



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE SALUD PÚBLICA**

**CARRERA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA**

**RELACIÓN ENTRE COMPOSICIÓN CORPORAL, INGESTA  
ALIMENTARIA Y ÁNGULO DE FASE EN FISICOCULTURISTAS  
Y FITNESS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA 2020**

**Trabajo de titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**NUTRICIONISTA DIETISTA**

**AUTOR: MICHAEL FERNANDO BURGOS RONQUILLO**

Riobamba – Ecuador

2021



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE SALUD PÚBLICA**

**CARRERA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA**

## **RELACIÓN ENTRE COMPOSICIÓN CORPORAL, INGESTA ALIMENTARIA Y ÁNGULO DE FASE EN FISICOCULTURISTAS Y FITNESS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA 2020**

**Trabajo de titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**NUTRICIONISTA DIETISTA**

**AUTOR: MICHAEL FERNANDO BURGOS RONQUILLO**

**DIRECTOR: ND. PATRICIO RAMOS P.**

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, Michael Fernando Burgos Ronquillo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Michael Fernando Burgos Ronquillo, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 22 de Febrero de 2021

**Michael Fernando Burgos Ronquillo**

**171873079-7**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE SALUD PÚBLICA**  
**CARRERA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA**

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de investigación, **RELACION ENTRE COMPOSICIÓN CORPORAL, INGESTA ALIMENTARIA Y ÁNGULO DE FASE EN FISICOCULTURISTAS Y FITNESS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA 2020**, realizado por el señor **MICHAEL FERNANDO BURGOS RONQUILLO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
ND. Tannia Valeria Carpio Arias <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>TANNIA VALERIA CARIO-ARIAS</b>	<b>18-febrero-2021</b>
ND. Patricio David Ramos Padilla <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>PATRICIO DAVID RAMOS PADILLA</b>	<b>18-febrero-2021</b>
ND. Veronica Carlina Delgado Lopez <b>MIEMBRO DE TRIBUNAL</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>VERONICA CARLINA DELGADO LOPEZ</b>	<b>18-febrero-2021</b>

## **DEDICATORIA**

La presente investigación va más allá de lo que abarca la palabra, es una meta personal cumplida, un escalón más de la capacidad que como estudiante y pasajero de la vida universitaria pude lograr. De manera muy especial este trabajo va dedicado a mi madre Ritha Ronquillo, la encargada de haber moldeado mi carácter y motivarme a siempre lograr cosas importantes en la vida, en el deporte, en la universidad, en todo. Por ser mí amiga, mi apoyo, mi razón de ser. A mi padrastro, que ha formado parte de mi vida siendo una figura paterna, aportando sus valores y conocimientos para convertirme en el hombre que soy hoy en día. A mis hermanos que siempre han aportado ese grado de interés esencial para cada vez esforzarme por ser un gran profesional. A mi novia María José que ha sido un apoyo y pilar fundamental durante todos estos años de estudio, por los momentos juntos, porque me ha motivado en todo momento para nunca desistir y siempre ha buscado en mí, mi mejor versión.

Michael

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la vida, fortalece y sabiduría en todo momento para seguir mis sueños y lograrlos.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Salud Pública, Escuela de Nutrición y Dietética y a los docentes que hicieron parte de mi formación como profesional. Y de manera especial al ND. Patricio Ramos P. por el apoyo constante durante el proceso y realización de la investigación, por haber compartido sus conocimientos que fueron de mucha importancia para el estudio y lo serán para mi vida como profesional, a la ND. Verónica Delgado por depositar su confianza en mí para llevar a cabo este estudio, por la dedicación y constancia de su tiempo a la revisión de mi trabajo de titulación, por la enseñanza y humildad que me ha brindado en el salón de clases y durante este proceso investigativo.

A mi amigo Jonathan y colega que me ha motivado en esta investigación y formó parte en su momento de la misma de manera desinteresada.

Michael

## TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1
Objetivos .....	3
<i>Objetivo general</i> .....	3
<i>Objetivos específicos</i> .....	3
Hipótesis .....	4
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>5</b>
1.1. <b>Historia del físico culturismo .....</b>	<b>5</b>
1.2. <b>Generalidades del culturismo.....</b>	<b>6</b>
1.3. <b>Principios básicos del fisicoculturismo .....</b>	<b>6</b>
1.3.1. <i>Una dieta de alta calidad con un aumento de proteínas:</i> .....	7
1.3.2. <i>Levantamiento de peso contra resistencia:</i> .....	7
1.3.3. <i>Un descanso apropiado para facilitar el crecimiento:</i> .....	7
1.4. <b>Ayudas ergogénicas .....</b>	<b>7</b>
1.4.1. <i>Concepto de ayudas ergogénicas</i> .....	7
1.4.2. <i>Clasificación de las ayudas ergogénicas</i> .....	8
1.4.3. <i>Ayudas ergogénicas en fisicoculturistas</i> .....	10
1.5. <b>Nutrición en el deporte .....</b>	<b>13</b>
1.6. <b>Nutrición en fisicoculturistas .....</b>	<b>13</b>
1.7. <b>Nutrición adecuada para el culturismo .....</b>	<b>13</b>
1.8. <b>Calidad de la dieta en fisicoculturistas .....</b>	<b>14</b>
1.9. <b>Ingesta de macronutrientes adecuada en fisicoculturismo .....</b>	<b>15</b>
1.9.1. <i>Proteínas</i> .....	15
1.9.1.1. <i>Clasificación de las proteínas</i> .....	16
1.9.1.2. <i>Digestión y absorción de proteínas</i> .....	17
1.9.2. <i>Hidratos de carbono</i> .....	17

1.9.2.1.	<i>Clasificación de los hidratos de carbono</i> .....	18
1.9.2.2.	<i>Reponer el glucógeno muscular</i> .....	18
1.9.2.3.	<i>Reponer el glucógeno hepático</i> .....	18
1.9.2.4.	<i>Digestión y absorción de los carbohidratos</i> .....	19
1.9.3.	<b>Grasas</b> .....	19
1.9.3.1.	<i>Clasificación de las grasas</i> .....	19
1.9.3.2.	<i>Digestión y absorción</i> .....	20
1.10.	<b>Distribución energética de la dieta</b> .....	20
1.11.	<b>Reserva de energía en el organismo en el deporte</b> .....	20
1.12.	<b>Reservas de los macronutrientes</b> .....	21
1.13.	<b>Vitaminas importantes en el deporte</b> .....	21
1.13.1.	<i>Vitaminas liposolubles</i> .....	22
1.13.2.	<i>Vitaminas hidrosolubles</i> .....	22
1.14.	<b>Minerales en la alimentación del deportista</b> .....	23
1.15.	<b>Agua y electrolitos</b> .....	23
1.15.1.	<i>Causas y consecuencias de la pérdida de líquido debido al ejercicio</i> .....	24
1.15.2.	<i>La hidratación antes, durante y después del ejercicio.</i> .....	25
1.16.	<b>Composición corporal</b> .....	26
1.17.	<b>Bioimpedancia Electrica</b> .....	29
1.17.1.	<i>Generalidades</i> .....	29
1.17.2.	<i>Principios y propiedades bioeléctricas</i> .....	30
1.17.3.	<i>Metodología de la bioimpedancia eléctrica</i> .....	31
1.17.4.	<i>Instrumentos de analisis por bioimpedancia eléctrica</i> .....	32
1.17.4.1.	<i>Bioimpedancia eléctrica monofrecuencia</i> .....	32
1.17.4.2.	<i>Bioimpedancia eléctrica multifrecuencia</i> .....	33
1.17.4.3.	<i>Bioimpedancia eléctrica segmental</i> .....	33
1.18.	<b>Ángulo de Fase</b> .....	34
1.18.1.	<i>Ángulo de fase en el área clínica</i> .....	36

## CAPITULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>39</b>
2.1.	<b>Tipo de estudio</b> .....	39
2.2.	<b>Localización y temporalización</b> .....	39
2.3.	<b>Variables</b> .....	39
2.3.1.	<i>Características Generales</i> .....	39
2.3.2.	<i>Ingesta de energía y macronutrientes</i> .....	39

2.3.3.	<i>Composición Corporal</i> .....	40
2.4.	<b>Operacionalización de variables</b> .....	41
2.5.	<b>Universo y muestra</b> .....	43
2.5.1.	<i>Universo</i> .....	43
2.5.2.	<i>Criterio de inclusión</i> .....	43
2.5.3.	<i>Criterio de exclusión</i> .....	43
2.5.4.	<i>Consideraciones éticas</i> .....	44
2.6.	<b>Métodos y técnicas de recolección de datos</b> .....	44
2.6.1.	<i>Acercamiento</i> .....	44
2.6.2.	<i>Recolección de datos</i> .....	44
2.6.3.	<i>Procesamiento y análisis de datos</i> .....	45

### **CAPITULO III**

<b>3.</b>	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	<b>43</b>
3.1.	<b>Análisis e interpretación de resultados</b> .....	43
3.2.	<b>Discusión</b> .....	52

<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>55</b>
---------------------------	-----------

<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>55</b>
------------------------------	-----------

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Clasificación de ayudas ergogénicas .....	8
<b>Tabla 2-1:</b> Clasificación de suplementos de acuerdo a su eficacia y seguridad.....	9
<b>Tabla 3-1:</b> Requerimientos de proteína para deportistas .....	15
<b>Tabla 4-1:</b> Aminoácidos esenciales y aporte diario mínimo necesario .....	16
<b>Tabla 5-1:</b> Aminoácidos no esenciales.....	16
<b>Tabla 6-1:</b> Vitaminas liposolubles y acción en el deporte .....	22
<b>Tabla 7-1:</b> Vitaminas hidrosolubles y acción en el deporte .....	22
<b>Tabla 8-1:</b> Minerales y acción en el deporte .....	23
<b>Tabla 9-1:</b> Riesgos de la deshidratación .....	25
<b>Tabla 1-2:</b> Operacionalización de variables.....	41
<b>Tabla 1-3:</b> Características demográficas de la población de estudio .....	43
<b>Tabla 2-3:</b> Características de consumo de la población de estudio.....	44
<b>Tabla 3-3:</b> Características de entrenamiento e ingesta de la población de estudio .....	45
<b>Tabla 4-3:</b> Características de composición corporal y ángulo de fase, total y por sexo .....	46
<b>Tabla 5-3:</b> Correlación entre AF y composición corporal, total y por sexo.....	48
<b>Tabla 6-3:</b> Correlación entre AF e ingesta de energía y macronutrientes total y por sexo. ....	51

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Modelo multicompartimental o de los 5 niveles de composición corporal.....	28
<b>Figura 2-1:</b> Metodología de la BIA: Bioimpedanciometro-Posición para la medición de la composición corporal .....	32
<b>Figura 3-1:</b> Relación entre resistencia (R), reactancia (Xc) y ángulo de fase (°) .....	34
<b>Figura 4-1:</b> Ángulo de Fase .....	35

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue relacionar la composición corporal, ingesta alimentaria y ángulo de fase de fisicoculturistas y fitness, para lo cual la muestra poblacional estuvo constituida por sujetos que practicaban esta actividad de manera profesional, mayores a 18 años. El diseño de estudio que se aplicó fue de tipo descriptivo de corte transversal y correlacional, para la obtención de datos subjetivos se usó una encuesta estructurada, para los datos de la composición corporal y ángulo de fase se usó analizador de impedancia bioeléctrica multifrecuencia marca InBody modelo S10. Los cálculos para la obtención del ángulo de fase son realizados por el analizador y reflejados en su base de datos. Para el análisis de datos se usó estadísticas descriptivas de todas las variables en estudio según la escala de medición. Para la comprobación de la hipótesis se realizó un análisis bivariable para establecer la relación o asociación con la variable efecto o resultado (ángulo de fase). Las pruebas estadísticas de significancia que se utilizó fueron: coeficiente de correlación de Pearson y ANOVA, para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico JMP from SAS versión 11. En los resultados obtenidos se halló una relación directa de ángulo de fase con valores importantes de la composición corporal como lo es la masa magra y agua corporal total, de igual forma se halló una relación inversa en cuanto al ángulo de fase y la masa grasa. Con respecto a la ingesta alimentaria se halló una correlación nula con ángulo de fase. Se concluyó que los fisicoculturistas y fitness presentan valores más altos de ángulo de fase. Se recomienda para el estudio aumentar la muestra con la finalidad de obtener mayores resultados los cuales permitan obtener un mejor análisis de la investigación.

**Palabras clave** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS MÉDICAS>, <NUTRICIÓN>, <ANALIZADOR DE BIOIMPEDANCIA>, <COMPOSICIÓN CORPORAL (CC)>, <ÁNGULO DE FASE (AF)>



Firmado electrónicamente por:  
**ELIZABETH  
FERNANDA AREVALO  
MEDINA**



0669-DBRAI-UPT-2021

## ABSTRACT

This study's objective was to relate the body composition, food intake, and phase angle of bodybuilders and fitness practitioners, for which the population sample consisted of subjects who professionally practiced this activity, older than 18 years. The study design applied was descriptive, cross-sectional, and correlational. For obtaining subjective data, a structured survey was used, which helped to measure the study group's food intake. Moreover, for gathering body composition and phase angle data, the InBody model S10 brand multifrequency bioelectric impedance analyzer was used. The calculations to obtain the phase angle are carried out by the analyzer and reflected in its database. For the data analysis, descriptive statistics of all the variables under study were used according to the measurement scale. A bivariate analysis was performed to establish the relationship or association with the effect or result variable (phase angle) to prove the hypothesis. The statistical tests of significance used were: Pearson's correlation coefficient and ANOVA. For the statistical analysis, the statistical program JMP from SAS version 11 was used. The results stated that a total phase angle ( $8.24^\circ$ ) was found when stratifying them by sex. A higher PA was found in men ( $8.73^\circ$ ) than in women ( $6.91^\circ$ ). A direct relationship of phase angle was evidenced with essential values of body composition such as skeletal muscle mass ( $r^2 0.3338$ ), total body water ( $r^2 0.2889$ ), skeletal muscle index ( $r^2 0.6865$ ). Similarly, the results demonstrated an inverse relationship concerning PA / fat mass ( $r^2 0.3122$ ). Regarding food intake, there was not a correlation between intake and phase angle. In conclusion, the phase angle has a close relationship with the body composition, specifically with the skeletal muscle index, fat mass, total body water, and it will be affected or benefited according to the type of activity that a person performs. In contrast, the relationship between phase angle and food intake was utterly null.

**Keywords** <TECHNOLOGY AND MEDICAL SCIENCES>, <NUTRITION>,

<BIOIMPEDANCE ANALYZER>, <BODY COMPOSITION (CC)>, <PHASE ANGLE (AF)>

DAVID  
ANTONIO  
URENA LARA

Firmado digitalmente  
por DAVID ANTONIO  
URENA LARA  
Fecha: 2021.03.04  
09:38:15 -05'00'

## INTRODUCCIÓN

El análisis de bioimpedancia eléctrica (BIA) es un método indirecto para la evaluación de la composición corporal (CC) apoyado en un proceso de diagnóstico simple, rápido y no invasivo, el cual ha sido empleado en el área clínica para investigación en la exploración molecular, celular y tisular en humanos. (Veitia et al. 2017, p. 207-215)

El ángulo de fase (AF) se considera un buen indicador de la integridad celular y la distribución de agua entre los espacios intra y extracelular, este valor es obtenido mediante el resultado del arco tangente entre Reactancia ( $X_c$ ) y Resistencia ( $R$ )  $\times 180^\circ/\pi$ , se lo ha usado además como un predictor de la masa celular corporal e indicador de salud celular, por lo que se ha propuesto que es un buen indicador de estado nutricional en adultos y niños. (Bellido 2018, p. 162-163) Por otra parte, el análisis gráfico de la relación entre  $R$ ,  $X_c$ , estandarizado por la estatura permite hacer una valoración de la CC de un sujeto clasificando el estatus de hidratación y variación de tejido blando. Conocido como análisis del vector impedancia (BIVA).

De acuerdo con (Peine et al. 2013, p. 67) sugiere la necesidad de establecer características de BIVA y AF para las diferentes poblaciones, pues su uso puede estar limitado por la edad, sexo, etnia, nivel del índice de masa corporal, entre otros factores.

Existen revisiones como la de (Llames et al. 2013) donde se evidencia que el aspecto racial juega un papel muy importante en los valores de ángulo de fase (AF), también se lograron evidenciar que el AF fue mayor en hombres y mujeres a excepción de adultos mayores, se relacionó de manera positiva el IMC en niños y adolescentes a diferencia de los adultos, es decir a un mayor IMC menor AF. En el trabajo de (Baumgartner, Chumlea y Roche 1988) en población sana, el AF promedio para hombres fue 7 y en mujeres fue 6.3.

A nivel clínico hay investigaciones en pacientes quirúrgicos en donde el ángulo de fase podría ser utilizado para predecir riesgo de desarrollar complicaciones postquirúrgicas, pero no como indicador de estado nutricional, aunque se evidencia que bajos valores de AF se relacionaron con pacientes desnutridos. En pacientes oncológicos se ha evidenciado que aquellos con un AF alto tenían un promedio de supervivencia mayor, lo que demuestra que el AF es un indicador pronóstico de vida en pacientes con cáncer. En pacientes con enfermedad hepática las curvas de supervivencia demostraron que los pacientes con AF menor o igual a 5,4 tuvieron menor tiempo de supervivencia y pacientes con AF menor a 4.4 se asociaron con supervivencia incluso más corta por lo que el AF se vuelve un indicador pronóstico de supervivencia. (Llames et al. 2013, p. 289-290)

Las investigaciones sobre AF y CC han sido realizadas en su mayoría en población sana y con diferentes patologías, a pesar de esto, hasta la actualidad no existe características determinantes, las cuales se puedan usar como guía para establecer un diagnóstico ya sea de un estado nutricional saludable o deficiente. Sucede de igual manera en el área deportiva estas dos variables se vuelven parámetros importantes ya que funcionan como indicadores del estado nutricional en los deportistas, un indicador indispensable en el área de la nutrición deportiva.

En el campo deportivo es importante conocer varios aspectos relacionados con alimentación y nutrición, estos constituyen un factor determinante en el desempeño del deportista. La alimentación y nutrición pueden asegurar un rendimiento óptimo y el alcance de muchos objetivos en deportes de alto rendimiento.

Es imprescindible el estudio de la composición corporal (CC) para evidenciar y comprender hábitos alimentarios, efectos de la dieta, estilos de vida, entre otras características del entorno de cada individuo y cómo estos pueden verse evidenciados en su estado nutricional. (Martínez-Sanz et al. 2012, p. 89)

Se ha demostrado que la población deportiva constituye un segmento amplio de variabilidad fisiológica que puede mostrar valores de ángulo de fase y composición corporal similares a los de personas con estados patológicos anormales, pero que en su caso son considerados adaptaciones al deporte. (Veitia et al. 2017, p. 208)

Debido a que no existe o existen pocos estudios acerca del ángulo de fase en fisicoculturistas y fitness se plantea la realización del presente proyecto que representará un aporte al conocimiento y un material de consulta para próximas investigaciones. Esta investigación identificará la relación entre la composición corporal, ingesta alimentaria y ángulo de fase en fisicoculturistas y fitness, con la finalidad de establecer características propias de este grupo poblacional en base a las variables antes mencionadas.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

Evaluar la relación entre la composición corporal, ingesta alimentaria y ángulo de fase en fisicoculturistas y fitness.

### ***Objetivos específicos***

- Identificar la composición corporal en fisicoculturistas y fitness a través de la bioimpedancia.
- Identificar el ángulo de fase de la población de estudio.
- Relacionar la composición corporal y la ingesta alimentaria con el ángulo de fase.

## **Hipótesis**

Hipótesis Alternativa1: Los fisicoculturistas y fitness presentan valores más altos de ángulo de fase.

Hipótesis Nula1: Los fisicoculturistas y fitness no presentan valores más altos de ángulo de fase.

Hipótesis Alternativa2: Existe una correlación directa entre la ingesta alimentaria y el ángulo de fase en fisicoculturistas y fitness

Hipótesis Nula2: No existe una correlación directa entre la ingesta alimentaria y el ángulo de fase en fisicoculturistas y fitness

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 1.1. Historia del físico culturismo

El vocablo culturismo proviene del francés para dar nombre a este deporte, el mismo se da en Francia en los siglos XVII y XIX como lugar y fechas de nacimiento de una disciplina deportiva que tenía como fin la estética, palabra que va de la mano con la cultura física, esto es, culturismo que en la actualidad conocemos por su diversidad deportiva de competición (Aldás y Román 2014, p. 5).

Se trata de un arte antiguo, hay que tan solo observar las esculturas griegas y romanas clásicas desde: Doríforo (440 a.C.) hasta el David de Miguel Ángel (1501 a.C), estas obras ya reflejaban la belleza masculina a través de la musculatura y la forma física óptima. Fijémonos en Eugene Sandow el pionero y considerado el padre del culturismo tal y como hoy lo conocemos, difundía los ideales griegos para la consecución de un físico perfecto (Bilbao 2008, p. 48).

Eugen Sandow fue uno de los primeros en comercializar equipos mecánicos para ejercicios tales como pesas y poleas. También organizó la primera competencia de culturismo en el Royal Albert Hall de Londres el 14 de septiembre del año 1901, esta primera competencia dio apertura a muchas otras, la 6ta competencia tuvo el nombre de “The Great Competition” (La Gran Competición). En el padre del culturismo Sandow, encontramos características y antecedentes directos con los elementos esenciales del culturismo tales como: las poses, las exhibiciones de los músculos se realizan bajo ciertas poses musculares que permiten y van a evidenciar de forma contundente el desarrollo muscular obtenido (Aldás y Román 2014, p. 5).

La pose cobra valor primordial en el culturismo profesional, llegando al punto que el culturista trabaja perfeccionando las poses para presentarse frente a un jurado, el cual valorará su desarrollo a partir de la ejecución de las mismas (Aldás y Román 2014, p. 5).

El culturismo puede llegar a ser identificado como uno de los deportes más antiguos, aunque recientemente se lo esté catalogando como deporte de alto rendimiento, la obsesión por tener un

cuerpo bien moldeado y estético a nivel muscular es reciente, esto ha dado paso a la creación de numerosos gimnasios, cada uno ofreciendo distintos servicios a más de las máquinas para ejercicios, ya sea un coach personal, planes de entrenamiento, bebidas proteicas y una cantidad de opciones para los deportistas, las cuales hacen que sus gimnasios predominen y los sujetos que acuden a los mismos tenga mejores resultados.

## **1.2. Generalidades del culturismo**

El culturismo es un deporte basado en el ejercicio físico intenso de predominio anaeróbico, en donde se trata de buscar la máxima ganancia muscular con el menor porcentaje de grasa posible, guardando unas proporciones estéticas en todo el contorno del cuerpo, sin olvidar mantener la mayor definición y simetría posible del músculo.

El culturismo no trata de personas que sobresalen sobre otras por su tamaño muscular, es más que eso, se trata de profesionales que acuden todos los días al gimnasio en diferentes sesiones de entrenamiento y que en cada una de ellas sudan hasta la última gota, moviendo y alzando pesos que no solo llevan a la hipertrofia muscular, sino a la extenuación y el agotamiento máximo de su físico, cuidan cada gramo de alimento que ingieren en su dieta diaria. El profesional culturista está consumiendo alimentos como máximo cada tres horas, por estricta obligación.

Llega a ser un deporte un tanto extraño ya que sus resultados se ven reflejados al estricto cumplimiento de la dieta, al reflejarlo en porcentajes la dieta constituye un 75% del resultado mientras que el ejercicio y el descanso un 25%, podemos observar cuán importante es la nutrición optima en estos deportistas (Bilbao 2008, p. 50).

## **1.3. Principios básicos del fisiculturismo**

El fisiculturismo es el proceso en donde el culturista desarrolla sus fibras musculares mediante la combinación del aumento de la ingesta calórica, levantamiento de pesas y el descanso adecuado.

Por lo tanto se concentran en tres líneas básicas de acción (Angamarca 2018, p. 5-6):

### ***1.3.1. Una dieta de alta calidad con un aumento de proteínas:***

El requerimiento de proteínas de un culturista es mayor que las personas con una vida activa media, esto se debe a que es necesario reparar el daño de las fibras musculares causado por el entrenamiento.

### ***1.3.2. Levantamiento de peso contra resistencia:***

El entrenamiento de levantamiento y ejercicio con pesas causa daños a nivel muscular, más conocido como microtraumas. Estas pequeñas roturas en las fibras musculares dan paso al cansancio muscular que experimentan los deportistas tras el entrenamiento. La reparación de los microtraumas, forman parte del crecimiento muscular (hipertrofia). El entrenamiento de todo culturista se va a basar en series con repeticiones.

### ***1.3.3. Un descanso apropiado para facilitar el crecimiento:***

El descanso adecuado es de suma importancia, se necesita en un culturista un mínimo de 8 horas de sueño como mínimo, para encontrarse en correcta forma para la siguiente sesión de entrenamiento y para que exista la oportunidad de reconstrucción y reparación de las fibras musculares dañadas.

## **1.4. Ayudas ergogénicas**

### ***1.4.1. Concepto de ayudas ergogénicas***

La palabra “ergogénesis” proviene del griego “ergos” que significa trabajo, y “genan” que significa crear. Por lo que se define, que una ayuda ergogénica es todo aquel alimento, producto o práctica el cual permite aumentar o mejorar la capacidad del deportista para llevar a cabo un trabajo físico y mejorar el rendimiento físico y mental (Menéndez 2014, p. 2).

Entonces entendemos que las ayudas ergogénicas nutricionales son un conjunto de ingestas dirigidas a mantener y/o aumentar el nivel de prestación motora, reduciendo las sensaciones de fatiga sin poner en peligro la vida del deportista (Redondo 2016, p. 71).

#### 1.4.2. Clasificación de las ayudas ergogénicas

**Tabla 1-1:** Clasificación de ayudas ergogénicas

	EJEMPLOS
Farmacológicos	Esteroides anabólicos, hormonas, estimulantes
Mecánicas	Trajes para nadar con menor resistencia al agua, cascos aerodinámicos para los ciclistas, zapatillas ultralivianas para corredores
Psicológicos	Técnicas de relajación, hipnosis
Fisiológicas	Entrenar en la altura, sauna para disminuir peso
Nutricionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificación de peso o composición corporal</li> <li>• Manipulaciones alimentarias para mejorar el rendimiento (p. ej., consumo de bebidas con hidratos de carbono durante eventos de larga duración)</li> <li>• Ingesta de suplementos dietarios de nutrientes específicos o subproductos (p.ej., cafeína, creatina)</li> </ul>

**Fuente:** (Onzari, M, 2018)

El instituto Australiano de Deporte (IAD) brindó a los atletas un programa de suplementos para que tengan conocimientos y tengan el uso racional de suplementos y alimentos formulados especialmente para ellos como parte de sus regímenes nutricionales (Onzari 2018, p. 2).

Es un sistema que clasifica los suplementos y alimentos deportivos, basado en el análisis de riesgo-beneficio de cada producto, realizado por un grupo de científicos expertos en la medicina y nutrición deportiva (Onzari 2018, p. 2).

El IAD clasifica a los suplementos en cuatro grupos en función de su eficacia y seguridad (Onzari 2018, p. 3-4):

- Grupo A-Suplementos aprobados: Su uso y ayuda ha sido comprobado científicamente si se sigue el protocolo establecido en la situación deportiva específica.
- Grupo B-Suplementos aún bajo consideración: Aún no tienen pruebas establecidas de su beneficio sobre el rendimiento deportivo, cuentan sólo con datos preliminares que sugieren posibles beneficios.
- Grupo C-Suplementos con limitadas pruebas de efectos beneficiosos: Se encuentran la mayoría de suplementos deportivos, a pesar del patrón de popularidad aún no se ha comprobado que los usos de estos productos aporten algún beneficio, y si lo llegasen a ser son muy mínimos por lo que no llega a ser recomendable su uso.
- Grupo D-Suplementos que no deben ser utilizados por los atletas: El uso de estos suplementos está netamente prohibido, o pueden estar contaminando otros suplementos que no son prohibidos, llegando a poner en riesgo al deportista de ser penalizado en competencia.

**Tabla 2-1:** Clasificación de suplementos de acuerdo a su eficacia y seguridad

CATEGORIA A	CATEGORIA B	CATEGORIA C	CATEGORIA D
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bebidas deportivas</li> <li>• Geles</li> <li>• Comidas líquidas</li> <li>• Multivitaminas y minerales</li> <li>• Barras energéticas</li> <li>• Bicarbonato y citrato de sodio</li> <li>• Cafeína</li> <li>• Suplemento de calcio</li> <li>• Suplemento de hierro</li> <li>• Creatina</li> <li>• Electrolitos</li> <li>• Proteínas del suero de la leche</li> <li>• Probióticos para la protección del intestino</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antioxidantes C y E</li> <li>• B-alanina</li> <li>• Carnitina</li> <li>• Calostro</li> <li>• <math>\beta</math> hidroximetilbutirato (HMB)</li> <li>• Probióticos para la protección inmune</li> <li>• Quercetina</li> <li>• Aceite de pescado</li> </ul>	<p>Suplementos que no se encuentran en ninguna categoría, es probable que merezcan estar acá</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Picolinato de cromo</li> <li>• Coenzima Q10</li> <li>• Ginseng</li> <li>• Inosina</li> <li>• Piruvato</li> <li>• Ribosa</li> <li>• Agua oxigenada</li> <li>• Triglicéridos de cadena media</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efedrina</li> <li>• Estricnina</li> <li>• Sibutramina</li> <li>• Dehidroepiandrosterona (DHEA) Androstenediona, androstenediol</li> <li>• norandrostenediona Tribulus terrestris y otros propulsores de testosterona</li> <li>• Glicerol</li> <li>• Clenbuterol</li> <li>• Hormona de crecimiento</li> </ul>

Fuente: (Onzari, M, 2018)

### *1.4.3. Ayudas ergogénicas en fisicoculturistas*

Entre los fisicoculturistas han establecido un patrón esencial en el uso de ayudas ergogénicas nutricionales como intento de aumentar y mejorar su rendimiento físico (Arnaud et al. 2002, p. 94).

El marketing de las grandes empresas creadoras de suplementos ha llevado a que la mayoría de atletas en este caso los culturistas usen suplementos nutricionales con el fin de mejorar su rendimiento físico. Lamentablemente este tipo de ayudas llegan a ser costosas y dañinas para el deportista, ya que las ayudas ergogénicas que salen al mercado son basadas en poca o ninguna evidencia científica sobre su eficacia. En la actualidad no se ha llegado a demostrar con exactitud algún tipo de beneficios en el consumo de aminoácidos, L-Carnitina, L-Tryptophan o el picolinato de cromo, la creatina, betahidroxibetametilbutirato y dehidroepiandrosterona (DHEA), lo que se conoce es que el picolinato de cromo y la DHEA tienen efectos adversos, mientras que la seguridad de otros productos sigue en cuestión (Armsey y Green 1997, p. 78).

L-Carnitina: Estimula al cuerpo al uso de ácidos grasos en lugar de carbohidratos durante el ejercicio, sin embargo, los estudios realizados con este suplemento tuvieron errores en su metodología perdiendo valor de su funcionalidad (Armsey y Green 1997, p. 88).

L-Tryptophan: Aumento de los niveles de serotonina en el cerebro, el aumento de esta hormona causa un estado de analgesia y reduce la incomodidad del esfuerzo muscular prolongado, por lo tanto retrasa la fatiga (Armsey y Green 1997, p. 89).

Picolinato de Cromo: El cromo parece funcionar como un cofactor que mejora la acción de la insulina, especialmente en el metabolismo de carbohidratos, grasas y proteínas, los promotores del CrPic afirman que aumenta la síntesis de glucógeno, mejora la tolerancia a la glucosa y perfiles de lípidos, y aumenta la incorporación de aminoácidos al músculo (Armsey y Green 1997, p. 87).

Creatina: Aumenta la biodisponibilidad de fosfocreatina (PCr) en las células del músculo esquelético. Por lo que se cree que aumenta el rendimiento muscular de dos maneras, la primera una PCr más disponible permite una resíntesis más rápida de ATP proporcionando energía para ejercicios breves y de alta intensidad. En segundo Lugar, la PCr amortigua los iones de hidrógeno

intracelulares asociados con la producción de lactato y la fatiga muscular durante el ejercicio, por lo que se supone que la suplementación de creatina puede proporcionar un efecto ergogénico al aumentar la fuerza de contracción muscular y ejercicio anaeróbico prolongado (Armsey y Green 1997, p. 78).

Betahidroxibetametilbutirato: Se desconoce el mecanismo exacto de este proceso, pero los promotores proponen la hipótesis de que el HMB regula las enzimas responsables de la descomposición de proteínas, propone que disminuye los niveles altos de HMB para el catabolismo de proteínas, creando así un efecto anabólico neto. Se realizó dos estudios aleatorizados, doble ciego, controlados con placebo, en los cuales se logró identificar que existía una ayuda ergogénica pero, se desconoce la seguridad de su uso (Armsey y Green 1997, p. 90).

Dehidroepiandrosterona: funciona como precursor de esteroideos androgénicos, el cual puede aumentar la producción de testosterona y proporcionar un efecto de esteroides anabólicos (Armsey y Green 1997, p. 90).

Decanoato de nandrolona (Deca Durabolin): Sus principales efectos incluyen el aumento de la masa muscular, estimulación del apetito, aumento de la producción de los glóbulos rojos (Menéndez 2014, p. 34).

Estanozolol (Winstrol): Cumple funciones similares a la nandrolona, en donde descartan el crecimiento muscular, fortalecimiento de glóbulos rojos, aumento del apetito y de la densidad ósea. Su utilización aumenta la ganancia de fuerza sin una ganancia de peso excesiva y promueve la vascularización (Menéndez 2014, p. 35).

Sustanon: Se trata de la mezcla cuatro ésteres de testosterona: propionato de testosterona, fenilpropionato de testosterona, isocaproato de testosterona y decanoato de testosterona. Al igual que otros anabólicos se usa para aumentar la fuerza y masa muscular, con un plus de que esta ayuda energética no retiene líquido y dura de 3 a 4 semanas después de su primera dosis. Gracias a cada uno de los ésteres de testosterona. Cumpliendo cada uno de estos una función distinta haciendo más efectivo su funcionamiento en los culturistas (Menéndez 2014, p. 36).

Hormona del crecimiento: Ayuda al aumento de la masa muscular mediante el incremento de la captación de aminoácidos y síntesis de proteínas, disminuye la adiposidad mediante la activación del lipólisis y lleva a cabo un proceso de rejuvenecimiento parcial de todos los órganos diana que se encuentran dañados o deteriorados (Menéndez 2014, p. 36).

Clembuterol: Es un broncodilatador aumentando la resistencia a la fatiga y ayudando al aumento de la masa muscular (Menéndez 2014, p. 37).

Existen otros fármacos que se utilizan como supuestas ayudas ergogénicas, los cuales ya son considerados como métodos no reglamentarios y dopaje por el Consejo Superior de Deportes de acuerdo a la Resolución de 25 de enero de 1996. En esta lista podemos encontrar los estimulantes tipo A y B, analgésicos narcóticos, anestésicos locales, alcohol, cannabis y sus derivados, bloqueantes beta-adrenérgicos, anabolizantes, hormonas peptídicas y glicoproteínas análogas, corticosteroides y dopaje sanguíneo. En el fisicoculturismo no existe reglamentación con relación al dopaje por lo que el consumo de tipo anabolizantes y de otras sustancias con actividad anabolizante es común entre esta comunidad (Arnaud et al. 2002).

De acuerdo con la investigación de (Arnaud et al. 2002) se logra evidenciar que tienen un grupo homogéneo, en donde su alimentación, entrenamiento y consumo de ayudas ergogénicas son iguales, a más de que las fuentes de información utilizadas para la administración y consumo de ayudas ergogénicas es adquirida por sus compañeros y entrenadores. Ninguno de los sujetos reportó haber obtenido información a partir de fuentes escritas.

Los principales motivos presentados por los culturistas para el uso de EAAs van desde (Arbinaga Ibarzábal 2008, p. 53):

- Causas psicofisiológicas: alivio del dolor, rehabilitación rápida de lesiones, incremento de energía y de estados de alerta, incremento en el peso, etc.
- Causas psicológicas y emocionales: miedo al fracaso, ser competitivo, confianza en sí mismo, perfeccionismo, etc.
- Causas psicosociales: comparación con otros deportistas, deseo de parecerse, presión de compañeros, apoyo social recibido, etc.

### **1.5. Nutrición en el deporte**

La nutrición deportiva es una rama de especialización de la nutrición orientada a deportistas de diversas disciplinas, el primordial objetivo es cubrir todas y cada una de las etapas por la que un deportista pasa, desde el entrenamiento, la competencia, la recuperación y el descanso (Cristina Olivos et al. 2012, p. 253).

Entre los factores que van a determinar en el rendimiento deportivo, la nutrición es uno de los más importantes, junto a factores genéticos de los deportistas, factores culturales, disciplina a la que pertenece y los tipos de entrenamiento que conllevan (Cristina Olivos et al. 2012, p. 253).

Por lo tanto, la dieta en deportistas se basa en tres objetivos de carácter primordial. Aportar la energía justa y necesaria, brindar nutrientes para el mantenimiento y reparación de tejidos especialmente musculares, y para mantener y regular el metabolismo corporal (Cristina Olivos et al. 2012, p. 253).

### **1.6. Nutrición en fisicoculturistas**

La preparación para la competencia en culturismo requiere de reducciones estrictas del tejido graso corporal y un aumento o mantenimiento de la masa magra. Esto se consigue normalmente a través de una disminución de la ingesta de calorías, el entrenamiento de fuerza intenso, y el aumento de ejercicio cardiovascular.

### **1.7. Nutrición adecuada para el culturismo**

Las necesidades o requerimientos nutricionales disponibles son la cantidad de todos y cada uno de los nutrientes que una persona necesita ingerir de manera habitual para obtener un adecuado estado nutricional y evitar aparición de enfermedades. Ahora bien, el culturista debe establecer un régimen dietético más conveniente para el mismo, tratando de obtener un adecuado estado nutricional y condiciones óptimas de reserva de energía y nutrientes que permitirán al deportista afrontar con seguridad el momento de la competición (Angamarca 2018).

El culturista profesional tradicionalmente sigue una dieta de 2 a 4 meses donde se reducen las calorías y el gasto de energía se incrementa para permanecer lo más “seco” posible. La pérdida de grasa y el mantener la masa muscular son la principal preocupación durante este periodo. Con este fin, una ingesta calórica óptima y una adecuada combinación de macronutrientes deben coincidir con las necesidades cambiantes que se producen durante la preparación de la competencia (Ruibal [sin fecha]).

### **1.8. Calidad de la dieta en fisicoculturistas**

La calidad de la dieta hace referencia a la alimentación completa, equilibrada, suficiente y adecuada, la cual proporcione toda la energía y todos los nutrientes esenciales para el crecimiento y una vida saludable y activa.

En donde se puede realizar un cálculo del porcentaje de adecuación de la dieta: %de adecuación = (energía ingerida/ energía requerida) x 100. En donde los valores normales son 95-105%, déficit <95% y exceso >105

Por lo cual es importante que los culturistas tengan una dieta equilibrada, es decir que sus comidas representen todos los alimentos fuentes de proteínas, grasas y carbohidratos, en cantidades específicas para el desarrollo adecuado de su musculatura.

La dieta para los culturistas debe combinarse con entrenamiento y nutrición para lograr los objetivos deseados en este tipo de deporte, con ello generar un cuerpo sano y fibroso. Las dietas de los fisicoculturistas incluyen un 60% de Hidratos de carbono (como pastas, arroz, patatas); 30% de proteínas (pollo, carnes, pescados entre otro.) y 10 % de grasas. El deportista no siempre hace los mismos ejercicios y por ello no tiene las mismas necesidades (Angamarca 2018, p. 18).

## 1.9. Ingesta de macronutrientes adecuada en fisiculturismo

### 1.9.1. Proteínas

Se requiere un adecuado consumo de proteínas durante la preparación de la competición para apoyar el mantenimiento de la masa magra corporal. Los deportistas necesitan un mayor consumo de proteínas para apoyar el aumento de la actividad y los deportistas de fuerza se benefician de un mayor consumo para apoyar el crecimiento de la masa magra corporal (Ruibal [sin fecha]).

El consumo diario de proteínas para adultos que realizan ejercicios debe ser 1.8 gramos/kilogramos de peso corporal/día. Esta cantidad debe ser incrementada a 2.0 g/kg del peso corporal/día para individuos que hacen ejercicios pertenecientes a cualquier grupo con necesidades de proteínas elevadas tales como levantadores de peso olímpico, fisiculturistas, etc. La forma en la que el deportista asegure un adecuado consumo diario de proteínas es que del 12-15% del total de la dieta sea proteínas. Además, se conoce que los requerimientos de la proteína para atletas pueden llegar a ser hasta un 50% más alto que los RDA (recommended dietary allowances) y que su consumo puede incluso a ser más alto (Angamarca 2018, p. 20).

**Tabla 3-1:** Requerimientos de proteína para deportistas

Tipo de deportistas	Requerimientos proteicos por Kg de peso corporal
Deportistas de resistencia: entrenamiento de moderado a duro	1,2-1,4
Deportista de fuerza y potencia	1,4-1,8
Deportista con un programa para perder grasa	1,6-2,0
Deportista con un programa para ganar masa muscular	1,8-2,0

Fuente:(Angamarca, J, 2018)

### 1.9.1.1. Clasificación de las proteínas

Aminoácidos esenciales: no pueden ser producidos por el organismo por lo que deben ser aportados en la dieta

**Tabla 4-1:** Aminoácidos esenciales y aporte diario mínimo necesario

Aminoácidos esenciales	
Aminoácido	Aporte necesario (kg peso/día)
Lisina	13
Triptofano	3,5
Fenilalanina	15
Valina	15
Leucina	17
Treonina	9
Isoleucina	13
Metionina	9,5

Fuente: (Aldás y Román, 2014)

Aminoácidos no esenciales: pueden ser producidos por el organismo

**Tabla 5-1:** Aminoácidos no esenciales

Aminoácidos no esenciales	
Glicina	Hidroprolina
Alanina	Acido aspártico
Serina	Acido glutámico
Aspargina	Cisteina
Prolina	Arginina
Tirosina	Glutamina

Fuente: (Aldás y Román, 2014)

### *1.9.1.2. Digestión y absorción de proteínas*

Las proteínas que ingerimos en la dieta solo pueden ser usadas por el organismo como aminoácidos. Cuando las proteínas llegan al estómago comienza a segregarse una enzima denominada gastrina, la misma ayuda a la producción de ácido clorhídrico, el cual cumple la función de desnaturalizar las proteínas y hace más fácil la digestión, que realiza la pepsina, degradando las proteínas hasta péptidos de tamaño variable y en aminoácidos libres (Aldás y Román 2014, p. 32).

La digestión proteica tiene principio, de manera fundamental, en la primera porción del intestino delgado (duodeno-yeyuno). Allí, tanto las proteínas que aún no han sido degradadas en el estómago, como los péptidos, son transformados por las enzimas pancreáticas y del propio intestino en aminoácidos y pequeños péptidos.

Las enzimas que actúan a nivel intestinal son la tripsina, quimiotripsina, elastasa, carboxipeptidasas, y endopeptidasas. Al finalizar todas estas etapas y por acción de diferentes enzimas han quedado reducidas a los aminoácidos que las componían. Dichos aminoácidos serán transportados por la sangre hasta el hígado.

### *1.9.2. Hidratos de carbono*

Al igual que la proteína, la ingesta necesaria de hidratos de carbono debe ser individual. Una inadecuada ingesta de carbohidratos puede repercutir en el entrenamiento y consumir una adecuada cantidad del mismo reducir la depleción de glucógeno y esto aportaría en la mejoría del entrenamiento (Ruibal [sin fecha]).

Diferentes autores recomiendan que la ingesta de CHO para los deportes de fuerza, incluyendo el culturismo, debe estar entre 4-7g/kg dependiendo de la fase de entrenamiento (Ruibal [sin fecha]).

Después del ejercicio, las reservas de glucógeno deben ser repuestas, la forma más eficaz es lograr consumir una dieta rica en hidratos de carbono, para la mayoría de atletas una ingesta de 5-10g/kg de peso corporal maximizó la reposición de glucógeno muscular. La cantidad óptima depende de la naturaleza, intensidad, duración, y frecuencia del programa de entrenamiento (Angamarca 2018, p. 22).

#### *1.9.2.1. Clasificación de los hidratos de carbono*

Hidratos de carbono de absorción lenta o compleja: Conformados por los polisacáridos. Nos proporciona una energía a medio plazo que acumulamos en forma de glucógeno (Aldás y Román 2014, p. 20).

Hidratos de carbono de absorción rápida o simples: Conformados por monosacáridos y disacáridos. Son los que proporcionan energía rápida (Aldás y Román 2014, p. 20).

#### *1.9.2.2. Reponer el glucógeno muscular*

Los carbohidratos complejos son el principal combustible para la musculatura en ejercicios de mediana y alta intensidad y este es el que proporciona la energía necesaria para mantener una adecuada contracción muscular durante el ejercicio. Por ello es importante consumir en las dos horas posteriores carbohidratos complejos (Angamarca 2018, p. 22).

#### *1.9.2.3. Reponer el glucógeno hepático*

La fructosa existente en las frutas o bebidas es una manera rápida de recuperar las reservas del hígado tras el ayuno nocturno, ya que durante toda la noche la glucosa sanguínea y el aporte a las células lo proporciona el hígado y no el músculo que lo reserva para su uso propio (Angamarca 2018, p. 23).

#### *1.9.2.4. Digestión y absorción de los carbohidratos*

El proceso inicial comienza en la boca, debido a las enzimas que existen en la saliva, la amilasa y ptialina, las mismas son capaces de romper largas cadenas de almidón y transformarlas en unidades mucho más pequeñas. Cuando el alimento es triturado y parcialmente digerido por las enzimas salivales, llegan al estómago (Aldás y Román 2014, p. 21).

En el duodeno existe la degradación mayor, pero es en el resto del intestino delgado donde, finalmente, el alimento ingerido quedará convertido en moléculas de glucosa que pasarán a la sangre y de allí al hígado y músculos donde se almacenarán como glucógeno, si no se necesita en ese momento (Aldás y Román 2014, p. 21).

#### *1.9.3. Grasas*

Las grasas o lípidos son la fuente más concentrada de energía en la dieta. Cuando son oxidadas, las grasas aportan más del doble de calorías por gramo que las proteínas y carbohidratos. Un gramo de grasa contiene 9 calorías mientras que las proteínas y carbohidratos solo contienen 4 calorías. Además de aportar calorías, las grasas actúan de transportadores de las vitaminas liposolubles; A, D, E y K. Al ayudar en la absorción de la vitamina D, las grasas ayudan a que el calcio esté disponible para los tejidos corporales, particularmente los huesos y dientes. Existen dos tipos de colesterol: HDL (lipoproteína de alta densidad), LDL (lipoproteína de baja densidad) (AMED 2016, p. 4).

##### *1.9.3.1. Clasificación de las grasas*

Grasas saturadas: debe aportar del 7-8% del valor calórico total, son aquellas grasas a temperatura ambiente se encuentran en aquellas de origen animal.

Grasas insaturadas: Son beneficiosas para la salud, podemos distinguir entre:

- Monoinsaturadas: deben aportar del 15-20% del valor calórico total
- Poliinsaturadas: deben aportar 4% del valor calórico total

### *1.9.3.2. Digestión y absorción*

La digestión de las grasas comienza en la boca donde el alimento se disgrega en partículas más pequeñas y donde domina la enzima lipasa lingual. Posteriormente la digestión continúa en el estómago, en donde actúa sobre las partículas de grasa tanto la lipasa como la lipasa gástrica, ya que estas enzimas no se inactivan en medio ácido (Aldás y Román 2014, p. 27-28).

Seguidamente, en el intestino delgado, concretamente en el duodeno y yeyuno, la presencia de ácidos grasos produce la liberación de colecistokinina, que activa la contracción de la vesícula biliar y, de esta manera, se produce la liberación de la bilis que emulsiona las grasas y a la vez ayuda a reducir la acidez que todavía tiene el contenido intestinal en esa zona. De esta forma se obtienen finalmente monoglicéridos (una molécula de glicerol y un ácido graso), ácidos grasos, glicerol y colesterol (Aldás y Román 2014, p. 27-28).

### **1.10. Distribución energética de la dieta**

El esfuerzo físico conlleva una reparación de los tejidos que se relaciona de manera directa con la ingesta correcta de los alimentos, encontramos como una distribución adecuada de macronutrientes de Proteína: 30-35% 19 Grasas: 10-15% Hidratos de carbono: 50-60%. Distribución de calorías durante el día Desayuno: 25% Refrigerio: 10% Almuerzo: 30% Refrigerio: 10% Merienda: 25% TOTAL: 100% (Aldás y Román 2014, p. 18-19).

### **1.11. Reserva de energía en el organismo en el deporte**

Metabolismo energético: Durante la fase inicial de la práctica de un ejercicio físico, la cantidad de energía que se necesita es producida por las reservas de glucógeno muscular convirtiéndolas en lactato. La glucosa en sangre no representa un apoyo importante durante los primeros minutos de la práctica del ejercicio (Moreiras y Carbajal 1994).

Los ácidos grasos se oxidan en el músculo y en el hígado.

Como fuente energética se usa de manera primordial el glucógeno, pues a igualdad de oxígeno consumido se obtendrá mayor cantidad de energía. Por otro lado, la cantidad de proteínas usadas como fuente de energía es mínima llegando al 2% del gasto calórico total (Moreiras y Carbajal 1994).

En esfuerzos de menos de 1 hora de duración las reservas energéticas son suficientes para rendir.

### **1.12. Reservas de los macronutrientes**

Las reservas de carbohidratos en el organismo son: Glucógeno muscular, glucógeno hepático, Glucemia (Badell y Cotilla 2004).

Las reservas de grasas en el organismo son: Ácidos grasos libres provenientes del tejido adiposo, triglicéridos intramusculares, triglicéridos de las lipoproteínas plasmáticas, ácidos grasos de la dieta (Badell y Cotilla 2004).

Las reservas de proteínas en el organismo son: Pool intracelular, Proteínas de la dieta, Proteínas intracelulares (Badell y Cotilla 2004).

### **1.13. Vitaminas importantes en el deporte**

Las vitaminas participan en la formación de hormonas, células sanguíneas, sustancias químicas del sistema nervioso central y material genético, por lo general, actúan como biocatalizadores, combinándose con proteínas para crear enzimas metabólicamente activas, las cuales van a intervenir en diferentes reacciones químicas por todo el organismo (Aldás y Román 2014, p. 39).

### 1.13.1. Vitaminas liposolubles

**Tabla 6-1:** Vitaminas liposolubles y acción en el deporte

Vitamina	Acción
Vitamina A(Beta Caroteno)	contribuye a frenar el envejecimiento celular y disminuye la fatiga
Vitamina E(Tocoferol)	Aumento la fuerza y actividad de los músculos (disminuye la fatiga), protege a los deportistas de lesiones en entrenamientos de alta intensidad.

Fuente: (Aldás y Román, 2014)

### 1.13.2. Vitaminas hidrosolubles

**Tabla 7-1:** Vitaminas hidrosolubles y acción en el deporte

Vitamina	Acción
Vitamina B1 (Tiamina)	Importante para transformación de hidratos de carbono en energía y en la transmisión del impulso nervioso
Vitamina B12 (Rivoflavina)	Actúa como coenzima, se debe mezclar con otra enzima en el metabolismo de los glúcidos, grasas y especialmente en el metabolismo de las proteínas que participan en el transporte de oxígeno, para proporcionar energía al interior de la célula.
Vitamina B3 (Niacina)	Producción de energía, ya que es un componente de las coenzimas NAD y NADP que se encuentran presentes en todas las células indispensables en las reacciones de oxidación-reducción que tienen lugar en la degradación de los hidratos, lípidos y proteínas, por lo que su déficit afecta sobre todo a las células de mayor actividad metabólica.
Vitamina B6 (Piridoxina)	Es la vitamina hidrosoluble del grupo B más importante para el deportista.  Interviene en el metabolismo de las proteínas, carbohidratos y mantiene los niveles normales de magnesio en sangre y tejidos (acción sinérgica para estimular actividades metabólicas)
Vitaminas B12 (Cianocobalamina)	Necesaria para la formación de proteínas y glóbulos rojos, y para el funcionamiento del sistema nervioso
Vitamina C (Ácido ascórbico)	Mejora la resistencia física, el trabajo aeróbico, el rendimiento físico y psíquico Aumenta los niveles de adrenalina durante el ejercicio. Facilita la utilización de ácidos grasos como fuente de energía ahorrando a su vez

	glucógeno, lo cual prolonga la resistencia en el entrenamiento La administración de vitamina C antes de una competición mejora directamente el metabolismo del oxígeno.
--	---

Fuente: (Aldás y Román, 2014)

#### 1.14. Minerales en la alimentación del deportista

**Tabla 8-1:** Minerales y acción en el deporte

Mineral	Acción
Magnesio	Ayuda en contracción muscular y conducción del impulso nervioso. Beneficia el metabolismo de macronutrientes y ácidos nucleicos.
Sodio	Regula la distribución hídrica, el equilibrio ácido base y el osmótico, y para la función adecuada de músculos y nervios
Potasio	Interviene como catalizador en el metabolismo energético, síntesis de glucógeno y en la síntesis proteica.
Calcio	Papel importante en la contracción y relajación muscular y como transmisor químico en impulsos nerviosos.
Fósforo	Forma parte en su mayoría de huesos y dientes
Hierro	Función fundamental del transporte de oxígeno a los tejidos por medio de la hemoglobina, que va a captar este oxígeno en los pulmones y cederá al resto de los tejidos de nuestro cuerpo.
Zinc	Imprescindible para el correcto funcionamiento del sistema inmunológico
Cobre	Participa en el proceso de formación de hematíes y ayuda al buen funcionamiento de los vasos sanguíneos, los nervios, el sistema inmunológico y huesos

Fuente: (Aldás y Román, 2014)

#### 1.15. Agua y electrolitos

Una buena hidratación es condición fundamental para optimizar el rendimiento deportivo. La importancia de los líquidos, el agua y las bebidas para deportistas (bebidas isotónicas y bebidas de recuperación) radica en el restablecimiento de la homeostasis del organismo por la pérdida de

agua y electrolitos (iones) provocada por la actividad física a través de mecanismos como la sudoración (Vega-Pérez et al. 2016, p. 84).

El agua es el principal componente del cuerpo humano, y juega distintos papeles en el organismo como en la función circulatoria, reacciones involucradas en el metabolismo energético, eliminación de los residuos, mantenimiento de la temperatura del cuerpo y el volumen del plasma. Cuando la temperatura del cuerpo se eleva por el ejercicio intenso o temperatura elevada, llega la sudoración con el fin de irradiar calor, lo que ocasionará una pérdida de una gran cantidad de agua y electrolitos como el sodio. La pérdida de líquido corporal afecta la termorregulación y el sistema circulatorio- dando paso a la disminución del rendimiento deportivo del atleta. Por lo que para mantener la homeostasis y el rendimiento, la reposición de agua y electrolitos es esencial antes y durante o después del ejercicio (Angamarca 2018, p. 24).

#### ***1.15.1. Causas y consecuencias de la pérdida de líquido debido al ejercicio***

Durante el ejercicio puede existir la pérdida de líquidos por tres razones.

En primer lugar, aparece cuando la pérdida de líquido es mayor a la ingesta de líquido. En segundo lugar, la hipohidratación ocurre cuando el deportista se deshidrata antes de la competencia, debido a una ingesta de líquidos restringida, uso de diuréticos o el uso de saunas. Por último, la hiponatremia, esta aparece debido a una práctica de ejercicio prolongada con abundante sudoración y una ingesta excesiva de líquidos superior a la pérdida por el sudor y la orina, o por la ingesta de líquidos con bajo contenido de sodio. (Rosés y Pere Pujol 2006, p. 71)

Las consecuencias de la pérdida de líquidos se agrupan en dos. Por una parte hay una disminución del rendimiento del atleta, esto ocurre a que el gasto cardiaco aumenta. En según lugar, hay un deterioro funcional de los músculos y tendones, debido a que el aumento de la temperatura muscular altera la estructura normal de las proteínas contráctiles y de la colágena, esto aumenta el riesgo de lesiones musculotendinosas (Rosés y Pere Pujol 2006, p. 71). Por otro lado tenemos la deshidratación y sus riesgos que podemos agruparlo de la siguiente manera.

**Tabla 9-1: Riesgos de la deshidratación**

% de peso corporal perdido	Riesgos
Pérdida del 3% del peso corporal	Causa contracturas, calambres musculares y riesgo de lipotimia (Temperatura corporal 38 C)
Pérdida del 5% del peso corporal	Ocasiona mayor riesgo de lesiones musculotendinosas (Temperatura corporal 39C)
Pérdida del 8% del peso corporal	Provoca contracción sostenida del músculo sin posibilidad de relajación (Temperatura corporal >39,5C)
Pérdida del 10% del peso corporal	Comporta un riesgo vital

Fuente: (Rosés y Pere Pujol, 2006)

Los primeros estudios realizados sobre rehidratación en deportistas después del ejercicio mostraron que el consumo abundante de agua corriente para hidratarse tiene como consecuencia una caída de la osmolalidad plasmática y de la concentración de sodio, produciendo una inmediata diuresis (Rosés y Pere Pujol 2006, p. 71).

### ***1.15.2. La hidratación antes, durante y después del ejercicio.***

La hidratación previa al ejercicio, su principal objetivo es que los deportistas se encuentren bien hidratados antes del entrenamiento o competencia, ya que al asegurar su hidratación tendrá una correcta funcionalidad y rendimiento muscular. El indicador más fiable de una correcta hidratación es la osmolalidad plasmática que debe situarse entre 280 y 300 mOsm x l<sup>-1</sup> sin embargo en la práctica se emplea la variación del peso corporal. Entre los consejos para una correcta hidratación está la recomendación de ingerir de 400 a 600 ml de líquidos 2-3 h antes del ejercicio, esto va a permitir a los mecanismos renales el tiempo suficiente para regular el volumen total del líquido corporal y la osmolalidad a valores óptimos preejercicio y ayuda a retardar la deshidratación lo que ocasionará la fatiga durante el entrenamiento o competencia (Rosés y Pere Pujol 2006, p. 77).

En la hidratación durante el ejercicio, el objetivo es conseguir que el deportista ingiera la suficiente cantidad de líquido para mantener el balance hidroeléctrico positivo, en cuanto a los consejos de hidratación durante el ejercicio hay que tener en cuenta que a partir de los 30 minutos

de actividad comienza a ser necesario compensar la pérdida de agua; a partir de la hora es sumamente necesario. Hay que tener presente que la ingesta de volúmenes pequeños de agua se vacía con lentitud, mientras que volúmenes excesivos de agua causando molestias gastrointestinales y lentifican aún más su vaciado. Se recomienda la ingesta de 150-350 ml de líquidos a intervalos de 15-20 minutos, comenzando desde el inicio del ejercicio, con una concentración de sodio entre  $20-30\text{mmol} \times \text{l}^{-1}$  para prevenir la hiponatremia (Rosés y Pere Pujol 2006, p. 77).

En ejercicios de larga duración e intensos, es imprescindible la adición de carbohidratos para la mantención de oxidación de los azúcares, mantener niveles normales de hipoglucemia, retardar la fatiga y acelerar la reposición de glucógeno perdido. Al referirnos a la ingesta de líquidos, debemos tener presente que una bebida fría va a enlentecer la absorción y en ocasiones puede producir un choque térmico (corte de digestión), que puede producir desvanecimientos o lipotimias. Además, una bebida demasiado caliente también enlentece su absorción. Por tanto se recomienda la ingesta de una bebida “fresca”, es decir entre  $10$  y  $15^{\circ}\text{C}$  (Rosés y Pere Pujol 2006, p. 77).

Por último, en la rehidratación después del ejercicio, el objetivo fundamental es el restablecimiento inmediato de la función fisiológica muscular. La rehidratación consiste en devolver cualquier pérdida de líquido acumulada durante el ejercicio. Lo ideal es completar la rehidratación durante las 2 primeras horas después de haber finalizado el ejercicio. Para una correcta rehidratación postejercicio se recomienda la ingesta de al menos un 150% de la pérdida de peso para cubrir la pérdida de líquido por el sudor más las pérdidas obligatorias de orina, con una concentración de sodio entre  $50$  y  $60\text{mmol} \times \text{l}^{-1}$ , para mantenerla osmolalidad plasmática (Rosés y Pere Pujol 2006, p. 77).

### **1.16. Composición corporal**

El análisis de la composición corporal es parte primordial para evaluar el estado nutricional. Para lograr definir qué es la composición corporal podemos tomar la definición de (Wang, Pierson y Heymsfield 1992) quienes definen como aquella rama de la biología humana que se ocupa de la cuantificación in vivo de los componentes corporales, las relaciones cuantitativas entre componentes y los cambios cuantitativos en los mismos relacionados con factores influyentes.

Es imprescindible el estudio de la composición corporal para evidenciar y comprender los efectos de la dieta, ejercicio físico, enfermedad y desarrollo físico, entre otros factores que presenta nuestro organismo.

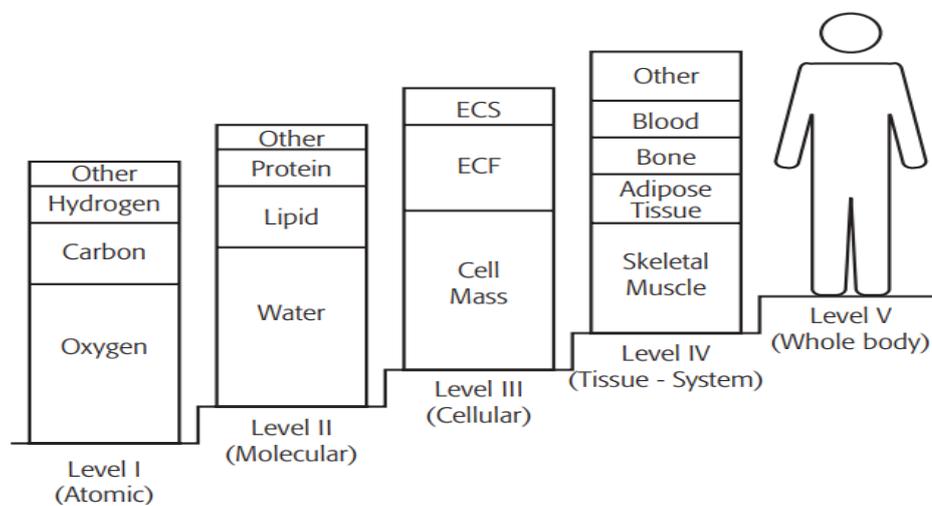
El método ideal para el análisis corporal de un individuo es aquel en el cual se pueda estudiar por separadas todos y cada uno de los elementos que integran el organismo humano; es por esto que el método más completo es el análisis del cadáver. Este estudio fue realizado entre 1945 y 1956 en los cadáveres de 5 hombres y una mujer. En la actualidad no existe ningún método de análisis corporal en vivos de manera directa, de ahí que todas las técnicas en la práctica presenten dos tipos de error (Martínez 2009, p. 101):

- El primer error de carácter metodológico, del proceso que se lleva para tomar los primeros datos
- Segundo error lo supuestos que asumimos cuando el dato primario es convertido en resultado final

Los niveles en los cuales se puede realizar una evaluación de la composición corporal fueron creados, aproximadamente hace dos décadas.

De acuerdo con (Welham y Behnke 1942) propone el modelo de análisis de Composición corporal, basado en la aplicación del principio de Arquímedes, en el cual el peso corporal estaba representado por 2 componentes, masa grasa y masa libre de grasa. A partir de este modelo propuesto dará nacimiento al desarrollo de otro nuevo por (Keys y Brozek 1953) los cuales dividieron al organismo en 4 componentes básicos: masa grasa, proteína, masa osea, y proteína. Matiegka considerado el padre de la composición corporal, en 1921 desarrolla el modelo de los 4 compartimentos o tetracompartimental, el mismo contempla una composición basada en 4 componentes básicos: masa grasa, masa muscular, masa ósea y masa residual. Este modelo pasó por distintas modificaciones, para llegar al último modelo pentacompartimental, este centra su atención en torno a 5 componentes o niveles de estudio que varían de menor a mayor complejidad en la estructura y composición (González Jiménez 2013).

Por lo que el primer segmento se va a encontrar representado por el nivel atómico o elemental, que se conforma de elementos como el oxígeno en un 60%, carbono en un 20%, hidrógeno en un 15%, calcio y nitrógeno en un 1%, entre otros. El segundo nivel, también conocido como nivel molecular o químico, se haya integrado por agua en un 60%, lípidos en un 15%, proteínas en un 18%, glucógeno en un 1% y minerales en un 6%. El tercer nivel o celular se refiere a masa celular, líquidos extracelulares, sólidos extracelulares y grasa. El cuarto nivel conocido como histológico o tisular comprende elementos como músculo esquelético, musculo no esquelético, tejidos blandos, el tejido adiposo y el hueso. Finalmente, el quinto nivel o el nivel corporal total (González Jiménez 2013).



**Figura 1-1.** (González, J. 2013)

Entre los métodos más usados para evaluar la composición corporal esta la antropometría y la bioimpedancia eléctrica, a nivel de antropometría la cual se basa en una visión bicompartimental del cuerpo humano, y dentro de ésta, el peso, la talla, los pliegues cutáneos, el índice de masa corporal y la circunferencia de la cintura son las herramientas más utilizadas.

La antropometría definida como la ciencia que estudia las medidas y dimensiones de las diferentes partes del cuerpo humano ya que estas varían de un individuo para otro según su edad, sexo, raza, entre otras características. Este estudio permite calcular una serie de medidas como altura, peso, IMC, componente muscular, componente adiposo, agua corporal, entre otros, y así obtener información acerca del estado nutricional del sujeto evaluado.

## **1.17. Bioimpedancia Electrica**

En la actualidad existen numerosos métodos de estimación de la composición corporal entre los que destacan: dilución de isótopos, densitométricos (peso bajo el agua o pletismografía), antropometría, DXA (absorciometría dual de rayos X), imagen corporal (resonancia magnética, tomografía computarizada) y Bioimpedancia eléctrica (BIA) (Dorantes 2015, p. 33).

### ***1.17.1. Generalidades***

La bioimpedancia eléctrica o impedancia bioeléctrica, es un método utilizado para medir la composición corporal que tiene una persona. Se define impedancia a la oposición de un conductor al flujo de una corriente alterna, esta medida se compone de dos vectores uno llamado resistencia y otra reactancia (Rodón Ortega, Vallejo Castillo y García Falcón 2014, p. 2093).

Esta técnica para evaluar la composición corporal (CC) se lleva a cabo debido a la estrecha relación que existe entre las propiedades eléctricas del cuerpo humano, la composición corporal de los diferentes tejidos y del contenido total de agua en el cuerpo. Como todos los métodos indirectos de estimación de la CC, la BIA depende de algunas premisas relativas a las propiedades eléctricas del cuerpo, tales como, el nivel de hidratación, la edad, el sexo, la raza y la condición física (Dorantes 2015, p. 34).

La BIA ha ganado popularidad en la evaluación y monitoreo del estado nutricional, permite la medición de los parámetros bioeléctricos en sistemas biológicos, dada la estrecha relación de estos con los parámetros biológicos: agua corporal total (ACT), sus compartimentos (aguas intracelular, extracelular y del tercer espacio) y la composición corporal (masa libre de grasa (MLG); masa grasa (MG), índice de masa corporal (IMC) y metabolismo basal (MB) entre otros) (Dorantes 2015, p. 34).

### ***1.17.2. Principios y propiedades bioeléctricas***

Nyober y colaboradores fueron quienes demostraron que los volúmenes biológicos se pueden relacionar con la impedancia (Z). Matemáticamente se expresan como  $Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$  (Rodón Ortega, Vallejo Castillo y García Falcón 2014, p. 2093).

Estos datos van a depender del contenido de agua y la conducción iónica en el organismo. Se define resistencia (R) como la oposición del tejido al paso de la corriente y reactancia ( $X_c$ ) es el efecto de la resistencia debido a la capacitancia, comportamiento como condensador de la membrana celular y depende a su vez de la frecuencia de la señal (Rodón Ortega, Vallejo Castillo y García Falcón 2014, p. 2093). La  $X_c$  hace que la corriente deje atrás la tensión, por lo cual se crea un cambio de fase. Este cambio es cuantificado de acuerdo a la geometría como la transformación angular de la relación  $X_c$  a la R, o el llamado ángulo de fase (AF) (Dorantes 2015; Leyva et al. 2016).

La resistencia es proporcional a la longitud del cuerpo (se interpreta longitud como altura) e inversamente proporcional al área de sección (generalmente medidas que representa perímetros de los segmentos del tronco y de las extremidades). Debido a esto un sujeto con un cuerpo largo tendrá mayor resistencia en relación con uno más corto, y un cuerpo con un área de sección pequeña tendrá una resistencia menor. (Dorantes 2015, p. 35)

Matemáticamente, el volumen del conductor puede estimarse con la ecuación:

$$\text{volumen del conductor (V)} = \text{longitud (L)} \times \text{área (A)}$$

$$A = V/L$$

$$R = \rho (L/A)$$

$$R = \rho L (L/V)$$

$$V = \rho L^2/R$$

Siendo  $\rho$  una constante de resistividad del cuerpo (Alvero et al. 2011, p. 168).

La constante de resistividad del cuerpo ( $\rho$ ) en ohms/cm es independiente del tamaño y la forma, y es similar a la gravedad específica. Si se sustituye la longitud por la estatura, obtenemos el cociente del cuadrado de la estatura por la resistencia ( $\text{estatura}^2/R$ ), en  $\text{cm}^2/\Omega$ , y este es el

conocido índice de impedancia, que es proporcional al volumen corpora. Este índice es de gran importancia, ya que se presenta en la mayoría de las ecuaciones de predicción, como la mayor y más importante variable predictora del ACT (Alvero et al. 2011, p. 168).

Los aparatos de impedancia eléctrica introducen generalmente en el cuerpo una corriente alterna de amperaje muy bajo (imperceptible), que recorre por el cuerpo, actuando sobre el agua corporal como un elemento conductor y la resistencia que ofrece el fluido al paso de esa corriente es medida por el impedanciometro, la resistencia en el cuerpo no es la misma que la de los conductores no biológicos (Dorantes 2015, p. 36).

La conductividad eléctrica es mayor en presencia del tejido magro, respecto al tejido graso, ya que el primero tiene una composición mayor de agua y gran parte de los electrolitos del cuerpo. En consecuencia, es sobre la masa magra que es posible medir la impedancia a partir del agua. La conductividad en componentes como la sangre o la orina es alta, la del músculo intermedia y la de huesos, grasa o aire es baja (Rodón Ortega, Vallejo Castillo y García Falcón 2014, p. 2093).

### ***1.17.3. Metodología de la bioimpedancia eléctrica***

La metodología más utilizada para realizar una BIA de cuerpo entero es la tetrapolar, que consiste en la colocación de 4 electrodos: dos a través de los cuales se introduce una corriente alterna (generada por el impedanciómetro) y otros dos que recogen esta corriente midiéndose, entre estos, los valores de impedancia, resistencia y reactancia corporal. Estos electrodos deben hallarse a una distancia mayor de 4-5cm, ya que, si no, puede existir interferencias y, por tanto, valores erróneos de la resistencia y reactancia. Las medidas de impedancia deben tomarse en posición de decúbito supino y los electrodos deben disponerse en la manomueca y el pie-tobillo. La selección de esta posición es debido a que con esto podremos disminuir los efectos de la gravedad en la tendencia de remansar el agua en las extremidades inferiores después de la bipdestación (Alvero et al. 2011, p. 169).

En la actualidad, los impedanciometros segmentales realizan mediciones con electrodos mano-mano o pie-pie, normalmente con el individuo en posición de bipedestación, y todo ello siempre sujeto a las instrucciones de cada modelo de bioimpedanciómetro y del fabricante (Alvero et al. 2011, p. 169).



**Figura 2-1.** (Dorantes, J. 2015)

#### ***1.17.4. Instrumentos de análisis por bioimpedancia eléctrica***

##### ***1.17.4.1. Bioimpedancia eléctrica monofrecuencia***

Todos los equipos de monofrecuencia normalmente trabajan a una frecuencia de 50 KHz, con electrodos dispuestos en la mano y en el pie o bien dispositivos pie-pie o mano-mano. Este método permite calcular la resistividad corporal y estimar el ACT y la MLG. La cuantificación del ACT con un sistema de BIA monofrecuencia tiene mayor precisión (Alvero et al. 2011, p. 170).

Los resultados de la impedancia se basan en modelos matemáticos teóricos y ecuaciones empíricas. En esta frecuencia (50Khz), el índice de impedancia es directamente proporcional al ACT y permite el cálculo de la MLG, pero no permite determinar, ni diferenciar entre el agua intracelular y el agua extracelular (Alvero et al. 2011, p. 170)

#### *1.17.4.2. Bioimpedancia eléctrica multifrecuencia*

Los instrumentos BIA multifrecuencia utilizan modelos empíricos de regresión lineal a diferentes frecuencias, como 0, 1, 5, 50, 100, 200 y 500Khz, para estimar el ACT, el AEC y el AIC, y por derivación la MLG. Los aparatos multifrecuencia tienen bastante exactitud para diferenciar variaciones en los niveles de hidratación. A frecuencias por debajo de 5Khz y por encima de 200Khz, se ha comprobado una baja reproducibilidad especialmente para la reactancia a bajas frecuencias. Igualmente se ha descrito una mejor precisión y un sesgo menor de los aparatos multifrecuencia para las estimaciones de AEC respecto a los aparatos monofrecuencia, y una mejor predicción del ACT que los de espectroscopia bioeléctrica (Alvero et al. 2011, p. 170)

#### *1.17.4.3. Bioimpedancia eléctrica segmental*

Esta técnica necesita de dos electrodos adicionales en la muñeca y el tobillo de las extremidades opuestas, o bien sobre la muñeca, el hombro (acromion), espina iliaca superior tobillo. El tronco que tiene una gran sección transversal sólo contribuye en un 10% de la impedancia corporal total (Z) y puede representar hasta el 50% del peso corporal. Esto puede implicar aspectos de importancia en la estimación y el análisis de la composición corporal del cuerpo entero. Esto implica 3 aspectos en el análisis de la composición corporal (Alvero et al. 2011, p. 171):

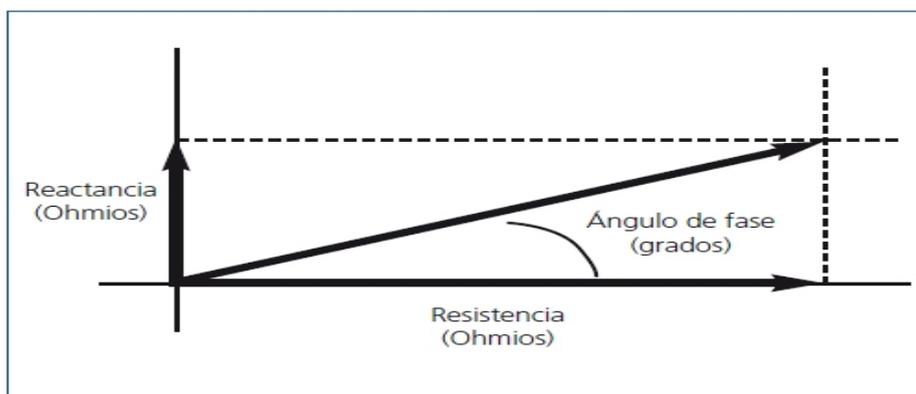
- Los cambios de la Z están estrechamente relacionados a los cambios en la MLG y la masa celular corporal (MCC) de las piernas y brazos
- Los cambios en la MLG del tronco no se describen de forma correcta por las medidas de impedancia corporal total.
- Los cambios en los volúmenes de fluido dentro de la cavidad abdominal tienen poca influencia en las medidas de MLG.

La BIA segmental se ha utilizado para conocer la distribución de fluidos en diversas enfermedades (ascitis, fallo renal, cirugía) y llega a ser útil para el conocimiento de la acumulación de fluidos en la cavidad torácica o abdominal, encontrándose grandes errores para la BIA segmental al medir la MLG en brazos (de un 13-17% de error) y en piernas (10-13%). Actualmente, ya hay trabajos que validan la BIA segmental frente a modelos de 4 componentes (Alvero et al. 2011, p. 171).

Los resultados de la BIA puede afectarse por múltiples y diferentes situaciones que se debe tener en cuenta, como son: la posición del cuerpo, la hidratación, la ingesta de comida y bebida, el aire ambiente y la temperatura de la piel, la actividad física reciente y la conductancia del lugar donde se realiza (superficie de la camilla), la estandarización del método a usar es de suma importancia debido a que esto ayudará en la estimación de componentes como el ACT, la MLG, y la MG. La precisión de los cálculos suele verse afectada por variaciones en la posición de los electrodos, especificaciones del equipo y diferentes algoritmos o ecuaciones de cálculo suministrados por cada fabricante (Alvero et al. 2011, p. 171).

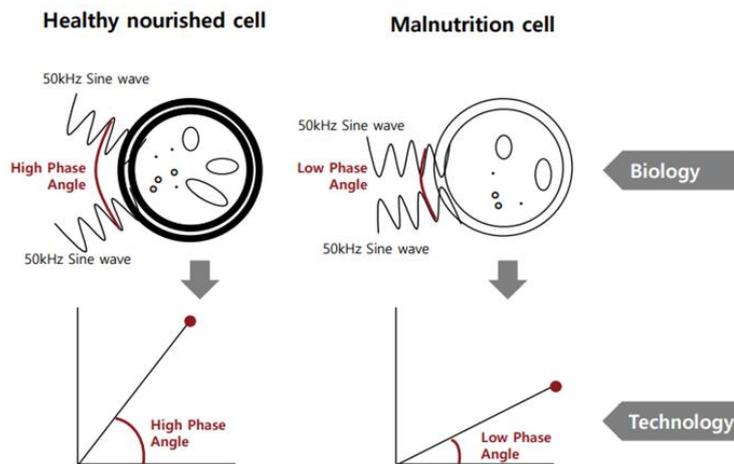
### 1.18. Ángulo de Fase

El ángulo de fase se puede calcular de R y Xc como el arco tangente  $(Xc/R) \times 180^\circ/\pi$ . Por lo tanto, el AF, por un lado, va a depender de la capacitancia de los tejidos asociado con la celularidad, tamaño de la célula e integridad de la membrana celular y, por otro lado, del compartimento de la resistencia, que depende solo de la hidratación de los tejidos. (Leyva et al. 2016, p. 567)



**Figura 3-1:** (Guldrís, S. 2011)

El AF evalúa la integridad de las membranas celulares y la relación entre el espacio extracelular e intracelular (Leyva et al. 2016). Es también utilizado para predecir la masa celular corporal (MCC), por esta razón, también se ha utilizado como un indicador nutricional en adultos y niños, se ha estudiado el papel del AF como indicador de pronóstico y esto variará en diferentes condiciones clínicas (Llames et al. 2013).



**Figura 4-1:** (*InBody*)

Estas recomendaciones de carácter general para un uso correcto de los análisis de BIA se basan en el presente trabajo de revisión.

Una metodología estricta y estandarizada mejora las medidas obtenidas y la estimación de la composición corporal, respetando las situaciones siguientes:

- No haber realizado ejercicio físico intenso 24 horas antes.
- Orinar antes de las mediciones.
- Medir el peso y la talla en cada evaluación.
- Instauración previa de un tiempo de 8-10 minutos en posición de decúbito supino.
- Correcta posición de los electrodos.
- Los brazos y las piernas deben estar separados del tronco.
- Retirar elementos metálicos.
- Consignar situaciones como obesidad abdominal marcada, masa muscular, pérdidas de peso, ciclo menstrual y menopausia.

Las relaciones de la BIA y los cambios de agua corporal están en general bien correlacionadas, pero los gradientes de esas relaciones no siempre se cumplen y hay variaciones importantes entre individuos.

La BIA es un buen método para el control longitudinal de la MLG y de la MG, pero hay que ser cuidadoso en circunstancias de alteraciones de la hidratación (ejercicio, ingesta de líquidos y alimentos y/o padecimiento de enfermedades del equilibrio hidrosalino).

### *1.18.1. Ángulo de fase en el área clínica*

En la actualidad existe varias investigaciones clínicas que proponen el AF como un marcador de pronóstico útil en condiciones clínicas tales como, cirrosis hepática, varios tipos de cáncer, esclerosis sistémica, también se observó una asociación positiva entre el AF y la supervivencia en pacientes con VIH positivos y quirúrgicos. Varios investigadores sugieren que el AF llega a ser una herramienta importante para evaluar el resultado clínico o para evaluar la progresión de la enfermedad y esto puede ser superior a otros indicadores nutricionales, bioquímicos o antropométricos (Llames et al. 2013, p. 287).

Pacientes en diálisis con un ángulo de fase mayor tienen un pronóstico de vida largo relacionándolo con que estos pacientes presentaban en su composición corporal mayor masa libre de grasa a diferencia de los que tienen un ángulo de fase menor en donde presentaban menor masa libre de grasa y mayor masa grasa (Llames et al. 2013).

El AF en pacientes oncológicos ha demostrado ser buen predictor de estado nutricional y supervivencia, tal es el caso del estudio en pacientes con cáncer colorrectal avanzado en donde se evidencio que en pacientes bien nutridos había una diferencia estadísticamente significativa mayor de la media de AF en comparación con aquellos que estaban desnutridos, lo que sugiere que a mejor estado nutricional mayor puntuación de ángulo de fase, este estudio sugirió que el AF es un potencial indicador nutricional en el cáncer colorrectal avanzado (Llames et al. 2013, p. 290).

Un estudio de realizado en pacientes con cáncer de pulmón avanzado demostró que un mayor ángulo de fase al promedio ( $5,3^\circ$ ) tuvieron una supervivencia de 12,4 meses, mientras que

pacientes con un AF menor al promedio su supervivencia fue de 7,6 meses (Llames et al. 2013, p. 290).

Cuando se evaluó el AF como indicador de cáncer de mama, demostró que a mayor puntuación de ángulo de fase mayor supervivencia, por lo que expresaron que se vuelve un indicador independiente del pronóstico en pacientes con cáncer de mama (Llames et al. 2013, p. 290).

En Cuanto al VIH unos pocos estudios transversales han investigado el impacto de la infección por el virus de inmunodeficiencia humana sobre el AF. Lo que buscaban era describir un punto de corte de AF y en base a eso establecer un pronóstico de supervivencia y ser superior al recuento celular y a otros parámetros evaluados, los estudios en sus resultados muestran una fuerte capacidad del AF para predecir supervivencia y progresión clínica de los pacientes infectados con HIV, independientemente del grado de inmunodeficiencia y viremia(Llames et al. 2013, p. 291).

En otra investigación relacionaron el AF con el recuento celular CD4+ en pacientes con VIH y evidenciaron que un CD4+ <200/L tenía un ángulo de fase menor al promedio (5.3°) a diferencia de los pacientes que presentaban un mayor CD4+, por lo que el estudio llegó a la conclusión de que a mayor recuento celular mayor ángulo de fase y por consiguiente una mayor sobrevida del paciente (Llames et al. 2013, p. 291).

Existen pocos estudios en cuanto al AF en pacientes con enfermedades hepáticas Selberg-Selberg, realizaron la evaluación de ángulo de fase en 305 pacientes con cirrosis y evaluaron prospectivamente el tiempo de supervivencia. La media de AF fue 5,4°. El estudio evidenció que una puntuación por debajo del promedio tuvieron una menor supervivencia a diferencia de los pacientes con puntuaciones mayores (Llames et al. 2013, p. 292).

El angulo de fase en el área clínica llega a ser un buen predictor pronóstico de supervivencia de manera independiente, pero para conocer el estado nutricional del paciente necesita ser relacionado con otras variables (Llames et al. 2013).

Por lo tanto, el ángulo de fase se puede usar a nivel nutricional como el indicador que muestra, la integridad estructural de las células y su nivel funcional fisiológico de las mismas. (InBody [sin fecha])

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Tipo de estudio

Es un estudio de tipo descriptivo de corte transversal y correlacional.

#### 2.2. Localización y temporalización

El presente trabajo se realizó en el gimnasio “Victory Forever” de la ciudad de Riobamba, ubicado en Barón de Carondelet y Venezuela, en el mes de agosto 2019.

#### 2.3. Variables

##### 2.3.1. *Características Generales*

Edad

Sexo

Etnia

##### 2.3.2. *Ingesta de energía y macronutrientes*

Consumo de suplementos nutricionales

Consumo de ayudas ergogénicas

Prácticas alimentarias dietéticas

Ingesta de energía y macronutrientes

### **2.3.3. Composición Corporal**

Talla (cm)

Peso (kg)

Agua Corporal total (L)

Agua Intracelular (L)

Agua Extracelular (L)

Masa Grasa Corporal (Kg)

Masa Libre de Grasa (kg)

Masa Músculo Esquelético (kg)

Índice de masa Muscular (kg/m<sup>2</sup>)

Porcentaje de Grasa Corporal (%)

Índice de Músculo esquelético (kg/m<sup>2</sup>)

Área de Grasa Visceral (cm<sup>2</sup>)

Masa Celular Corporal (kg)

Contenido Mineral Oseo (kg)

Agua corporal Total/Masa Libre de Grasa (%)

Agua Extracelular/Agua Corporal Total (L/Kg)

Ángulo de Fase (°)

## 2.4. Operacionalización de variables

**Tabla 1-2:** Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSION DE LA VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>	Sexo	Nominal	Hombre Mujer
	Edad	Continua	años
	Etnia	Nominal	Mestizo/a Negro/a Afro ecuatoriano Blanco/a Indígena
<b>INGESTA DE ENERGÍA Y MACRONUTRIENTES</b>			
	Consumo de suplementos nutricionales	Nominal	Si No
	Consumo de ayudas ergogénicas	Nominal	Si No
	Esquema dietético de ayuno intermitente	Nominal	Si No
	Esquema dietético de dieta cetogénica	Nominal	Si No
	Ingesta de Energía Ingesta de macronutrientes	Continua	Kilocalorías gramos
<b>ANTROPOMETRÍA</b>			
	Peso	Continua	Kg
	Altura	Continua	Cm
	IMC	Ordinal	Delgadez <18, 5 kg/m <sup>2</sup> Normal 18, 5 -24,9 kg/m <sup>2</sup> Preobeso 25-29, 9 kg/m <sup>2</sup> Obesidad >30 kg/ m <sup>2</sup> Obesidad I 30- 34.9 kg/ m <sup>2</sup> Obesidad II 35-39,9 kg/ m <sup>2</sup> Obesidad III >40 kg/ m <sup>2</sup>
<b>COMPOSICIÓN CORPORAL</b>			

	Porcentaje de grasa corporal	Ordinal	Mujeres Grasa esencial 10-13% Atletas 14-20% Fitness 21-24% Promedio 25-31% Obeso >32% (Digate 2009)	Hombres 2-5% 6-13% 14-17% 18-24% >25% (Digate 2009)
	Agua Corporal Total	Ordinal	Hombres 46,96 (Rodríguez Camacho 2017) Mujeres 33,06 (Rodríguez Camacho 2017)	
	Masa Músculo Esquelético	Ordinal	25,55 (Ross y Wilson 1974)	
	Masa Libre de Grasa	Ordinal	Hombres 62,17 (Rodríguez Camacho 2017) Mujeres 42,98 (Rodríguez Camacho 2017)	
	Masa Grasa Corporal	Ordinal	Hombres 16,87 (Rodríguez Camacho 2017) Mujeres 20,00 (Rodríguez Camacho 2017)	
	Agua Intracelular	Continua	%	
	Agua Extracelular	Continua	%	
	Índice de Músculo Esquelético	Continua	Kg/m <sup>2</sup>	
	Área de Grasa Visceral	Continua	%	
		Ordinal	1-9 Normal 10-14 Alto 15-30 Muy Alto (McCarthy y Gallagher. 2006)	
	Masa Celular Corporal	Ordinal	55 (FAO [sin fecha])	

	Ángulo de Fase		HOMBRES Angulo de Fase 6.8 (Llames et al. 2013) MUJERES Ángulo de Fase 6.5 (Llames et al. 2013)
	Contenido mineral óseo	Continua	kg
	Agua corporal total/Masa libre de grasa	Continua	%
	Agua extracelular/Agua corporal total	Continua	L/Kg

Realizado por: Burgos, M. 2020

## 2.5. Universo y muestra

### 2.5.1. Universo

La población de estudio estuvo integrada por todos los sujetos que practican el fisicoculturismo y fitness profesional pertenecientes al gimnasio “VICTORY FOREVER”, que cumplieron con los criterios de inclusión, con un total de 37 participantes en donde 10 fueron de sexo femenino y 27 de sexo masculino.

### 2.5.2. Criterio de inclusión

Fisicoculturistas y fitness que practican esta disciplina de manera profesional y que sean mayores de 18 años, que firmaron el conocimiento informado para participar en la investigación.

### 2.5.3. Criterio de exclusión

Fisicoculturistas y fitness menores de 18 años, que practican la disciplina de una forma no profesional, sujetos que se negaron a la participación de la investigación.

#### **2.5.4. Consideraciones éticas**

Todos los participantes en la investigación firmaron el consentimiento informado, previo a la firma del mismo fueron informados del objetivo de la investigación, procedimientos y duración, derecho a retirarse, de la confidencialidad y manejo de los datos, de los beneficios, riesgos y costos, además los participantes de la investigación estaban en la libertad de retirarse de la misma en cualquiera de las etapas del levantamiento de la información.

### **2.6. Métodos y técnicas de recolección de datos**

#### **2.6.1. Acercamiento**

Se realizó la visita al gimnasio “VICTORY FOREVER”, en donde se explicó la finalidad del estudio al director del gimnasio al igual que objetivos, criterios de inclusión y exclusión para la toma de datos.

#### **2.6.2. Recolección de datos**

Para la ejecución de la investigación se realizó la entrega del conocimiento informado a cada uno de los deportistas que formarían parte de la misma (ANEXO A). La recolección de datos se hizo por interrogación directa a cada sujeto con una encuesta previamente realizada, esta encuesta recolectó características sociodemográficas (sexo, edad, etnia), aspectos alimentarios (ayuno intermitente, dieta cetogénica, ingesta de suplementos, ayudas ergogénicas) e ingesta alimentaria (recordatorio de 24hrs) (ANEXO B).

Para la obtención de los datos de composición corporal se dio a conocer a los participantes las siguientes condicionantes, tener la vejiga vacía, no haber ingerido alimentos de 3-4 horas antes de la medición, retirar accesorios de metal como aretes, manillas, etc, no haber hecho ejercicio físico antes de la medición, en el caso de las mujeres no encontrarse en etapa de gestación o en periodo de menstruación, además se les pidió despojarse de la mayor cantidad de ropa posible, la talla se midió en metros (m) mediante el uso del tallmetro digital, marca InBody, modelo BSM170, el peso en kilogramos (kg), marca InBody modelo 120Stand una vez tomado estos datos se pidió a los participantes reposar en las camillas en posición decúbito supino durante 10-15

minutos para la nivelación del agua corporal en todo el cuerpo. Una vez cumplido el tiempo se llevó a cabo el uso del analizador de impedancia bioeléctrica multifrecuencia marca InBody, modelo s10 la cual arrojó los datos de la composición corporal usados en esta investigación, se colocó los electrodos táctiles en pies y manos, la evaluación tiene una duración de 3-5 minutos, los valores se ven reflejados en la base de datos del analizador.

La obtención del ángulo de fase se da por la impedancia ( $z$ ) la cual es medida en ohmios, es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de la resistencia ( $R$ ) y la reactancia ( $X_c$ ) y es dependiente de la frecuencia. El ángulo de fase es calculado directamente de la  $R$  y la  $X_c$  como el arco tangente  $(R/X_c) \times 180^\circ/\pi$ , para la obtención de este valor se utilizó un analizador de impedancia bioeléctrica multifrecuencia, marca InBody, modelo s10.

### **2.6.3. *Procesamiento y análisis de datos***

Para el análisis estadístico se procedió a realizar lo siguiente:

Estadísticas descriptivas de todas las variables en estudio según la escala de medición. Para variables medidas en escala nominal y ordinal se utilizó número y porcentaje. Para variables de escala continua se utilizó medidas de tendencia central: media; y medidas de dispersión: desviación estándar.

Para la comprobación de la hipótesis se realizó un análisis bivariable para establecer la relación o asociación con la variable efecto o resultado (ángulo de fase). Las pruebas estadísticas de significancia que se utilizó fueron: coeficiente de correlación de Pearson y ANOVA, para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico JMP from SAS versión 11.

### CAPITULO III

## 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 3.1. Análisis e interpretación de resultados

**Tabla 1-3:** Características demográficas de la población de estudio

	n=37	N°	%
<b>Género</b>	Femenino	10	27%
	Masculino	27	73%
<b>Etnia</b>	Mestizos	37	100%
<b>Estado Civil</b>	Soltero	29	78%
	Casado/a	4	11%
	Unión de hecho	3	6%
	Separado/a/ Divorciado/a	2	5%
<b>Tipo de deportista</b>	Novato	14	38%
	Clasificado	23	62%
<b>MODALIDAD</b>	Bikini	4	11%
	Body Fitness	2	5%
	Body Building	4	11%
	Clásico	5	14%
	Culturismo	7	19%
	Culturismo Jr	1	3%
	Mens Fisic	10	27%
	Wellnes	4	11%
<b>Categoría</b>	Junior	10	27%
	Senior	24	68%
	Master	3	5%

n: Población

N°: Número

%: Porcentaje

**Realizado por:** Burgos, M. 2020

Se encontró que en la población de estudio el 73% son de género masculino, mientras que el 23% son de género femenino. En cuanto a la etnia el 100% de la población fue mestiza. Referente al estado civil se encontró que un 78% del grupo de estudio es soltero aduciendo que las personas

solteras son las que se dedican más al fisicoculturismo y fitness, un 11% son casados, mientras que un 6% se encuentran en unión de hecho y/o separados y un 5% divorciados.

En base a los resultados de tipo de deportista con respecto al fisicoculturismo y fitness se encontró que el 38% de los deportistas fueron novatos, mientras que el 62% eran clasificados. En cuanto a la modalidad existe un predominio del 27% pertenecientes a mens físic, 19% para culturismo, 14% culturismo clásico, 11% body building, 11% wellnes, 11% bikini, 5% body fitness y un 3% culturismo jr. Para la categoría del deportista tenemos que un 68% son senior, un 27% junior y un 5% master.

**Tabla 2-3:** Características de consumo de la población de estudio

	n=37	N°	%
<b>Consumo de Suplemento</b>	Si	32	86%
	No	5	14%
<b>Consumo de anabólicos, esteroides, etc</b>	Si	13	35%
	No	24	65%
<b>Ayuno Intermitente</b>	Si	6	16%
	No	31	84%
<b>Dieta cetogénica</b>	Si	17	46%
	No	20	54%

n: Población

N°: Número

%: Porcentaje

**Realizado por:** Burgos, M. 2020

En cuanto al consumo de suplementos un 86% aseguro que, si consumían suplementos en distintas presentaciones y cantidades, mientras que un 14% negó el uso de ellos, asegurando que su rendimiento deportivo es totalmente natural. Con respecto al consumo de ayudas ergogénicas (anabólicos, esteroides, etc) se encontró que un 65% no consume, mientras que el 35% respondió que sí. Referente a la aplicación de esquemas dietéticos como ayuno intermitente, se halló que un 84% no lo realiza y un 16% sí. En cuanto a la dieta cetogénica un 54% no la realiza, mientras que un 46% sí.

**Tabla 3-1:** Características de entrenamiento e ingesta de la población de estudio

		n=37	Nº	%
<b>Tiempo de entrenamiento (edad-dad de Inicio) (años)</b>	Media		4,89	-
	Desvío estándar		5,94	-
<b>Días de entrenamiento</b>	Media		5,29	-
	Desvío estándar		0,57	-
<b>Tiempo de entrenamiento con pesas (minutos)</b>	Media		88,37	-
	Desvío estándar		31,29	-
<b>Tiempo de entrenamiento aeróbico (minutos)</b>	Media		34,18	-
	Desvío estándar		21,19	-
<b>Ingesta de energía y macronutrientes</b>	<b>Calorías</b>	Media(kilocalorías)	2311	-
	<b>Carbohidratos</b>	Media (gramos)	228	-
	<b>Proteínas</b>	Media (gramos)	242	-
	<b>Grasas</b>	Media (gramos)	42	-

n: Población

Nº: Número

%: Porcentaje

**Realizado por:** Burgos, M. 2020

Se encontró que la media de entrenamiento de la población fue de 4 años, la mayoría de ellos entrenaban de 5-6 días a la semana, en lo que respecta al tipo de entrenamiento realizaban más ejercicios anaeróbicos con una media de 88 minutos al día, mientras que ejercicios aeróbicos solo 34 minutos.

Con respecto a la ingesta de energía y macronutrientes se encontró una media de consumo de calorías 2311 kcal en la población, el consumo de carbohidratos fue bajo con una media de 228gramos al día debido a que se encontraban en la última etapa de la competencia, en donde los deportistas buscan abstenerse al máximo el consumo de carbohidratos hasta el momento de la carga de los mismos, el consumo de proteínas fue alto con una media de 242 siendo incluso superior al de los carbohidratos esto debido a lo que se mencionó anteriormente, en cuanto a las grasas el consumo fue demasiado bajo con una media de 42 gramos al día.

**Tabla 4-3:** Características de composición corporal y ángulo de fase, total y por sexo

	<b>Total</b>		<b>Hombres</b>		<b>Mujeres</b>	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>Edad (años)</b>	26,64	7,40	26	6,61	28,4	9,39
<b>Talla (cm)</b>	165,3	7,53	169	4,42	155,2	3,78
<b>Peso (kg)</b>	64,98	12,49	70,24	10,20	50,8	4,06
<b>Agua Corporal total (L)</b>	41,29	9,47	45,68	6,85	29,43	3,00
<b>Agua Intracelular (L)</b>	26,46	6,17	29,34	4,41	18,68	2,04
<b>Agua Extracelular (L)</b>	14,82	3,32	16,34	2,49	10,75	0,98
<b>Masa Grasa Corporal (Kg)</b>	8,41	3,96	7,67	3,95	10,44	3,37
<b>Masa Libre de Grasa (kg)</b>	56,57	12,90	62,57	9,29	40,36	4,13
<b>Masa Músculo Esquelético (kg)</b>	32,48	8,06	36,24	5,76	22,33	2,65
<b>Índice de masa Muscular (kg/m<sup>2</sup>)</b>	23,57	3,07	24,50	3,03	21,07	1,26
<b>Porcentaje de Grasa Corporal (%)</b>	13,44	6,77	10,85	5,01	20,45	6,04
<b>Índice de Músculo esquelético (kg/m<sup>2</sup>)</b>	8,25	2,00	8,92	1,91	6,44	0,65
<b>Área de Grasa Visceral (cm<sup>2</sup>)</b>	27,34	18,70	24,73	18,81	34,38	17,36
<b>Masa Celular Corporal (kg)</b>	37,88	8,85	42,01	6,32	26,73	2,92
<b>Contenido Mineral Óseo (kg)</b>	3,16	0,71	3,45	0,60	2,39	0,27
<b>Agua corporal Total/Masa Libre de Grasa (%)</b>	72,9	0,41	72,99	0,43	72,9	0,35
<b>Masa Libre de Grasa Brazo Derecho (kg)</b>	3,43	1,67	3,97	1,64	1,95	0,27
<b>Masa Libre de Grasa Brazo Derecho (kg)</b>	3,38	1,48	3,90	1,39	1,97	0,36
<b>Masa Libre de Grasa Tronco (kg)</b>	26,33	8,73	29,45	8,18	17,89	1,85
<b>Masa Libre de Grasa Pierna Derecha (kg)</b>	8,04	1,92	8,88	1,50	5,78	0,74
<b>Masa Libre de Grasa Pierna Izquierda (kg)</b>	8,02	1,89	8,84	1,48	5,80	0,73
<b>Agua Corporal Total Brazo Derecho (L)</b>	2,64	1,24	3,06	1,21	1,51	0,21
<b>Agua Corporal Total Brazo Izquierdo (L)</b>	2,61	1,11	3,01	1,04	1,52	0,27
<b>Agua Corporal Total Tronco (L)</b>	20,37	6,74	22,78	6,32	13,87	1,42
<b>Agua Corporal Total Pierna Derecha (L)</b>	6,21	1,48	6,85	1,15	4,47	0,57
<b>Agua Corporal Total Pierna Izquierda (L)</b>	6,20	1,45	6,83	1,14	4,49	0,56
<b>Agua Extracelular/Agua Corporal Total (L/Kg)</b>	0,36	0,01	0,35	0,00	0,36	0,00
<b>AEC/ACT Brazo Derecho</b>	0,35	0,02	0,35	0,02	0,36	0,00
<b>AEC/ACT Brazo Izquierdo</b>	0,36	0,02	0,36	0,02	0,36	0,01
<b>AEC/ACT Tronco</b>	0,36	0,00	0,35	0,00	0,36	0,00
<b>AEC/ACT Pierna Derecha</b>	0,35	0,00	0,35	0,00	0,36	0,00
<b>AEC/ACT Pierna Izquierda</b>	0,35	0,01	0,35	0,01	0,36	0,00
<b>Ángulo de Fase Cuerpo Completo (°)</b>	8,24	1,90	8,73	1,97	6,91	0,67
<b>Ángulo de Fase Brazo Derecho (°)</b>	8,35	5,03	9,12	5,72	6,27	0,59
<b>Ángulo de Fase Brazo Izquierdo (°)</b>	8,22	4,24	8,73	4,70	6,84	2,23
<b>Ángulo de Fase Tronco (°)</b>	11,11	3,87	12,02	4,09	8,66	1,60
<b>Ángulo de Fase Pierna Derecha (°)</b>	8,28	0,98	8,55	0,86	7,56	0,94
<b>Ángulo de Fase Pierna Izquierda (°)</b>	8,31	1,01	8,61	0,92	7,52	0,86

DE: Desvío estándar

Realizado por: Burgos, M. 2020

Con respecto a la edad del grupo de estudio se halló una media para hombres (26 años) y mujeres (28,4 años) encontrándose en una categoría de adultos jóvenes. En cuanto a la composición corporal se encontró que los hombres (45,68L) poseen mayor cantidad de agua corporal total que las mujeres (29,43L), y esta se encuentra en mayor proporción en el espacio intracelular, en lo que respecta a la masa grasa corporal las mujeres (10,44kg) poseen levemente una mayor cantidad de tejido adiposo que los hombres (7,67kg), referente a la masa de músculo esquelético los hombres (36,24kg) tienen una mayor proporción de masa muscular que las mujeres (22,33kg) demostrando una característica propia del dimorfismo sexual en donde los hombres presentan mayor tejido muscular y menor tejido graso a diferencia de las mujeres que ocurre lo opuesto. Sobre el área de grasa visceral se evidenció que las mujeres (34,38cm<sup>2</sup>) poseen mayor cantidad de grasa visceral que los hombres (24,73cm<sup>2</sup>), a su vez se encontró que la masa libre de grasa en la sección del tronco en los hombres (29,45kg) se haya en mayor cantidad que en las mujeres (17,89kg). En lo que respecta al ángulo de fase se encontró que los hombres (8,73°) presentan un mayor AF que las mujeres (6,91°).

**Tabla 5-3:** Correlación entre AF y composición corporal, total y por sexo

	TOTAL		HOMBRES		MUJERES	
	Rcuadrado	p	Rcuadrado	p	Rcuadrado	p
Agua Corporal total (L)	0,2889	0,0006 *	0,1161	0,0819	0,4251	0,0411 *
Agua Intracelular (L)	0,3329	0,0002 *	0,1682	0,0336 *	0,5056	0,0211 *
Agua Extracelular (L)	0,2104	0,0043 *	0,0441	0,2928	0,2595	0,1325
Masa Grasa Corporal (Kg)	0,3122 <sup>a</sup>	0,0003 *	0,2449 <sup>a</sup>	0,0087 *	0,4633 <sup>a</sup>	0,0303 *
Masa Libre de Grasa (kg)	0,2767	0,0008 *	0,1012	0,1057	0,4495	0,0339 *
Masa Músculo Esquelético (kg)	0,3338	0,0002 *	0,1694	0,0329 *	0,5082	0,0206 *
Índice de masa Muscular (kg/m <sup>2</sup> )	0,0897	0,0716	0,0127	0,5757	0,0023	0,8932
Porcentaje de Grasa Corporal (%)	0,4286 <sup>a</sup>	0,0001 *	0,3319 <sup>a</sup>	0,0017 *	0,5552 <sup>a</sup>	0,0134 *
Índice de Músculo esquelético (kg/m <sup>2</sup> )	0,6865	0,0001 *	0,6313	0,0001 *	0,2986	0,1021
Área de Grasa Visceral (cm <sup>2</sup> )	0,2375 <sup>a</sup>	0,0022 *	0,1878 <sup>a</sup>	0,0239 *	0,5197 <sup>a</sup>	0,0186 *
Masa Celular Corporal (kg)	0,3329	0,0002 *	0,1681	0,0336 *	0,5085	0,0206 *
Contenido Mineral Óseo (kg)	0,0089	0,5786	0,1149	0,0836	0,3277	0,0837
Agua corporal Total/Masa Libre de Grasa (%)	0,2309	0,0026 *	0,3498	0,0012 *	0,1805 <sup>a</sup>	0,2209
Masa Libre de Grasa Brazo Derecho (kg)	0,7743	0,0001 *	0,7400	0,0001 *	0,4349	0,0380 *
Masa Libre de Grasa Brazo Izquierdo (kg)	0,6747	0,0001 *	0,6153	0,0001 *	0,3398	0,0770
Masa Libre de Grasa Tronco (kg)	0,7212	0,0001 *	0,6781	0,0001 *	0,4196	0,0428 *
Masa Libre de Grasa Pierna Derecha (kg)	0,4422	0,0001 *	0,3302	0,0017 *	0,2062	0,1874
Masa Libre de Grasa Pierna Izquierda (kg)	0,4604	0,0001 *	0,3585	0,0010 *	0,1855	0,2140
Agua Corporal Total Brazo Derecho (L)	0,7602	0,0001 *	0,7231	0,0001 *	0,4341	0,0383 *
Agua Corporal Total Brazo Izquierdo (L)	0,6617	0,0001 *	0,5996	0,0001 *	0,3496	0,0718
Agua Corporal Total Tronco (L)	0,7168	0,0001 *	0,6728	0,0001 *	0,3917	0,0529

<b>Agua Corporal Total Pierna Derecha (L)</b>	0,4343	0,0001 *	0,3196	0,0021 *	0,1898	0,2082
<b>Agua Corporal Total Pierna Izquierda (L)</b>	0,4506	0,0001 *	0,3445	0,0013 *	0,1735	0,2310
<b>Agua Extracelular/Agua Corporal Total (L/Kg)</b>	0,5152 <sup>a</sup>	0,0001 *	0,4584 <sup>a</sup>	0,0001 *	0,8304 <sup>a</sup>	0,0002 *
<b>AEC/ACT Brazo Derecho</b>	0,8746 <sup>a</sup>	0,0001 *	0,9324 <sup>a</sup>	0,0001 *	0,5934 <sup>a</sup>	0,0091 *
<b>AEC/ACT Brazo Izquierdo</b>	0,4827 <sup>a</sup>	0,0001 *	0,6171 <sup>a</sup>	0,0001 *	0,1243 <sup>a</sup>	0,3175
<b>AEC/ACT Tronco</b>	0,1821 <sup>a</sup>	0,0084 *	0,0454 <sup>a</sup>	0,2855	0,7868 <sup>a</sup>	0,0006 *
<b>AEC/ACT Pierna Derecha</b>	0,3682 <sup>a</sup>	0,0001 *	0,2825 <sup>a</sup>	0,0043 *	0,7266 <sup>a</sup>	0,0017 *
<b>AEC/ACT Pierna Izquierda</b>	0,2548 <sup>a</sup>	0,0014 *	0,1934 <sup>a</sup>	0,0217 *	0,4618 <sup>a</sup>	0,0307 *
<b>Ángulo de Fase Brazo Derecho (°)</b>	0,8717	0,0001 *	0,9113	0,0001 *	0,7282	0,0017 *
<b>Ángulo de Fase Brazo Izquierdo (°)</b>	0,6195	0,0001 *	0,6773	0,0001 *	0,0861	0,4104
<b>Ángulo de Fase Tronco (°)</b>	0,0198	0,4051	0,0045 <sup>a</sup>	0,7372	0,4889	0,0244 *
<b>Ángulo de Fase Pierna Derecha (°)</b>	0,3891	0,0001 *	0,2826	0,0043 *	0,7694	0,0009 *
<b>Ángulo de Fase Pierna Izquierda (°)</b>	0,3829	0,0001 *	0,2699	0,0055 *	0,5944	0,0009 *

Rcuadrado= Coeficiente de determinación

p= probabilidad

\*= estadísticamente significativa

<sup>a</sup>=Correlación inversa

p= probabilidad

**Realizado por:** Burgos, M. 2020

Con respecto a la relación entre variables de la composición corporal (CC) con ángulo de fase (AF), se encontró una correlación directa y estadísticamente significativa ( $p=0,0411$ ) entre AF/Agua corporal total con un coeficiente determinante moderado (0,4251) para mujeres, lo contrario encontrado en los hombres, una correlación nula (0,0819) y un coeficiente determinante débil (0,1161), demostrando que la relación AF/ACT se ajusta por completo al sexo femenino, de igual manera se halló una correlación directa y estadísticamente significativa ( $p=0,0211$ ) entre AF/Agua intracelular con un coeficiente determinante fuerte (0,5056) para mujeres, con una diferencia notable en hombres en donde existe una correlación directa y estadísticamente

significativa ( $p=0,0336$ ) pero con un coeficiente determinante débil (0,1682), demostrando que la relación AF/AIC son variables con mayor dependencia en el sexo femenino.

De igual manera se evidenció una correlación directa y estadísticamente significativa ( $p=0,0001$ ) entre AF/Índice de músculo esquelético en hombres con un coeficiente determinante fuerte (0,6313), una diferencia notable para las mujeres en donde se halló una correlación nula para estas variables.

Por otra parte se encontró una correlación inversa y estadísticamente significativa para hombres ( $p=0,0087$ ) y mujeres (0,0303) entre AF/Masa grasa corporal con un coeficiente determinante débil (0,2449) para hombres y moderado (0,4633) en mujeres. En cuanto a la relación AF/ (Agua corporal total/Masa libre de grasa) en mujeres se encontró una correlación inversa con un coeficiente determinante débil (0,1805) y una probabilidad nula de que haya una relación entre estas dos variables, a diferencia de los hombres en donde se encontró una correlación directa con un coeficiente determinante moderado (0,3498) y estadísticamente significativa ( $p=0,0012$ ).

**Tabla 6-3:** Correlación entre AF e ingesta de energía y macronutrientes total y por sexo.

	TOTAL		HOMBRES		MUJERES	
	Rcuadrado	p	Rcuadrado	p	Rcuadrado	P
Calorías (kcal)	0,008543	0,5864	0,004248	0,7467	0,010921	0,7739
Proteínas (g)	0,132877	0,0265*	0,065802	0,1965	0,028895	0,6387
Grasas (g)	0,00298	0,7483	0,001915	0,8284	0,189698	0,2083
Carbohidratos (g)	0,00086	0,8632	0,024953	0,4313	0,025683	0,6583

\*=Estadísticamente significativa

p=Probabilidad

Rcuadrado= Coeficiente determinante

Realizado por: Burgos, M. 2020

Se observó una correlación directa y estadísticamente significativa entre la ingesta de proteínas y el ángulo de fase ( $P=0.0265$ ) pero con un coeficiente de determinación bajo ( $r= 0,13$ ) para población total, y una correlación nula entre estas variables estratificadas por sexo. En cuanto a la ingesta de grasas y carbohidratos en relación con el AF, se observó una escasa probabilidad de que haya una relación entre estas dos variables.

### 3.2. Discusión

La presente investigación relacionó el ángulo de fase con la composición corporal e ingesta alimentaria, para evaluar su utilidad como indicador de estado nutricional en personas sanas pertenecientes a la actividad de alto rendimiento como lo es el fisicoculturismo. Al hablar de deportistas de esta índole se espera que su calidad nutricional sea sumamente adecuada, ya que los mismos mantienen un cuidado especial en su alimentación y estilo de vida.

El agua corporal total es un componente importante de la composición corporal el cual puede verse afectado cuando existe un desequilibrio entre el agua intra y extracelular, en nuestro grupo de estudio se halló una media de agua corporal total mayor en hombres que en mujeres y esta se encuentran en mayor medida en el espacio intracelular, esto debido a que el compartimento intracelular es mayor y representa aproximadamente dos tercios del agua corporal total, este resultado es similar a la investigación de (Marini et al. 2020, p. 4) realizado en atletas y al estudio de (Mascherini et al. 2017) realizado en futbolistas de élite, estos estudios corroboran que existe mayor proporción de agua corporal en el espacio intracelular tanto en hombres como en mujeres, y el valor de agua corporal total se ve dependiente por la cantidad de masa magra (MM) y masa grasa (MG) del individuo.

La masa grasa es un tejido que dentro de la CC en deportistas es mínimo, se presume debido a la práctica deportiva constante, se evidencia en nuestro grupo de estudio una media de masa grasa menor en hombres que en mujeres, este resultado hallado es igual a la investigación de (Marini et al. 2020, p. 4) realizado en atletas y al estudio de (Mascherini et al. 2017) realizado en futbolistas de élite, ambos estudios evidenciaron menor cantidad de masa grasa en deportistas de sexo masculino, ocurriendo lo contrario en deportistas de sexo femenino, demostrando así una característica propia de la MG, que tiene prevalencia levemente mayor en mujeres que en hombres.

En cuanto a la masa muscular esquelética (MME) nuestra investigación muestra valores de media para hombres mayores que para mujeres, valores significativamente altos debido a que el fisicoculturismo se concentra en el crecimiento muscular, en el estudio de (Rodríguez 2016, p. 56) en donde evaluaron deportistas de gimnasio se encuentran resultados similares. Demostrando que existe un dominio de la MME en deportistas, y este valor es mayor en hombres que en mujeres, se presume que es una característica propia de la evolución del ser humano en donde el

hombre se caracteriza por una cantidad mayor de masa muscular, siendo esto propio del dimorfismo sexual el cual se ve presente en muchos más aspectos dentro de este estudio.

Con respecto al ángulo de fase (AF) se halló en nuestra investigación una media mayor en hombres que en mujeres, este resultado es similar a lo encontrado por (Mascherini et al. 2017) en donde estudiaron deportistas de élite de fútbol y al hallazgo de (Veitia et al. 2017, p. 210) que estudiaron a deportistas que formaban la selección nacional mayor de Cuba, ellos ratifican que existe un mayor AF en hombres que en mujeres. Otros estudios confirman este hallazgo pero son investigaciones realizadas en población sana y no en deportistas, como es el caso del trabajo de (Baumgartner, Chumlea y Roche 1988) estudiaron individuos con edades comprendidas entre 9-62 años, al igual que (Selberg y Selberg 2002), ambos estudios al estratificar las variables se halló un promedio de AF mayor en hombres que en mujeres. El AF ha sido estudiado desde hace varios años como una medida para determinar una función de predicción e indicador del estado nutricional. Aquellos valores bajos de ángulo de fase orientan a muerte celular, por otro lado, valores altos sugieren membranas celulares sanas y por ende un estado nutricio saludable.

Por otro lado el ángulo de fase se relacionó de manera directa con el agua corporal total (ACT) pero con un coeficiente determinante débil para población de estudio, al estratificar las variables, en el sexo femenino el ACT se relacionó de manera directa con un coeficiente determinante moderado, a diferencia del sexo masculino en donde existió una relación nula, se puede demostrar que no existe relación mayor entre AF/ACT como lo evidenciado en (Caravaca et al. 2011, p. 541) en donde estudiaron 175 pacientes con enfermedad renal crónica avanzada (ERCA), con una edad media de 66 años  $\pm$  14 años, indicando que existía una relación positiva entre AF y agua intra y extracelular siempre y cuando se dividan estas dos variables es decir (AEC/AIC). El agua intracelular tuvo una relación directa con el ángulo de fase, teniendo mayor relación en el grupo de sexo femenino, esto se puede corroborar en el estudio de (Marini et al. 2020, p. 6) mencionado anteriormente en donde demostraron que el AF está relacionado con la distribución de agua entre los espacios intra y extra celulares, cuanto mayor es el ángulo de fase mayor es la proporción de agua intracelular en comparación con el agua extracelular, se refuerza esta evidencia con la relación directa que presenta el ángulo de fase con la masa muscular ya que la misma es un parámetro que refleja la masa celular corporal (MCC) y la función de las membranas celulares, la MCC es el compartimento metabólicamente activo constituido principalmente por músculo, alteraciones en las membranas resulta en alteraciones de los valores de ángulo de fase (Marini et al. 2020, p. 6), esto va de la mano con que el grupo de estudio que presenta valores altos de masa muscular y por ende valores altos de ángulo de fase.

En cuanto al índice de músculo esquelético se halló una relación directa con el ángulo de fase, esto debido a que este parámetro va de la mano con la variable de masa magra, mencionado anteriormente que el grupo de estudio presentaba valores altos de la misma, debido a esto se da la relación existente. En lo que respecta a la masa grasa se encontró una relación inversa al ángulo de fase, esto se da debido al nivel de hidratación de este tejido, ocasionando que haya mayor resistencia y menos reactancia, reflejando así valores bajos de AF, lo corrobora la investigación de (Abad et al. 2011, p. 672) en donde estudiaron 164 pacientes en diálisis con un promedio de edad de 61, 1, mostraron una correlación negativa entre AF/% de masa grasa, evidenciando que ésta es una de las razones por las cuales las mujeres presenten menor ángulo de fase que los hombres, a pesar de que el grupo poblacional de estudio sea de deportistas de alto rendimiento, el dimorfismo sexual se hace notar en la relación de estas dos variables. En lo que respecta al AF/ (Agua corporal total/Masa libre de grasa) se encontró una relación directa para grupo poblacional, pero al estratificarlas por sexo se halló una relación nula para mujeres e inversa para hombres, hace falta más información sobre la relación entre estas variables para corroborar que el AF se ve afectado por la relación ACT/MLG.

Al presentar nuestra investigación una muestra acotada de estudio, los resultados hallados deben ser interpretados con precaución, ya que un mal análisis de los mismos puede verse afectado en las conclusiones a las que llegue el estudio. De igual forma la falta de investigaciones previas en cuanto al ángulo de fase y su relación con distintos parámetros de la composición corporal e ingesta alimentaria y más aún en el área deportiva vienen siendo un factor limitante con respecto al análisis de nuestros resultados ya que no pueden ser corroborados.

## **CONCLUSIONES**

1. Se logró identificar la composición corporal del grupo de estudio, con resultados favorables para la investigación, en donde las variables como IMC, masa magra, masa grasa, agua corporal total, entre otros componentes de la composición corporal, se encuentran en un estado adecuado y relacionado en base a su práctica, siendo fisicoculturistas y fitness de alto rendimiento.
2. Se identificó el ángulo de fase del grupo de estudio con valores positivos, siendo este valor mayor en hombres que en mujeres, corroborando la semejanza de este resultado con investigaciones de otros autores con respecto a este tema.
3. Se identificó que el ángulo de fase se relaciona en mayor medida con variables como la masa magra y el agua corporal total en donde presentó una correlación directa, y una correlación indirecta con la masa grasa, mientras que con la ingesta alimentaria no existe probabilidad alguna de una correlación entre estas dos variables, con base a los resultados alcanzados y atendiendo a la discusión de los mismos, existe suficiente evidencia para aceptar la hipótesis alternativa<sub>1</sub> que los fisicoculturistas y fitness presentan valores más altos de ángulo de fase. De igual forma en base a la evidencia obtenida se acepta la hipótesis nula<sub>2</sub> donde se sugería que no existe una correlación directa entre la ingesta alimentaria y el ángulo de fase en fisicoculturistas y fitness.

## **RECOMENDACIONES**

1. Aumentar la muestra para investigación con la finalidad de obtener mayores resultados los cuales permitan obtener un mejor análisis del estudio.
2. Dar a conocer de forma precisa y entendible la finalidad del estudio, y cómo es el método de obtención de datos de cada participante para evitar tergiversación de la información, lo cual puede ocasionar que el sujeto abandone la investigación.

3. Dividir al grupo de estudio por día y horas para un mejor manejo en la utilización de los materiales de obtención de datos, de igual forma evitar aglomeraciones en el escenario de recolección de información.
4. Realizar investigaciones de ángulo de fase relacionando otras actividades deportivas, permitiendo un aporte mayor de estudios con respecto a este tema.
5. Saber llegar a la población de estudio para que la información que emitan durante la interrogación directa sea la más cercana a la verdad, asegurando un mejor resultado de la investigación.
6. Modificar el tipo de investigación el cual permita realizar la misma en un tiempo mayor con seguimiento de los participantes e importancia en parámetros específicos a nivel deportivo como lo son la ingesta de ayudas ergogénicas y la dieta que lleven los sujetos.

## BIBLIOGRAFÍA

**ABAD, S., SOTOMAYOR, G., VEGA, A., PÉREZ DE JOSÉ, A., VERDALLES, U., JOFRÉ, R. y LÓPEZ-GÓMEZ, J.M.**, 2011. El ángulo de fase de la impedancia eléctrica es un predictor de supervivencia a largo plazo en pacientes en diálisis. *Revista Nefrología*, vol. 31, pp. 630-635.

**ALDÁS, Cinthya. y ROMÁN, Amparo.**, 2014. *Estado nutricional y estilos de vida, mediante la evaluación nutricional a los deportistas fisicoculturistas del gimnasio «fuerza extrema» de la ciudad de Otavalo. Periodo 2012-2013*. Otavalo: Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte.

**ALVERO, J., CORREAS, L., RONCONI, M., FERNÁNDEZ, R. y PORTA, J.**, 2011. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. *Acta Médica Colombiana*, vol. 4, no. 4, pp. 167-174. ISSN 0120-2448. DOI 10.36104/amc.2018.1400.

**AMED**, 2016. Nutrición aplicada al culturismo y deporte: Desde los remotos orígenes. , pp. 1-18.

**ANGAMARCA, John.**, 2018. *Conocimientos actitudes y prácticas alimentarias y calidad de la dieta consumida en los deportistas que integran el club de fisicoculturismo de la Universidad Técnica del Norte. 2018*. Ibarra: Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte.

**ARBINAGA IBARZÁBAL, F.**, 2008. Consumo de esteroides androgénicos anabolizantes en el fisicoculturismo: relaciones con variables del entrenamiento y la imagen corporal. *Revista Iberoamericana de psicología del ejercicio y el deporte*, vol. 3, no. 1, pp. 53-66. ISSN 1886-8576.

**ARMSEY, T.D. y GREEN, G.A.**, 1997. Nutrition Supplements: Science vs Hype. *Physician and Sportsmedicine*, vol. 25, no. 6, pp. 76-116. ISSN 23263660. DOI 10.1080/00913847.1997.11440260.

**ARNAUD, María., MATAIX, José., GALVÁN, Carlos., MAÑAS, Mariano. y MUÑOZ, Emilio.**, 2002. Consumo de alimentos y ayudas ergogénicas en culturistas. *Archivos de medicina del deporte*, vol. 19, no. 88, pp. 93-100.

**BADELL, Leticia. y COTILLA, Luisa.**, 2004. Algunos aspectos de la nutrición del deportista. [en línea]. [Consulta: 13 mayo 2020]. Disponible en: <https://www.efdeportes.com/efd71/nutri.htm>.

**BAUMGARTNER, R.N., CHUMLEA, W.C. y ROCHE, A.F.**, 1988. Bioelectric impedance phase angle and body composition. *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 48, no. 1, pp. 16-23. ISSN 00029165. DOI 10.1093/ajcn/48.1.16.

**BELLIDO, V.**, 2018. *Relación del ángulo de fase determinado por bioimpedanciometría con factores de riesgo cardiovascular, adipocitoquinas, antropometría e ingesta dietética de pacientes obesos*. S.l.: Tesis Doctoral, Universidad de Coruña.

**BILBAO, J.I.**, 2008. Luces y sombras. *Radiología*, vol. 50, no. 2, pp. 97-98. ISSN 00338338. DOI 10.1016/s0033-8338(08)71943-x.

**CARAVACA, F., MARTÍNEZ DEL VIEJO, C., VILLA, J., GALLARDO, R.M. y FERREIRA, F.**, 2011. Estimación del estado de hidratación mediante bioimpedancia espectroscópica multifrecuencia en la enfermedad renal crónica avanzada Hydration status

assessment by multi-frequency bioimpedance in patients with advanced chronic kidney disease. , vol. 31, no. 5, pp. 537-581. DOI 10.3265/Nefrologia.pre2011.Apr.10936.

**CRISTINA OLIVOS, O., ADA CUEVAS, M., VERÓNICA ÁLVAREZ, V. y CARLOS JORQUERA, A.**, 2012. Nutrición Para el Entrenamiento y la Competición. *Revista Médica Clínica Las Condes*, vol. 23, no. 3, pp. 253-261. ISSN 07168640. DOI 10.1016/s0716-8640(12)70308-5.

**DIGATE, Natalie.**, 2009. Body Fat Loss | Guidelines for Percentage of Body Fat Loss | ACE Blog. [en línea]. [Consulta: 14 mayo 2020]. Disponible en: <https://www.acefitness.org/education-and-resources/lifestyle/blog/112/what-are-the-guidelines-for-percentage-of-body-fat-loss/>.

**DORANTES, J.**, 2015. *Correlación entre bioimpedancia eléctrica y absorciometría dual de rayos x en usuarios de la uneme hemodiálisis aguascalientes*. S.l.: Tesis de especialidad, Universidad autónoma de aguas calientes.

**FAO**, [sin fecha]. Parte II: Nutrición básica. [en línea]. [Consulta: 14 mayo 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0c.htm>.

**GONZÁLEZ JIMÉNEZ, E.**, 2013. *Composición corporal: Estudio y utilidad clínica*. 1 febrero 2013. S.l.: Elsevier.

**GULDRÍS, S.**, 2011. Aplicaciones futuras de la bioimpedancia vectorial (BIVA) en nefrología. *Scielo*, vol. 31, no. 6.

**INBODY**, [sin fecha]. Phase Angle.

**KEYS, A. y BROZEK, J.**, 1953. Body fat in adult man. *Physiological reviews*, vol. 33, no. 3, pp. 245-325. ISSN 00319333. DOI 10.1152/physrev.1953.33.3.245.

**LEYVA, L.Q., BETANCOURT, J., LEÓN, C. y PESTANA, E.**, 2016. Elementos teóricos y prácticos sobre la bioimpedancia eléctrica en salud Theoretical and practical facts about health electric bioimpedance. *Research Gate*, vol. 20, no. 5, pp. 565-578.

**LLAMES, L., BALDOMERO, V., IGLESIAS, M.L. y RODOTA, L.P.**, 2013. Valores del ángulo de fase por bioimpedancia eléctrica; Estado nutricional y valor pronóstico. *Nutricion Hospitalaria*, vol. 28, no. 2, pp. 286-295. ISSN 02121611. DOI 10.3305/nh.2013.28.2.6306.

**MARINI, E., CAMPA, F., BUFFA, R., STAGI, S., MATIAS, C.N., TOSELLI, S., SARDINHA, L.B. y SILVA, A.M.**, 2020. Phase angle and bioelectrical impedance vector analysis in the evaluation of body composition in athletes. *Clinical Nutrition*, vol. 39, no. 2, pp. 447-454. ISSN 15321983. DOI 10.1016/j.clnu.2019.02.016.

**MARTÍNEZ, Emilio.**, 2009. Composición corporal: Su importancia en la práctica clínica y algunas técnicas relativamente sencillas para su evaluación. *Scielo*, vol. 25, no. 2, pp. 98-116. ISSN 0120-5552.

**MARTÍNEZ-SANZ, JM., URDAMPILLETA, A., MIELGO-AYUSO, J. y JANCIRIGOYEN, J.**, 2012. Estudio de la composición corporal en deportistas masculinos universitarios de diferentes disciplinas deportivas. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, vol. 12, no. 2, pp. 89-94. ISSN 1989-5879.

**MASCHERINI, G., CASTIZO-OLIER, J., IRURTIA, A., PETRI, C. y GALANTI, G.**, 2017. Differences between the sexes in athletes' body composition and lower limb bioimpedance values. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, vol. 7, no. 4, pp. 573. DOI 10.11138/MLTJ/2017.7.4.573.

**MCCARTHY, H. y GALLAGHER.,** 2006. Interpretación de los resultados del porcentaje de grasa corporal. . S.l.:

**MENÍNDEZ, Jose.,** 2014. *Ayudas Ergogénicas: ¿Cuáles son de utilidad en el entrenamiento de pesas y qué beneficios se obtienen mediante su consumo?* México: Tesis de grado, Fundación Universitaria Iberoamericana.

**MOREIRAS, Olga. y CARBAJAL, Angeles.,** 1994. *Actitudes, hábitos alimentarios y estado nutricional de atletas participantes en los juegos olímpicos de barcelona 92.* Madrid: Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid.

**ONZARI, M.,** 2018. *Ayudas ergogénicas nutricionales en la Alimentación del Deportista.* . S.l.:

**PEINE, S., KNABE, S., CARRERO, I., BRUNDERT, M., WILHELM, J., EWERT, A., DENZER, U., JENSEN, B. y LILBURN, P.,** 2013. Generation of normal ranges for measures of body composition in adults based on bioelectrical impedance analysis using the seca mBCA. *International Journal of Body Composition*, vol. 11, no. 3, pp. 67-76. ISSN 1479-456X.

**REDONDO, R.Blasco.,** 2016. Las ayudas ergogénicas nutricionales en el ámbito deportivo. Primera parte. Aspectos generales. *Nutr Clin Med*, vol. 10, no. 2, pp. 69-78. DOI 10.7400/NCM.2016.10.2.5038.

**RODÓN ORTEGA, A., VALLEJO CASTILLO, F.J. y GARCÍA FALCÓN, M.E.,** 2014. Evaluación Nutricional Mediante técnicas de impedancia. Ventajas e inconvenientes en TCA. *Trastornos de la Conducta Alimentaria*, vol. 19, pp. 2090-2114.

**RODRÍGUEZ CAMACHO, P.M.,** 2017. *Valores de referencia de composición corporal para población española adulta, obtenidos mediante antropometría, impedancia eléctrica (BIA) tetrapolar e interactancia de infrarrojos.* S.l.: Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid.

**RODRIGUEZ, I. de J.,** 2016. *Valoración de la composición corporal por antropometría y bioimpedancia eléctrica.* S.l.: Universidad Francisco de Vitoria.

**ROSÉS, J.M. y PERE PUJOL, Y.,** 2006. Hidratación y ejercicio físico. *Medicina del ESPORT*, pp. 70-77. DOI 10.1016/S1886-6581(06)70013-5.

**ROSS, W.D. y WILSON, N.C.,** 1974. A stratagem for proportional growth assessment. *Acta Paediatrica Belgica*, vol. 28, pp. 169-182. ISSN 00016535.

**RUIBAL, Brais.,** [sin fecha]. *Culturismo Natural, nutrición y suplementación necesaria.* [en línea]. [Consulta: 12 mayo 2020]. Disponible en: <https://mundoentrenamiento.com/culturismo-natural/>.

**SELBERG, O. y SELBERG, D.,** 2002. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *European Journal of Applied Physiology*, vol. 86, no. 6, pp. 509-516. ISSN 14396319. DOI 10.1007/s00421-001-0570-4.

**VEGA-PÉREZ, R., ESTEFANÍA RUIZ-HURTADO, K., MACÍAS-GONZÁLEZ, J., DOLORES GARCÍA-PEÑA, M. y TORRES-BUGARÍN, O.,** 2016. Impacto de la nutrición e hidratación en el deporte. *El Residente*, vol. 11, no. 2, pp. 81-87.

**VEITIA, W.C., CAMPO, Y.D., GARCIA, I.M.E., CHAVEZ, D.A., GUTIÉRREZ, L.R.E. y CORDOVA, A.,** 2017. Análisis de la composición corporal empleando parámetros bioeléctricos en la población deportiva cubana. *Archivos de Medicina del Deporte*, vol. 34(180), pp. 207-215. ISSN 02128799.

**WANG, Z.M., PIERSON, R.N. y HEYMSFIELD, S.B.**, 1992. The five-level model: A new approach to organizing body-composition research. *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 56, no. 1, pp. 19-28. ISSN 00029165. DOI 10.1093/ajcn/56.1.19.

**WELHAM, W.C. y BEHNKE, A.R.**, 1942. The specific gravity of healthy men: Body weight ÷ volume and other physical characteristics of exceptional athletes and of naval personnel. *Journal of the American Medical Association*, vol. 118, no. 7, pp. 498-501. ISSN 23768118. DOI 10.1001/jama.1942.02830070004002.

## ANEXOS

### ANEXO A: FOTOGRAFÍAS



## ANEXO B: CONSENTIMIENTO INFORMADO

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

**Tema:** *Composición corporal y ángulo de fase en practicantes de fisicoculturismo y fitness*

*Se invita a usted a participar en un proyecto de investigación que está bajo la responsabilidad del Grupo de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana (GIANH) de la Facultad de Salud Pública de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.*

**El objetivo** de este estudio es evaluar la composición corporal y el ángulo de fase en practicantes de fisicoculturismo y fitness y establecer su relación.

**Procedimiento y duración:** Se le aplicará un cuestionario (una serie de preguntas sencillas), se le preguntará sobre temas de características generales, de entrenamiento y de alimentación, posteriormente se le realizará una evaluación antropométrica con bioimpedancia, la cual tendrá una duración aproximadamente de 15 minutos y será tomado por personal calificado y entrenado. Es muy importante recalcar que esta investigación se basa en principios generales que se aplican a todos los participantes sin excepción.

**1) Participación voluntaria y derecho a retirarse:** su participación dentro de este estudio es completamente voluntaria; Usted podrá retirarse en cualquier momento del estudio. **2)**

**Confidencialidad y manejo de datos:** Todos sus datos serán guardados con absoluta confidencialidad, estos parámetros tienen una utilidad únicamente académica. Bajo ninguna circunstancia se utilizará su nombre, ni ningún dato relacionado con su identidad, estos serán codificados y mantenidos en absoluta reserva. **3) Beneficios** No hay beneficios personales en su participación en el estudio, pero el conocimiento adquirido beneficiará a la comunidad científica.

**4) Riesgos y molestias:** Los datos que serán tomados en esta investigación no suponen ningún riesgo ni molestia para usted. **5) Costos:** La investigación es un proyecto autofinanciado. Todas las evaluaciones son completamente gratuitas. **6) Mayor información:** Si hubiera algún problema o pregunta que surgiera con respecto al estudio, usted puede contactarse con el ND. Patricio Ramos Padilla PhD (c) – Coordinador de la investigación: patoramos260380@gmail.com

Yo \_\_\_\_\_, CI \_\_\_\_\_ informo que conozco lo que certifica el conocimiento de todo lo expuesto anteriormente en este documento; lo cual incluye: procedimiento, duración, participación voluntaria, confidencialidad, beneficios (individual y social), riesgos o molestias, costos y resultado de la presente investigación. Además, que he hecho todas las preguntas que me han surgido y me han brindado las respuestas suficientes y necesarias, por lo tanto, estoy de acuerdo en participar.

**Firma de la participante**

Nombre: \_\_\_\_\_

C.I. \_\_\_\_\_

**Firma del investigador**

Nombre: \_\_\_\_\_

C.I. \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

## ANEXO C: CUESTIONARIO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### CUESTIONARIO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

*Composición corporal y ángulo de fase en practicantes de fisicoculturismo y fitness*

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Fecha de la entrevista (dd/mm/aaaa): \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

1. Nombre:

\_\_\_\_\_ Código: \_\_\_\_\_

2. Edad (años cumplidos): \_\_\_\_\_

3. Sexo (H= hombre; M= mujer): \_\_\_\_\_

4. En su opinión, cuál es su etnia: \_\_\_\_\_

5. Estado Civil: 1. Soltero/a 3. Unión de hecho 5.  
Viudo/a

2. Casado/a 4. Separado/a /divorciado/a

#### CARACTERÍSTICAS DE ENTRENAMIENTO

6. Tipo de deportista: 1. Novato/a 2. Clasificado/a

<b>7. Modalidad:</b>	<b>8. Categoría:</b>
	1. Junior 2. Senior 3. Master

9. ¿A qué edad inició en la práctica del fisicoculturismo o fitness?

\_\_\_\_\_

10. ¿Cuántos días a la semana entrena? \_\_\_\_\_

11. ¿Cuánto tiempo entrena por sesión al día? (minutos)

11. A. Ejercicio con pesas o potencia \_\_\_\_\_

11. B. Ejercicio aerobio (correr, bicicleta, banda elíptica u otro):

\_\_\_\_\_

#### ASPECTOS ALIMENTARIOS

12. ¿Consume algún tipo de suplemento nutricional?

No:..... Sí:..... ¿Cuál? (nombre):.....

Días/semana:..... Dosis/día:..... Prescrito

por:.....

13. ¿Además del suplemento nutricional usted toma algún otro producto (andrógenos, anabólicos, esteroides)?

No:..... Sí:..... ¿Cuál? (nombre):.....

Días/semana:..... Dosis/día:..... Prescrito

por:.....

14. Ha realizado o realiza algún esquema dietético específico como ayuno intermitente.

No:..... Si:.....

Descripción:.....

.....

.....

**15.** Ha realizado o realiza algún esquema dietético específico como dieta cetogénica.

No:..... Si:.....

Descripción:.....

.....

.....

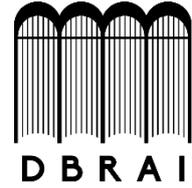
**Recordatorio de 24 horas.**

<b>Tiempo de comida</b>	<b>Alimento/Preparación</b>	<b>Medida casera</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Desayuno</b> Hora:			
<b>Media mañana</b> Hora:			
<b>Almuerzo</b> Hora:			
<b>Media tarde</b> Hora:			
<b>Merienda</b>  Hora:			

<b>Otro Hora:</b>			



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**



**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS  
PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS**

**2. REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 03 / 03 / 2021

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>	
<b>Nombres – Apellidos:</b> MICHAEL FERNANDO BURGOS RONQUILLO	
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>	
<b>Facultad:</b> SALUD PÚBLICA	
<b>Carrera:</b> NUTRICIÓN Y DIETÉTICA	
<b>Título a optar:</b> NUTRICIONISTA DIETISTA	
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b>	 <small>Firmado electrónicamente por:</small> <b>ELIZABETH FERNANDA AREVALO MEDINA</b>



0669-DBRAI-UPT-2021