tamaño muscular, que es lo que busca este tipo de entrenamiento.

Se sabe que los factores a tener en cuenta para conseguir el aumento de tamaño muscular en los entrenamientos son, el volumen, la intensidad con respecto al peso movilizado en kg

y la densidad que es la relación de trabajo-descanso, por ende se debe tener en cuenta que hay ciertos rangos que se deben manejar para conseguir una buena hipertrofia muscular. En cuanto al volumen que es la cantidad de entrenamiento realizado en una sesión, microciclo, mesociclo o macrociclo de entrenamiento, como dice (Naclerio en Jiménez, 2005) el volumen mínimo en el entrenamiento de fuerza, utilizará 1-4 series por grupo muscular, con el mismo ejercicio o con más, siendo eficaz en principiantes, microciclos de descanso activo o mantenimiento y el volumen medio que es el más óptimo, establecería 5 - 9 series por grupo muscular con el mismo ejercicio o con más, en una sesión de entrenamiento, esto para obtener una buena ganancia de tamaño muscular.

Hablando de la intensidad, en un entrenamientos de fuerza, que está dada por el peso movilizado y las repeticiones que se moviliza dicho peso, en este tipo de entrenamiento, (Izquierdo, M 2006) dice que *“Para personas que se inician o aquellos que realizan entrenamiento de fuerza de nivel medio, se recomienda intensidades moderadas (70-85% de 1RM), 8-12 repeticiones por serie (hasta el fallo), y 1-3 series por ejercicio. Para deportistas avanzados, se recomienda que se utilice unas intensidades del 70%-100% de 1RM (hasta el fallo), 1-12 repeticiones por serie, y 3-6 series por ejercicios”*.

Con respecto a la densidad, en el entrenamiento orientado a la hipertrofia muscular, las recuperaciones cortas (1 minuto) entre serie y serie, podrán favorecer dicho proceso, en contraposición con recuperaciones más largas (Kraemer, 1990, Vidal Barbier, 1996), porque favorecen la secreción de hormona de crecimiento (GH).

El método que se va a realizar en esta investigación es el piramidal, este debe su nombre al aumento y disminución del nivel de la carga, este método de entrenamiento tiene varias formas de realizarse, una es la pirámide ascendente que es la que se va a tener en cuenta en la investigación, está la descendente o inversa, la trunca y la doble. La ascendente que es en la que se fijará la atención, es la que se inicia con pesos “bajos” (70% de 1RM) realizando 15 repeticiones que es la mayor cantidad de repeticiones en el entrenamiento de la hipertrofia, la segunda serie se hará con pesos moderados (75-80% de 1RM) realizando 12 repeticiones, la tercera serie se realizará con pesos moderados-altos (85-90% de 1RM)

realizando 10 repeticiones y la cuarta serie con pesos máximos (90-95% de 1RM) realizando 8 repeticiones (Aquino, A 2014).

### **3. Pregunta de investigación**

¿El método piramidal es eficaz para producir hipertrofia muscular en la cadena cinética inferior en usuarios mujeres de zona Fitness Wellness Ciudadela de Robledo de la Universidad de Antioquia?

### **4. Justificación**

En la actualidad el verse y el sentirse bien cada vez coge más fuerza (Bane & McAuley, 1998), debido a que los medios de comunicación han llevado a que la parte física de las personas sea muy tomada en cuenta, tanto para sentirse bien, cómo llamar la atención de otras personas, o para participar en diferentes shows, eventos, la televisión, etc. Por esto, las personas buscan ser vistas de una mejor forma para ser aceptadas en la sociedad, y lo hacen de diferentes formas, como maquillarse, vestirse bien, e incluso llegar hasta extremos como el operarse, o por qué no algo mucho más sano cómo, hacer ejercicio para tener un cuerpo moldeado, fuerte y que tenga muy buen aspecto, donde sea muy bien visto ante los demás, porque esto lleva a tener ciertas ventajas sociales; No obstante en el ejercicio, también se busca la salud y por otra parte las personas también lo harán por rendir más en un determinado deporte, pero uno de los principales motivos por los cuales hacen ejercicio es para verse bien, sentirse mejor y más seguros.

Por esto las personas buscan en el ejercicio una forma de subir la autoestima, salir de la monotonía, des-estresarse, salud, etc. Las mujeres en particular siempre buscan verse bien y bellas (Bane & McAuley, 1998), entonces lo que se ha visto en la sociedad y lo que más buscan las mujeres en los gimnasios, es trabajar los glúteos y las piernas, porque piensan que si trabajan su cadena cinética superior se van a ver como hombres (Royano, F 2016), pero en lo que se va a tomar más en cuenta en esta investigación, es que las mujeres, en la búsqueda de verse bien por lo general están pensando en aumentar el tamaño de su cadena cinética inferior y con base en esto, el método piramidal será puesto a prueba para saber si

es una buena forma o método efectivo para lograr cambios en el aumento de la masa muscular en la cadena cinética inferior de las mujeres.

El método piramidal es bastante usado como forma para llegar a una hipertrofia muscular, pero lo que se pretende saber con esta investigación es si verdaderamente es un método efectivo en el cual se puede confiar para que las personas puedan conseguir un aumento de su masa muscular, más concretamente en la cadena cinética inferior en mujeres, que es lo que se pretende.

## **5. Objetivo General**

Determinar la eficacia del método piramidal en la hipertrofia muscular de la cadena cinética inferior en los usuarios mujeres de la zona Fitness Wellness Ciudadela de Robledo de la Universidad de Antioquia.

### **5.1 Objetivos Específicos**

- Identificar la hipertrofia muscular en cadena cinética inferior a través de métodos directos (electromiógrafo: reclutamiento de fibras musculares) antes y después de la aplicación del método.
- Identificar la hipertrofia muscular en cadena cinética inferior través de métodos indirectos (Perímetro, adipómetro, bioimpedancia eléctrica) antes y después de la aplicación del método.
- Analizar si hay variaciones o no de la hipertrofia muscular después de la aplicación del método piramidal.

## **6. Metodología**

En la búsqueda de los objetivos planteados en la investigación, la ruta a seguir se fundamenta en el paradigma cuantitativo pues es el que permite dar respuesta al problema

planteado; *“En una investigación cuantitativa se pretende generalizar los resultados encontrados en un grupo a una colectividad mayor”* (Sampieri, Collado, & Lucio, 2010), además se puede decir que la investigación tiene un alcance descriptivo, ya que busca describir el fenómeno de la hipertrofia muscular en la cadena cinética inferior por medio del método de entrenamiento piramidal.

El diseño que se va a utilizar para esta investigación es el pre-experimental con pretest y postest, según Sampieri, Collado, & Lucio, (2010) dicen que el *“diseño pre-experimental es un diseño de un solo grupo cuyo grado de control es mínimo. Generalmente es útil como un primer acercamiento al problema de investigación en la realidad”*. En este diseño se va a tener un punto de referencia del grupo ya que se le hará un pretest, para después aplicar el entrenamiento de hipertrofia muscular en cadena cinética inferior con el método piramidal y con el postest ver el nivel de ganancia de tamaño muscular en la cadena cinética inferior.

El análisis estadístico se realizará con el software STATGRAPHICS Centurion con ANOVA simple y un nivel de significancia del 95 % ( $p < 0,05$ ).

## 7. Operacionalización de variables

Objetivo Especifico	Variable	Concepto	Indicadores	ítems
Identificar la hipertrofia muscular en cadena cinética inferior través de métodos indirectos (Perímetro, adipómetro, bioimpedancia eléctrica)	IMC	Según la OMS el índice de masa corporal es un indicador simple de la relación del peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad  Formula del IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	Peso y Talla	
	Perímetro	El perímetro es la medida en centímetros de la longitud del contorno de un objeto, en este caso de los segmentos corporales a	Medición de cadera, muslos y gastronemios	Base de datos del investigador

		medir.		
	Adipómetro (plicómetro)	Es el espesor de capa doble de piel y tejido adiposo subcutáneo, en puntos específicos del cuerpo.  % Masa grasa  Masa grasa	Pliegue cutáneo  ( Tricipital, subescapular, suprailiaco, abdominal, cuadricipital, peroneal)	
	Bioimpedancia	Es el porcentaje de músculo que tiene el cuerpo, en este caso de las participantes	% Masa muscular  Masa magra	
Identificar la hipertrofia muscular en cadena cinética inferior a través de métodos directos	Reclutamiento de las fibras musculares (Contracción muscular)	Proceso fisiológico en el que los músculos desarrollan tensión, se acortan, estiran	Electromiógrafo  Gastrocnemios (interno y externo) bilateral, recto femoral bilateral de forma simultánea.	

(electromiógraf o: reclutamiento de fibras musculares)		o permanecen en la misma longitud		
---	--	---	--	--

## 8. Población y muestra

La población está conformada por usuarias de la Zona Fitness Wellness de la Universidad de Antioquia sede Robledo, en edades comprendidas entre 18 a 27 años, del primer semestre del año 2018, que deseen participar y que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión, los cuales son los siguientes:

### 8.1 Criterios de inclusión

- Sexo femenino
- Que sean estudiantes de la Universidad de Antioquia
- Usuarios activos de la Zona Fitness Wellnes de la UdeA sede Robledo
- Entre las edades de 18 a 27 años.
- Asistan mínimo 2 veces a la semana al gimnasio.

### 8.2 Criterios de exclusión

Para evitar inconsistencias en los resultados de esta investigación se excluirá a las personas que tengan al menos uno de los parámetros que se mencionan a continuación:

- Personas que consuman sustancias psicoactivas
- Trastornos psicológicos
- Cirugías recientes
- Lesiones osteomusculares, neuromusculares o tejidos blandos con un mínimo de 6 meses de antelación.

- Pérdida de algún familiar cercano o rompimiento de una relación 6 meses atrás o menos.
- Que sufra de alguna patología que afecte el proceso normal del entrenamiento
- Que tengan sobrepeso

## 9. Procedimiento

Para el método de hipertrofia que se realizó, se escogieron 6 mujeres que cumplían con los criterios anteriormente mencionados, además que tengan ciertas similitudes en su contextura corporal para que los resultados no sean muy variados y se pueda evidenciar de una mejor manera la hipertrofia conseguida por cada persona. Al grupo se le realizó entrenamiento de hipertrofia muscular en cadena cinética inferior de 8 semanas en las cuales se entrenará 2 veces a la semana, con un mínimo de descanso de 48 horas entre cada sesión de entrenamiento, con el método piramidal.

Previo a la realización de cada test se tuvo en cuenta la similitud de las condiciones en las cuales se harán dichos test: hora, participantes, alimentación, estado de salud; los ejercicios que se van a utilizar para el plan de entrenamiento de esta investigación serán, sentadilla libre, extensión de rodilla, flexión de rodilla, dorsiflexión y plantiflexión en bipedestación con autocarga y con carga en máquina y extensión de cadera individual en máquina en los cuales en cada uno de estos ejercicios se les saca el RM (repetición máxima) para poder saber los pesos de los porcentajes que se tienen que trabajar en el método piramidal mencionado anteriormente.

La medición del registro muscular se hizo con electromiografía de superficie (EMGS) que consiste en registro con electrodos de superficie colocados sobre la piel. Aunque no proporciona un registro detallado de las unidades motoras individuales la forma intramuscular EMG, puede proporcionar mediciones generales de la actividad muscular en las regiones más amplias del cuerpo.

EMGS se procede a preparación del individuo e información previa. Es preciso informar adecuadamente al individuo sobre el procedimiento que seguiremos durante la sesión de registro y de algunos aspectos del estudio, como los objetivos, la utilidad y posibles aplicaciones del mismo.

Preparación de la piel. Hay que reducir la impedancia existente con el fin de obtener una señal eléctrica de calidad. Para ello, es aconsejable el afeitado y frotar la piel con alcohol para eliminar el sudor y células muertas.

Colocación de los electrodos con la ubicación adecuada es, siempre que sea posible, en la línea media del vientre muscular, entre la unión miotendinosa y el punto motor. Es muy importante mantener siempre la misma localización en los diferentes individuos y en los diferentes registros practicados a un mismo individuo, dado que la señal registrada varía en función de la zona del músculo sobre la que colocamos los electrodos. De esta forma evitamos el fenómeno denominado cross-talk, que consiste en la contaminación de la señal procedente del músculo estudiado por la de otros músculos cercanos. Cada músculo se examina mediante la colocación de dos electrodos, separados por una distancia de dos a tres centímetros entre ellos; La utilización de electrodos de superficie hace que exista lo que entendemos como volumen de detección, es decir, el volumen de tejido del que el electrodo es capaz de detectar señal eléctrica. Adicionalmente, hay que colocar un electrodo de tierra lejos de la zona de registro y en un tejido eléctricamente neutro. Para ello se suelen escoger zonas próximas a un plano óseo.

Se usarán como músculos de referencia los gastrocnemios (interno y externo) bilateral, recto femoral bilateral de forma simultánea.

Obtención de la contracción voluntaria máxima (CVM). Es necesaria para la normalización de los trazados obtenidos respecto a la actividad máxima de aquel músculo. Nos permite comparar diferentes registros de un mismo sujetos en diferentes actividades con autocarga y con carga externas realizando sentadilla y step. Con este fin, generalmente se obtienen tres contracciones máximas de 5 segundos, con un breve descanso entre ellas.

Hay que preparar la señal obtenida directamente (señal bruta o raw signal) con el fin de que sea fácilmente observable y analizable. Esencialmente se realizan análisis de las amplitudes; este análisis pretende convertir una señal electromiográfica de valores alternos positivos y negativos y de elevada variabilidad en un gráfico que se aproxime al nivel de activación muscular. Para ello, se sigue el siguiente proceso:

- Filtrado de la señal, eliminando potenciales de amplitudes y/o frecuencias fuera del espectro habitual, y que suelen corresponder a artefactos o a cualquier tipo de contaminación del registro.
- Rectificación de la señal, pasando todos los voltajes negativos a positivos. Equivale a tomar el valor absoluto de la señal, sin tener en cuenta el signo.
- Aplicación de un algoritmo de suavizado (smoothing) con el objetivo de obtener una imagen más próxima a la activación muscular y más fácil de observar.
- Normalización respecto a la CVM, en la que se dividen los valores numéricos de amplitud resultantes del algoritmo de suavizado por el valor de la contracción voluntaria máxima, obteniendo valores en porcentaje relativos a este último.

Se realizó medición previa a la aplicación del programa y al finalizar

## **10. Instrumentos**

Los instrumentos de medición indirecta en esta investigación fueron el adipómetro (Plicómetro), el cual es un instrumento que sirve para medir los pliegues cutáneos y así saber la grasa corporal de una persona (Ríos, I 2015), pero en este caso se le dará más relevancia a los resultados de los pliegues de los cuádriceps y de los gastrocnemios, para después ser medidos nuevamente terminado el plan de entrenamiento y así evidenciar si se aumenta o disminuye el pliegue cutáneo de dichos segmentos, el protocolo a utilizar en esta

investigación para tomar dichos pliegues, será el método I.S.A.K, el cual ya tiene puntos de referencia estandarizados para la toma de pliegues en los diferentes puntos de medición, los cuales serán el tricípital, subescapular, supriliaco, abdominal, cuadrípital y peroneal, después de tomados estos pliegues, se aplicará la fórmula de Yuhasz para sacar el índice de grasa corporal de cada participante.

Metro, instrumento para medir la longitud, en este caso para tomar la medida del perímetro tanto en muslos (muslo medio) como en piernas, que es la circunferencia del segmento tomado en centímetros y así ver el tamaño que tienen los usuarios en dichos segmentos, antes de empezar con el entrenamiento y después de haberse implementado y realizado el entrenamiento. Algunos procedimientos que se llevan a cabo para tomar los perímetros tienen protocolos de medición para que la medida sea tomada en un punto específico y que no haya sesgos o errores al tomarlos en diferentes personas y en momentos diferentes. Por medio del protocolo I.S.A.K la toma de medidas de los perímetros se realizan de la siguiente manera, en muslo medio, se toma la medida en coincidencia con el punto intermedio entre el trocánter mayor y el extremo distal del cóndilo lateral del fémur, a nivel de la interlínea articular. Estrategia más común: en el punto medio de la distancia entre el pliegue inguinal y la superficie anterior de la rótula. Para la toma del perímetro de la pierna (gastrocnemios), se da en el punto donde haya el perímetro máximo, y en la cadera, se toma donde se dé la mayor prominencia posterior del glúteo (Hans de Ridder, J. 2001).

Bioimpedancia eléctrica, es un método muy utilizado por la facilidad y corto tiempo que toma medirlo, no invasivo que se basa en propiedades eléctricas del cuerpo humano, la composición corporal de los diferentes tejidos y del contenido total de agua en el cuerpo; la forma de funcionamiento de la bioimpedancia eléctrica, se da de la base del agua que es un conductor eléctrico, nuestros vasos sanguíneos, huesos y músculos tienen bastante porcentaje de agua, lo que ayuda a que la corriente pase fácilmente, a través de ellos, y la masa grasa es un mal conductor por lo que genera resistencia al paso de la corriente (Alvero J. 2011), entonces el funcionamiento es simple, la báscula que se utilizará, tiene 4 electrodos, 2 son de entrada de la corriente y 2 de salida, entonces lo que mide la báscula es el tiempo en que tarda en llegar la corriente de un electrodo a otro, ya que nuestros

músculos aproximadamente el 73% están compuestos por agua, y eso hace que la corriente pase más fácil, esto quiere decir que, una persona con más masa magra la corriente pasará más rápido. Lo que mide la bioimpedancia realmente es nuestra masa magra y por derivación, también nos ofrece nuestra medición de masa grasa. Entonces este instrumento dará el resultado del % de masa muscular, el cual servirá para comparar los resultados del pretest y el postest. Se debe tener en cuenta lo siguiente para que la medición sea lo más confiable:

- No se debe realizar ejercicio físico intenso al menos 24 horas antes.
- Se debe vaciar la vejiga antes de realizarla.
- Debe preceder un ayuno de unas 3-4 horas.
- No se deben tomar cafeína, té o diuréticos previamente.
- No se debe realizar en mujeres durante la menstruación.
- Se deben retirar los elementos metálicos.

Electromiógrafo es un equipo que se usa para activar, registrar, llevar a cabo y exponer potenciales de acción nerviosos y musculares con el propósito de evaluar la función nerviosa y muscular; el cual es un amplificador de la respuesta eléctrica de la contracción muscular. La señal eléctrica transmitida desde el músculo al electromiógrafo se mide en milivoltios y se traduce en un tanto visual y un registro auditivo. El registro visual normalmente aparecerá como un gráfico de una función de onda en un monitor de televisión, mientras que el registro auditivo será un sonido crepitante estática.

A medida que aumenta el nivel de fuerza ejercida durante la contracción muscular, por una parte, se produce un aumento del número de unidades motoras activadas, observable por aumento de la amplitud (reclutamiento espacial) y, por otra, se produce también un aumento de la frecuencia de disparo de las motoneuronas (reclutamiento temporal). Tales requerimientos condicionan la morfología y las características de las ondas del EMGS, explicable por los cambios bioquímicos a nivel del músculo, variaciones en la proporción de combustible,

Calibración equipo Cadwell Sierre Were a 2 Canales analógicos de entrada, resolución del conversor A/D 8 Bits, Impedancia de entrada 6 Gohms (diferencial),

CMRR120 db (mínimo), Ganancia Variable 2, Filtro Notch 50 Hz, Filtro Pasa Bajos  
 $f_c = 1,3 \text{ KHz}$ , Filtro Pasa Altos  $f_c = 5 \text{ Hz}$ ,

Ventajas e inconvenientes de los electrodos de superficie

- Permiten un registro global del músculo.
- No son invasivos.
- No presentan limitaciones en cuanto a la superficie estudiada ni al tiempo de registro.
- Sólo posibilitan el estudio de la musculatura superficial.
- Precisan de una correcta preparación de la piel.
- Se obtienen trazados con un espectro de frecuencias más bajo.

## 11. Resultados

Para empezar con los resultados se tiene que tener en cuenta que es un pre-experimento y que no se tiene un grado de control de los participantes muy alto, por ende el tema de la alimentación no se tuvo en cuenta y algunas de las participantes tuvieron más cambios que otras; esto se puede deber a que al momento de entrenar las participantes tienen un gasto energético más elevado y esto puede generar que un aumenten la ingesta calórica sin tener en cuenta si es carbohidratos, grasas o proteína lo que aumentan y los resultados entre cada una de ellas pueda variar un poco, como lo fue en los pliegues cutáneos y en el índice de masa grasa.

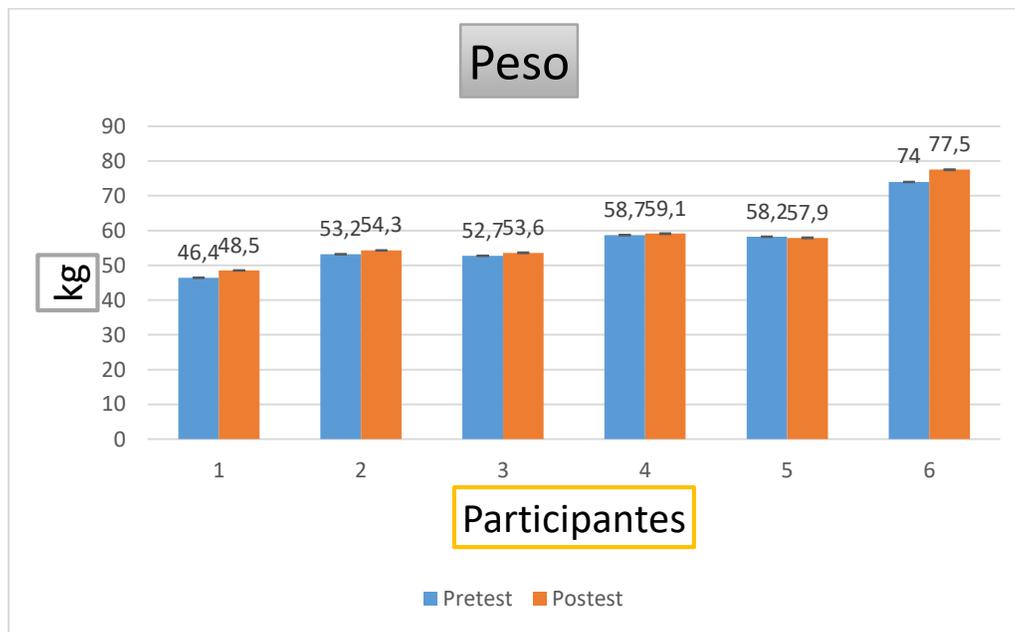
	Pretest						Pliegues en (mm)						Perímetros (cm)				
	Edad	Peso (kg)	Talla (m)	IMC	%Muscular	%Grasa	Tricipital	Abdominal	Suprailiaco	Subescapular	Cuadricipital	Peroneal	Gemelo d.	Gemelo l.	Muslo d.	Muslo l.	Cadera
Particip. 1	19	46,4	1,53	19,6	27	15,714	11	17	11	10	20	9	32,8	32,8	51,5	51,4	87
Particip. 2	27	53,2	1,63	20	25,9	19,647	20	22,5	13	8	27	15	31,5	31,8	51	51,5	95
Particip. 3	20	52,7	1,58	21	27,2	15,571	14,5	15	8,5	8	21	10	31,7	32,6	55,8	53,8	96,5
Particip. 4	22	58,7	1,57	23,8	26,6	27,583	24	27	27	17	34	32	36,5	36,9	59,7	59,7	97
Particip. 5	23	58,2	1,63	21,9	26,2	26,925	21	26	17,4	36,4	30,8	24,8	34,8	34,8	51,7	51,7	93,3
Particip. 6	22	74	1,75	24,2	26,2	23,579	22	24	22	17	24	24	37	38	60,5	60,5	103,2

Tabla 1

	Postest						Pliegues en (mm)						Perímetros (cm)				
	Edad	Peso (kg)	Talla (m)	IMC	%Muscular	%Grasa	Tricipital	Abdominal	Suprailiaco	Subescapular	Cuadricipital	Peroneal	Gemelo d.	Gemelo l.	Muslo d.	Muslo l.	Cadera
Particip. 1	19	48,5	1,53	20,7	29,6	17,287	13	19	14	11	21	11	34	34	53	53	91,3
Particip. 2	27	54,3	1,63	20,4	27,6	20,7905	22	20	13,5	13	30	15	32	32	51,4	51,4	97
Particip. 3	20	53,6	1,58	21,5	29,9	17,0725	14	16	11	9	23,5	14	33,2	33,7	56,1	55	97
Particip. 4	22	59,7	1,57	24,3	27,2	26,439	25	29	22	13	34	30	37,8	37,8	58	58	99,7
Particip. 5	23	57,9	1,63	21,7	26,4	26,439	22	26	22	17	36	30	36,3	36,3	54,5	53,3	97,7
Particip. 6	22	77,5	1,75	25,3	26,9	28,3695	25	34	31	21	27,5	28	38,2	38,2	61,4	61,8	106,8

Tabla 2

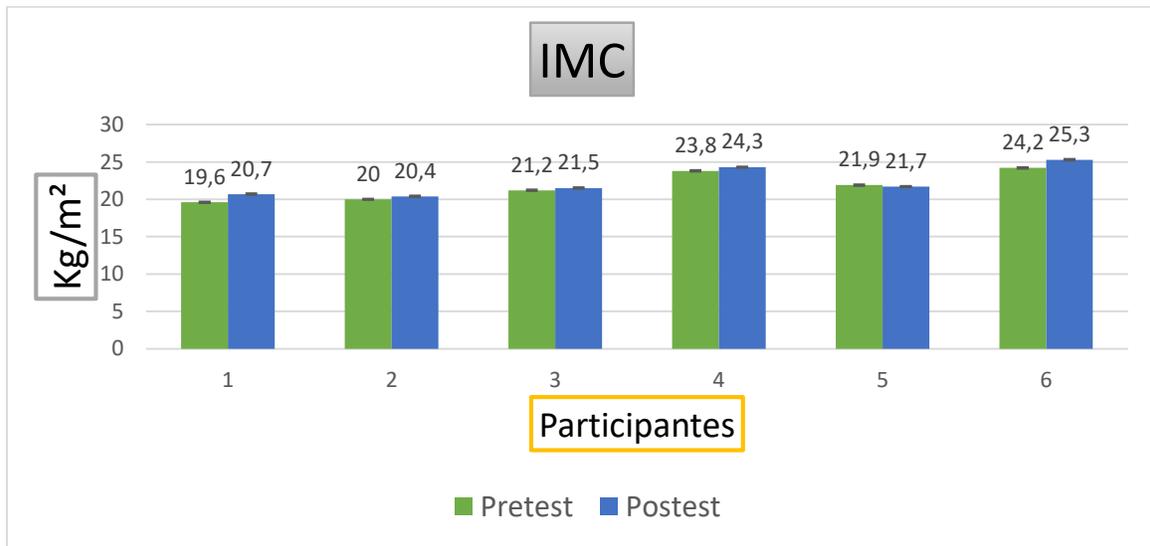
Como se puede observar en la *Tabla 1* y *2* están todos los resultados tanto del pretest, y del postest, para tener una mirada más específica, se va a mostrar las siguientes gráficas de los datos más relevantes en la investigación.



Gráfica 1

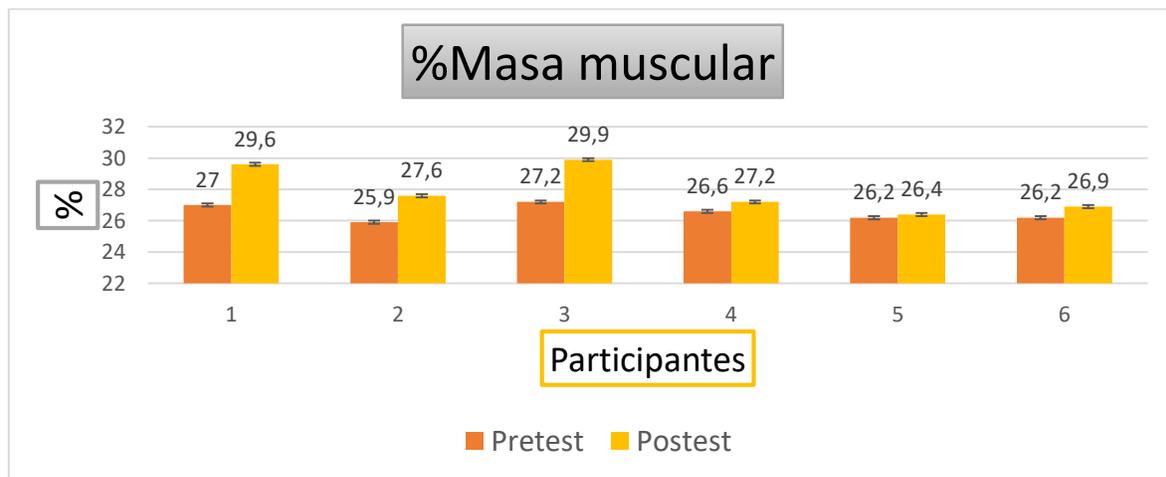
En la *Gráfica 1* se tienen los pesos de cada participante, como se dio a entender anteriormente los valores de significancia se tomaron con el programa Statgraphics, y se tuvo en todas las participantes un grado del 95% con un ( $p < 0.05$ ) a excepción de la participante 5 lo que dice que hubo cambios significativos en todas las demás, lo que fue la participante 5, fue la única que su peso disminuyó y no fue significativo, esto se puede

deber a que ella empezó el entrenamiento un poco más tarde que las demás por ende sus cambios no fueron tan notorios.



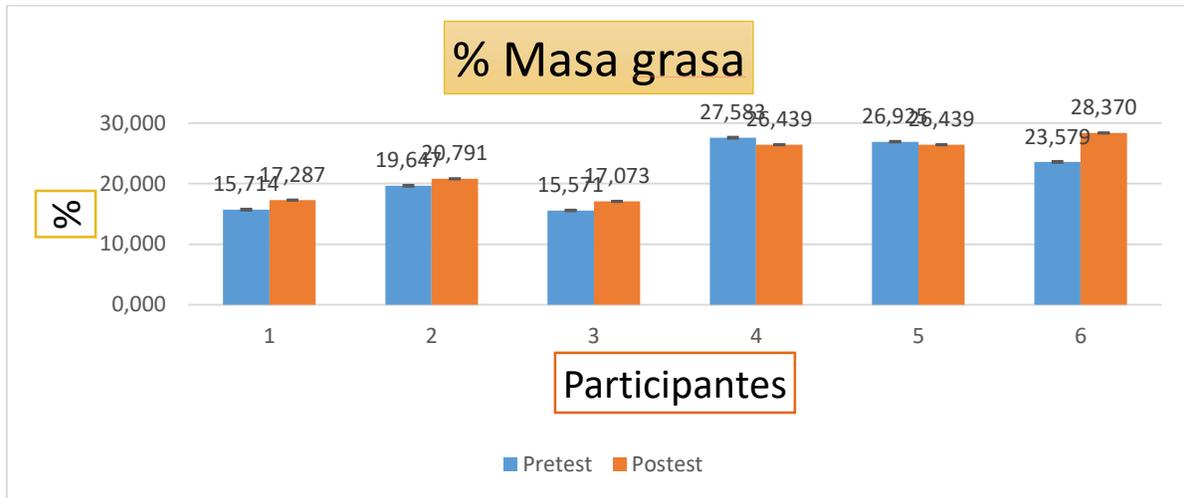
Gráfica 2

En la *gráfica 2* se pueden ver los cambios que tuvieron las participantes en su IMC (índice de masa corporal) con una grado de significancia del 95% ( $p < 0.05$ ) a excepción de la participante 5, esto porque el IMC es una relación del peso y la talla y si en su peso no hubo cambios significativos en su IMC tampoco; esto se explica por el cambio de composición de mayor masa magra con menor porcentaje de grasa, se pierde grasa pero se gana masa muscular lo que hace que el IMC no tenga gran variación.



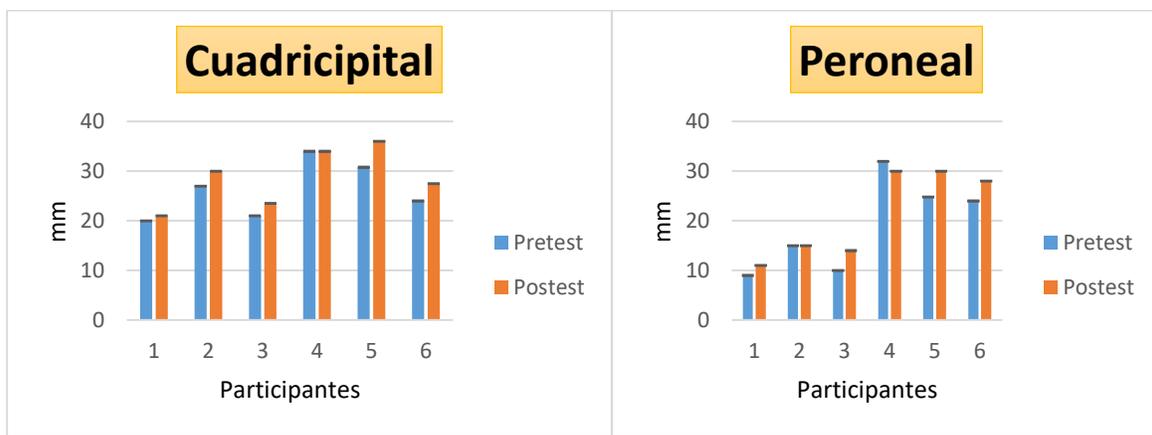
Gráfica 3

Los resultados del %Masa muscular fueron tomados con la bioimpedancia eléctrica, donde se muestra en la *Gráfica 3* que todas tuvieron cambios en su masa muscular, pero en la participante 5 los cambios fueron mínimos y no alcanzan el grado de significancia deseado por lo mencionado anteriormente, las demás participantes si tuvieron cambios significativos del 95% con un ( $p<0.05$ ). Mostrando de esta forma que el método si ha generado cambios en el %masa muscular de las participantes.



*Gráfica 4*

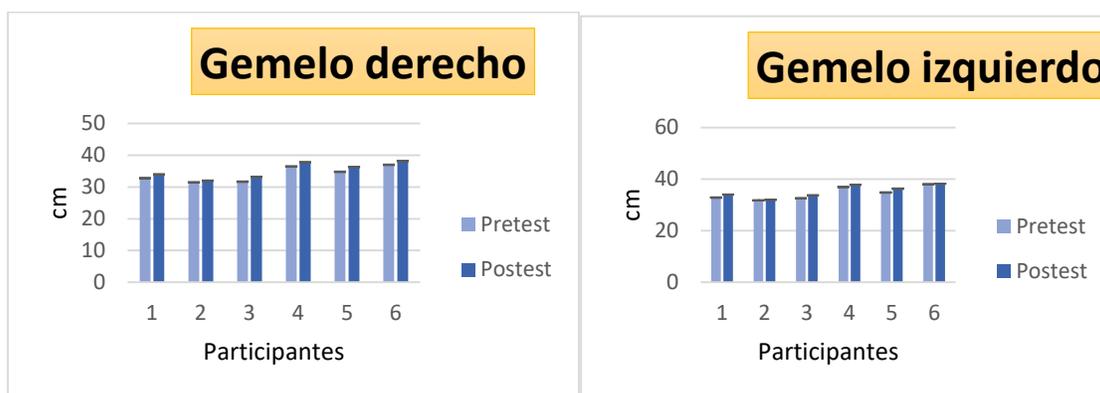
El %masa grasa fue el resultado de 6 pliegues cutáneos tomados con el adipómetro aplicando la fórmula de Yuhasz, en donde se reflejaron los resultados que muestra la *Gráfica 4*, las participantes 4 y 5 tuvieron una disminución en este porcentaje y en las participantes 1, 2, 3 y 6 aumentó su índice de masa grasa, esto puede ser debido a su alimentación ya que era un punto no tenido en cuenta en la investigación, en todas ellas hubo cambios significativos con un valor del 95% ( $p<0.05$ ).



*Gráfica 5*

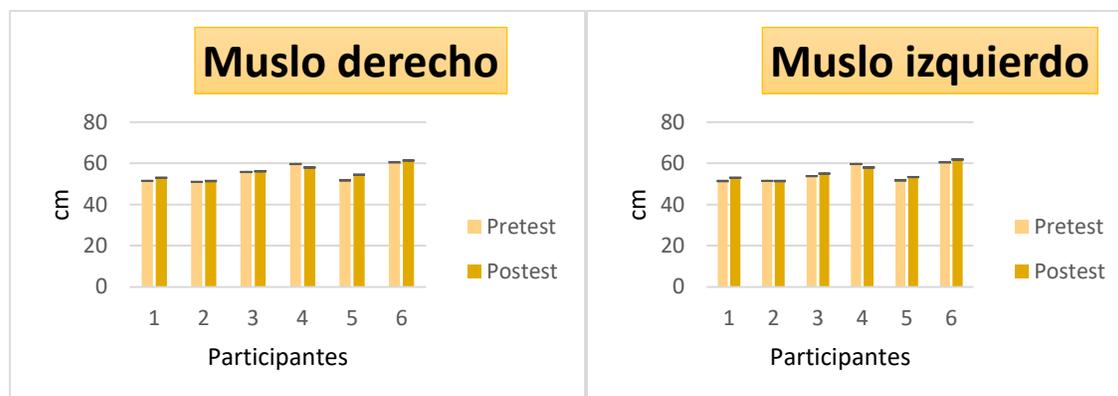
*Gráfica 6*

Los pliegues cutáneos que se tomarán en cuenta para analizar son el cuadricipital y el peroneal, ya que el entrenamiento solo estaba enfocado en la cadena cinética inferior, como se puede ver en la *Gráfica 5*, las participantes tuvieron cambios significativos en su pliegue cuadricipital con un 95% ( $p<0.05$ ) a excepción de la participante 4 donde no hubo cambios en su pliegue, en la *Gráfica 6* se muestra los pliegues peroneales, donde la participante 2 no tuvo cambios significativos y las demás si, con un 95% de significancia ( $p<0.05$ ).



Gráfica 7

Gráfica 8

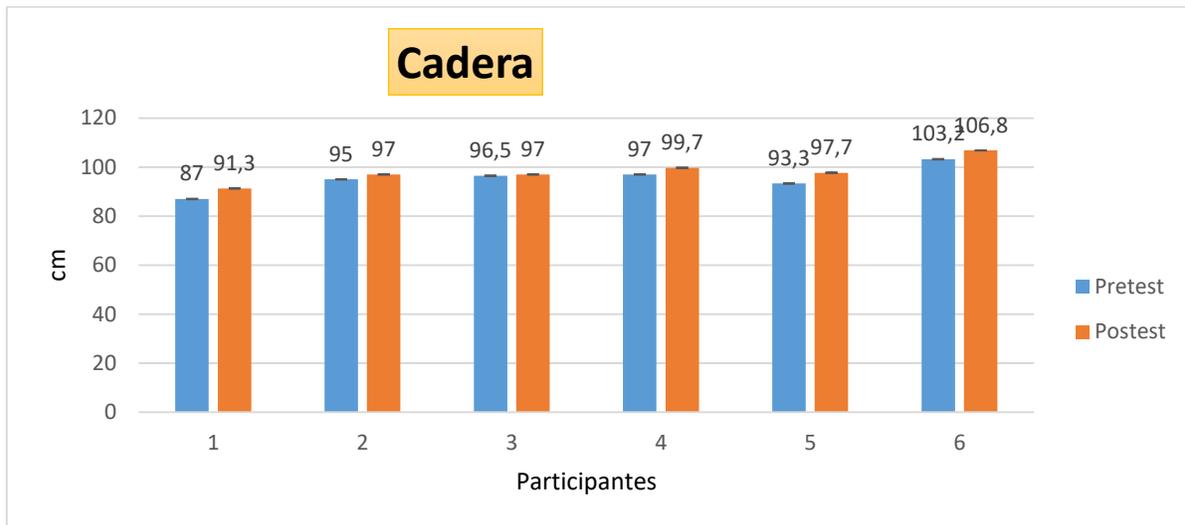


Gráfica 9

Gráfica 10

En las *Gráficas 7, 8, 9 y 10* se pueden observar los datos de los perímetros tanto en muslo medio como en los gemelos de ambas piernas, en los gemelos de todas las participantes hubo cambios significativos con un 95% ( $p<0.05$ ) y todas aumentaron el tamaño, además en los muslos también hubo cambios significativos del 95% ( $p<0.05$ ), en todas hubo aumento de tamaño en su perímetro a excepción de la participante 4 que disminuyó, en los gemelos también hubo cambios en todas a excepción de la participante 2 que mantuvo su

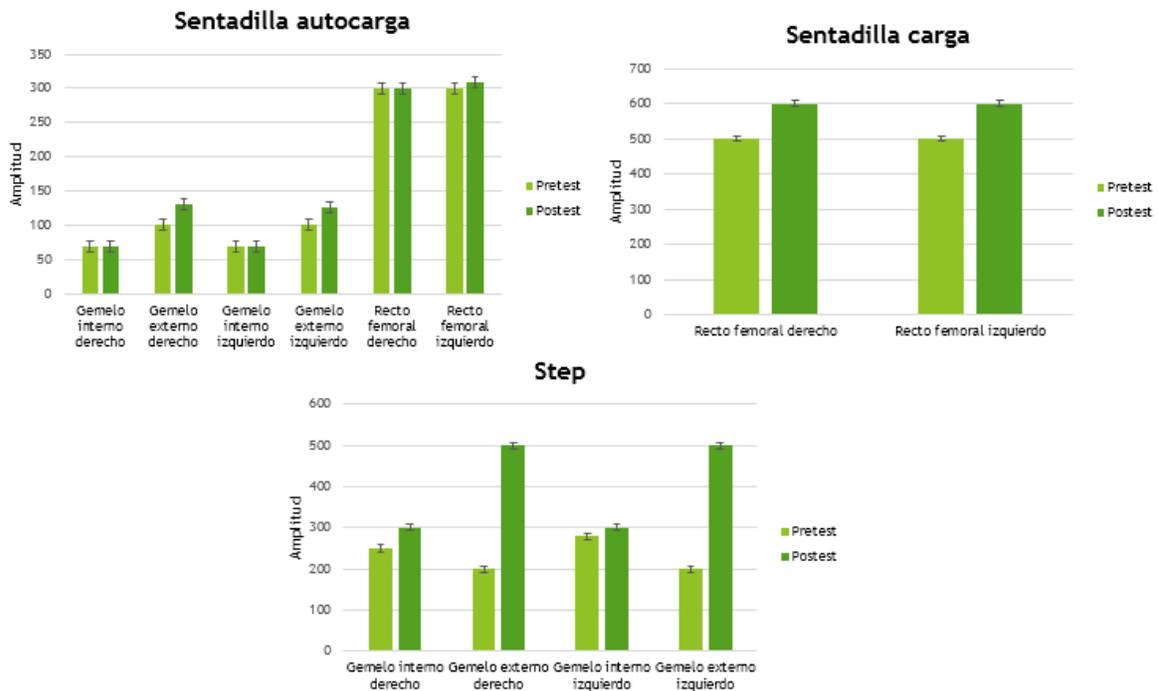
perímetro, pero también mantuvo su pliegue cutáneo como lo mostró la *Gráfica 6* o sea que ella no tuvo cambios en sus gemelos.



Gráfica 11

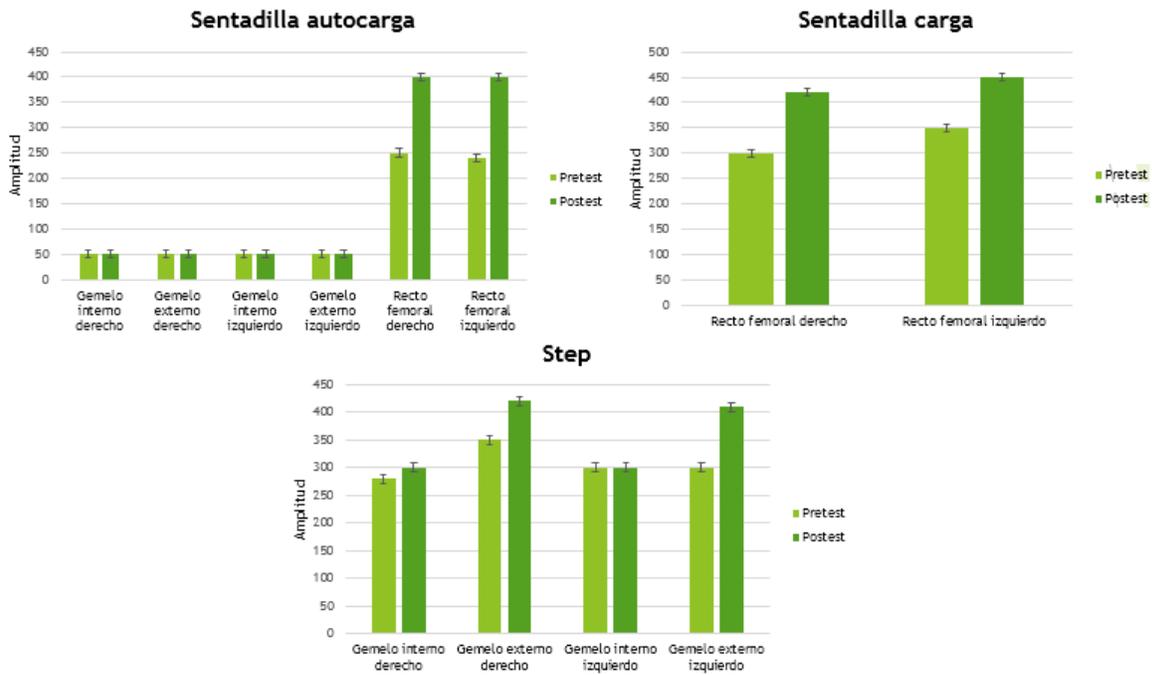
En el perímetro de cadera hubo cambios significativos en todas las participantes, como se puede observar en la *Gráfica 11*, la significancia fue del 95% ( $p < 0.05$ ), en todas las participantes aumentó el tamaño de la cadera.

## Electromiógrafo (Participante 1)



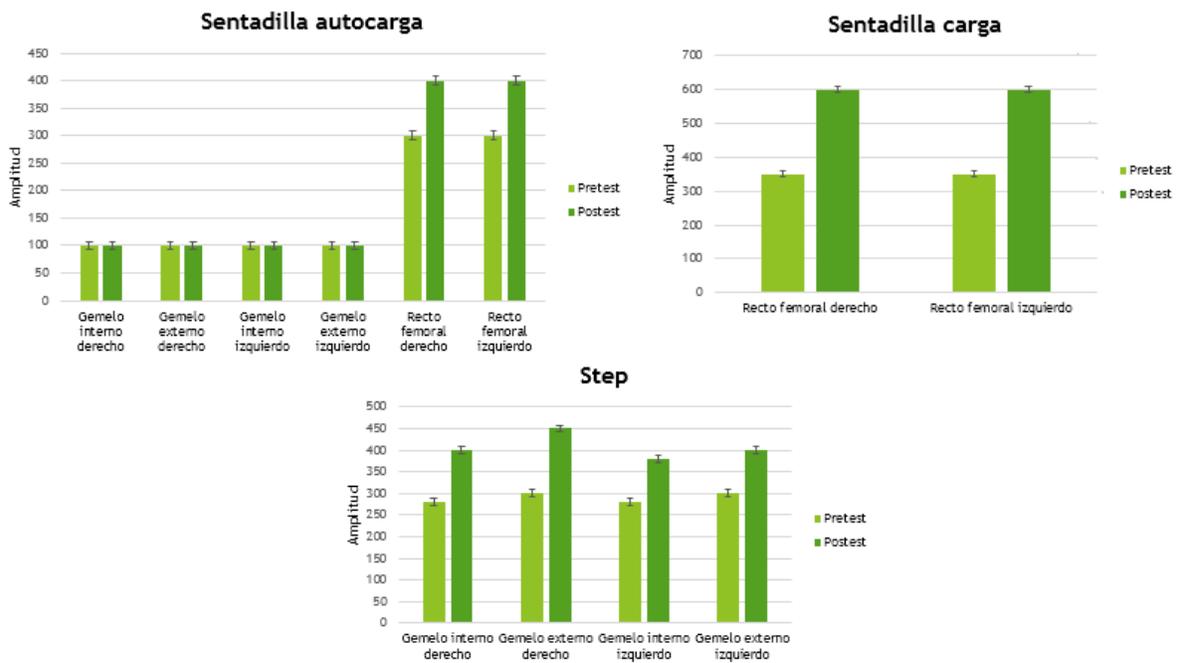
Gráfica 12

## Electromiógrafo (Participante 3)



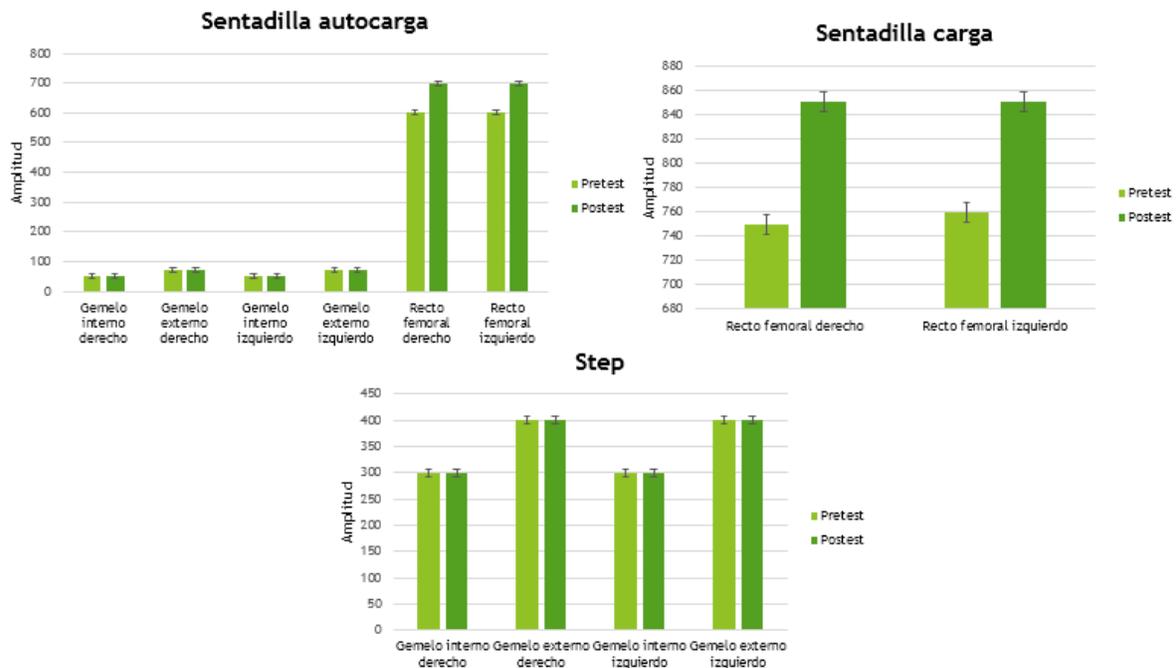
Gráfica 13

## Electromiógrafo (Participante 4)



Gráfica 14

## Electromiógrafo (Participante 6)



Gráfica 15

En las Gráficas 12, 13, 14 y 15 se ven reflejados los resultados que arrojó el electromiógrafo en cuanto a la amplitud, porque en la frecuencia no hubo cambios significativos por ende no se tomaron en cuenta; en dichos resultados se puede observar que en los ejercicios con autocarga no hubo cambios notorios en ninguna de las participantes, pero en los ejercicios con carga, si hubo cambios significativos del 95% ( $p < 0.05$ ) en cuanto a la amplitud, esto quiere decir que las participantes si aumentaron la fuerza muscular de los cuádriceps, y en los gemelos con step también se ven los cambio a excepción de la participante 6 que no tuvo mayores cambios. (Las participantes 2 y 5 no pudieron asistir a las mediciones del electromiógrafo en el posttest, esto generó que no se pudiera hacer comparación de todos los resultados).

## 12. Conclusiones

Entonces para concluir con este pre-experimento, el método piramidal si es un método efectivo para aumentar la masa muscular, porque en todas las participantes a excepción de una, (pero con la nota que dicha participante empezó más tarde el proceso y fue más corto,

entonces no se pudo tener los resultados esperados) se notaron cambios, porque comparando los resultados de las tablas anteriormente expuestas, se notan los cambios tanto en peso, masa muscular, IMC y aumento de la fuerza de las fibras musculares demostrado en el electromiógrafo, además se muestra que hubo aumento del índice de masa grasa y de los pliegues, pero esto puede ser debido a que no se tuvo control en la alimentación de las participantes, donde se pudo haber tenido una ingesta de grasa elevada debido a los requerimientos que les podía exigir el cuerpo por el entrenamiento, el entrenamiento sólo se enfocó en ejercicios de fuerza, excluyendo todo ejercicio aeróbico lo cual pudo haber ayudado a bajar el índice de masa grasa.

En base a los resultados los cambios fueron notorios tanto en los números como en lo reflejado en sus cuerpos y en su estado anímico, las participantes manifestaron una satisfacción por mejorías en su aspecto físico y también se logró que ellas tuvieran una mejor disposición al entrenamiento porque querían seguir haciéndolo por los resultados obtenidos.

### 13. Referencias bibliográficas

- Adorni, M. Transformaciones del cuerpo en las diferentes etapas de la historia Viref Universidad de Antioquia.
- Alcaraz, P. *et al.* (2011), Similarity in adaptations to high-resistance circuit vs. traditional strength training in resistance-trained men, *The Journal of Strength & Conditioning Research* 25(9):2519-27, Septiembre 2011.
- Alvero J. (2011), La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal, normas prácticas de utilización, *Revista Andaluza Medicina del deporte*.
- Aquino, A (2014). Experiencia Educativa Pesas Entrenamiento Piramidal Profesor: Dr. Julio Alejandro Gómez Figueroa, Facultad de Educación Física Universidad Veracruzana
- Bane & McAuley, (1998). Importancia de la práctica físico-deportiva y del género en el autoconcepto físico de los 9 a los 23 años, España.
- Cardona, A. M. S. (2003). Diseños cuasiexperimentales. Facultad Nacional de Salud Pública. Universidad de Antioquia.
- Echeverri J, & Benavides G, (2013). Desarrollo y aplicación de un programa de entrenamiento para aumento de masa muscular, dirigido a estudiantes de deporte formativo de la universidad del valle
- Fleck, S. J. & Kraemer, W. J. (2004) Fundamentos del entrenamiento de la fuerza muscular. Porto Alegre: Ed. Artmed.

- Hans de Ridder, J. (2001). International standards for anthropometric assessment I.S.A.K. School of Biokinetics, Recreation and Sport Science Potchefstroom University CHE Private Bag X6001, Potchefstroom, 2520 República de Sudáfrica
- Izquierdo, M (2006). Optimización del volumen y la intensidad en el desarrollo de la fuerza y potencia muscular. Mikel Izquierdo Centro de Estudios, Investigación y Medicina del Deporte (CEIMD). Gobierno de Navarra
- Kraemer W. J. y Spiering B. A. (2008). Entrenamiento de la fuerza (Crecimiento muscular) España: Editorial Médica Panamericana.
- Naclerio, A.F. (2005). Entrenamiento de fuerza y prescripción del ejercicio. En: Jiménez, A. (Ed.), Entrenamiento personal, bases fundamentos y aplicaciones. Barcelona: Inde.
- Pardell, X. (2018). Apuntes de electromedicina (electromiografo)
- Ríos, I (2015). ¿Qué es un Plicómetro? Aprende a usarlo.
- Royano, F (2016). ¿Qué buscan las chicas cuando acuden al gimnasio? tercera parte. España.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. d. (2010). Metodología de la investigación. México D.F.: Mcgraw-Hill.
- Schoenfeld, B (2011). The use of specialized training techniques to maximize muscle hipertrophy. Global Fitness Services, Scarsdale, New York.

# Anexo

## Ejercicios



## Instrumentos



## Consentimiento Informado

El propósito de esta ficha de consentimiento es proveer a los participantes en esta investigación con una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes.

La presente investigación es conducida por Jorge Mario Cano Pérez, de la Universidad de Antioquia. La meta de este estudio es saber si el método de entrenamiento piramidal de hipertrofia en tren inferior es eficaz.

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá responder preguntas (o completar una encuesta, o lo que fuera según el caso), además de una toma de medidas como el perímetro de los segmentos musculares del tren inferior y los pliegues corporales. Esto tomará aproximadamente 20 minutos de su tiempo. La información que se recolecte el investigador la guardará en una base de datos para posteriormente compararlas con las mismas medidas después de aplicar el método de entrenamiento.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación y/o académico. Sus respuestas al cuestionario y a la entrevista serán codificadas usando un número de identificación y por lo tanto, serán anónimas.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma. Si alguna de las preguntas durante la entrevista le parecen incómodas, tiene usted el derecho de hacérselo saber al investigador o de no responderlas.

Desde ya le agradecemos su participación.

Acepto participar voluntariamente en esta investigación, conducida por Jorge Mario Cano Pérez. He sido informado (a) de que la meta de este estudio es saber si el método de entrenamiento piramidal de hipertrofia en tren inferior es eficaz.

Me han indicado también que tendré que responder preguntas y una toma de medidas corporales, lo cual tomará aproximadamente 20 minutos.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona.

Entiendo que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido.

-----  
Nombre del Participante  
(impresión)

Firma del Participante

Fecha (En letras de