

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias de la Salud

Estudio comparativo del somatotipo, composición corporal y capacidades físicas de futbolistas de equipos de primera categoría de la Liga Nacional de fútbol femenino en la ciudad de Quito en la temporada 2016 - 2017
Proyecto de investigación

Carolina Ibarra Baquero

Medicina

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Médico

Quito, 13 de julio de 2017

Universidad San Francisco de Quito USFQ

COLEGIO CIENCIAS DE LA SALUD

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Estudio comparativo del somatotipo, composición corporal y capacidades físicas de futbolistas de equipos de primera categoría de la liga nacional de fútbol femenino en la ciudad de Quito en la temporada 2016 - 2017

Carolina Ibarra Baquero

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Carlos Bracho Velasco, médico
cirujano especialista en ortopedia y
traumatología

Firma del profesor

Quito, 13 de julio de 2017

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Carolina Ibarra Baquero

Código: 00116077

Cédula de Identidad: 1711978807

Lugar y fecha: Quito, 13 de julio de 2017

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a mis padres quienes me han guiado en todo momento de mi vida. A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme todo su cariño y su apoyo incondicional. A mi padre por estar conmigo, ser mi ejemplo y guiarme para salir adelante a pesar de los problemas y adversidades. A mis hermanos por estar siempre presentes, por creer en mí. A mis compañeros de estudio, maestros y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente a todas aquellas personas que compartieron sus conocimientos conmigo para hacer posible este nuevo logro en mi vida.

Agradezco especialmente al Dr. Carlos Bracho quien me apoyó a lo largo de este trabajo, además al doctor PhD. Esteban Loaiza, y al licenciado José Llerena por compartir su sabiduría y experiencia. También a los entrenadores Mauricio García y Wladimir López quienes muy amablemente me permitieron realizar las distintas pruebas en sus prestigiosos clubes deportivos y contactaron a las deportistas participantes, finalmente agradezco a mi buena amiga Anita Ayala por su ayuda incondicional e indudablemente a mi querida familia.

RESUMEN

Hay una escasez de estudios acerca de la morfología, la composición corporal y las capacidades físicas de futbolistas mujeres que compiten a alto nivel en el Ecuador; y como es conocido, estas cualidades físicas son susceptibles de modificarse y tienen fuertes implicaciones en el rendimiento y el desempeño deportivos. Adicionalmente, las participaciones internacionales en el fútbol femenino no han sido favorables para la obtención de títulos de gran trascendencia para el país, por lo cual se ha visto la pertinencia de realizar este trabajo.

El objetivo de este estudio consistió en describir y comparar el somatotipo, la composición corporal y las capacidades físicas (fuerza, velocidad, resistencia aeróbica y flexibilidad) de las deportistas de la primera categoría de la Liga Nacional de fútbol femenino en la ciudad de Quito, y determinar si hay variabilidad entre ellas con relación a la posición que ocupan en la cancha.

Los resultados fueron ingresados en el programa estadístico SPSS, se categorizó a las deportistas en cinco grupos (arqueras, defensas centrales y laterales, mediocampistas y delanteras) y se comparó entre ellos. Para los análisis estadísticos se utilizó ANOVA de un factor.

El somatotipo promedio en todas las deportistas participantes fue meso-endomorfo 4,47-3,96 - 2,05; sin embargo, las defensas centrales y mediocampistas presentaron un somatotipo diferente (mesomorfo-endomorfo). Se encontraron diferencias significativas entre los cinco grupos posicionales analizados con un $p < 0,05$ en las variables de peso, índice de masa corporal (IMC), porcentaje de grasa, peso graso, y fuerza de brazos.

Se encontró que el peso corporal y la masa grasa fueron mayores en las arqueras que en las defensas laterales y en las mediocampistas. Además, se demostró que el IMC y la fuerza de miembros superiores de las zagueras también resultaron ser mayores que los de las defensas laterales.

El 60% de las arqueras presentó sobrepeso y un porcentaje de grasa por encima de los parámetros normales.

Para concluir, se recomienda aumentar el número de participantes en el estudio; implementar planes nutricionales y de ejercicio personalizados para mejorar el rendimiento deportivo de las jugadoras; reducir el peso y el porcentaje de grasa corporal de las arqueras, e incrementar el porcentaje muscular y la resistencia aeróbica.

ABSTRACT

In Ecuador, there are few studies about the morphology, body composition and physical abilities of women soccer players that are in the highest level of competition. These physical qualities can be modifiable and are essential for a good performance in sports. Additionally, the equadorian female soccer teams have not been very successful in international participations. Therefore, this research was conducted to assess the relationship between all these factors and their influence on sports performance.

The main objective of this study was to describe and compare the somatotype, body composition and physical fitness (strength, velocity, endurance and flexibility) of the athletes competing in Quito in the female soccer National Championship; also, to evaluate if the differences between all variables could be correlated to the position of the players on the field.

The results were analyzed using the statistical software SPSS. The participants were categorized into five groups and compared between each other (goalkeepers, central defenders, external defenders, midfielders and forwards) by performing a one-way (single factor) ANOVA.

The average somatotype was meso-endomorphic 4,47- 3,96 - 2,05, nevertheless the central defenders and midfielders presented a mesomorphic-endomorphic type. There were significant differences (p -value $< 0,05$) between the five positional groups in weight, body mass index (BMI), body fat percentage, body fat mass and arms strength.

Body weight and body fat mass, were higher in goalkeepers than in external defenders and midfielders. BMI and arms strength were higher also in goalkeepers than in external defenders but not in midfielders

Sixty percent of the goalkeepers exhibited weight and fat percentage over the normal ranges.

In conclusion, it would be recommended to increase the number of participants in the study, and to implement nutritional and exercise personalized programs to increase the sports performance, reduce the weight and body fat percentage of the goalkeepers, and rise the muscular percentage and aerobic endurance of the women soccer players of this study

Tabla de contenidos

INTRODUCCION.....	12
Datos Históricos de interés en el desarrollo de la medicina deportiva	14
Definiciones	17
Antropometría.	17
Pliegues Cutáneos.	18
Perímetros.	19
Diámetros.....	20
Longitudes.....	20
Perfil antropométrico.	20
Somatotipo.	21
Somatocarta.....	24
Índice de masa corporal.	25
Composición Corporal.....	26
Determinación de la Composición corporal por antropometría.....	29
Cálculo de la composición corporal utilizando las variables antropométricas (pliegues cutáneos).....	29
Propuesta de De Rose y Guimarães.	30
Grasa corporal y su distribución.	30
Porcentaje de masa muscular o peso muscular.	34
Capacidades físicas.	35
1) Fuerza.	35
2) Resistencia.	36
Test de Léger o Course Navette.....	39
3) Flexibilidad.	40
Pruebas de flexibilidad cuantificadas en grados.	41
Prueba Sit and Reach.	41
4) Velocidad.....	43
Fisiología del fútbol	44
Distancia recorrida.	45
Diferencias entre las posiciones.....	46
Interrelaciones entre la composición corporal y las capacidades físicas.	48
Gasto Calórico.	49
Diferencias de género.	49
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	50
OBJETIVO GENERAL.....	51
Objetivos específicos	51
Pregunta de Investigación	52
METODOLOGIA.....	53
Criterios de inclusión	53
Criterios de exclusión	53
a) Medición de parámetros antropométricos.....	54
Diámetros en cm.	54
Perímetros en cm.....	54

Pliegues cutáneos en mm.....	55
b) Medición de capacidades físicas.....	55
Materiales.....	56
Análisis de los Datos.....	57
ASPECTOS BIOETICOS Y DE IMPACTO AMBIENTAL.....	58
RESULTADOS.....	59
Categorización por posiciones en el campo de juego.....	61
Talla.....	62
Peso.....	63
IMC.....	64
Parámetros de IMC.....	65
Somatotipo.....	65
Composición Corporal por posiciones.....	68
Porcentaje de grasa.....	68
Parámetros de porcentaje graso.....	68
Parámetros de porcentaje graso por posiciones en la cancha.....	70
Peso Graso.....	73
Peso muscular.....	74
Peso óseo.....	75
Porcentaje muscular.....	76
Capacidades físicas por posición.....	77
Fuerza miembros superiores.....	77
Fuerza miembros inferiores.....	78
Fuerza abdominal.....	79
Parámetros de fuerza abdominal por posición.....	80
Flexibilidad.....	84
Velocidad.....	86
Resistencia.....	87
Parámetros de VO ₂ max.....	88
Diferencias Significativas.....	89
DISCUSION.....	90
Peso-talla.....	90
IMC.....	92
Porcentaje de grasa corporal.....	92
Peso graso.....	93
Peso óseo y muscular.....	94
Somatotipo.....	94
VO ₂ max.....	95
Velocidad.....	97
Fuerza.....	97
CONCLUSIONES.....	99
RECOMENDACIONES.....	102
REFERENCIAS.....	104

Indice de Tablas

Tabla 1: Clasificación de la OMS del Índice de Masa Corporal en adultos	25
Tabla 2: Referencia de porcentaje de grasa corporal para deportistas	32
Tabla 3: Parámetros de porcentaje de grasa en distintos grupos	33
Tabla 4: Porcentaje de grasa por deporte	34
Tabla 5: Pruebas de potencia aeróbica VO ₂ max	39
Tabla 6: Referencias de la prueba Sit and Reach	42
Tabla 7: Características morfológicas de las jugadoras estudiadas	59
Tabla 8: Capacidades físicas de las jugadoras estudiadas	60
Tabla 9: Variables edad, peso y talla por posiciones en el campo de juego	61
Tabla 10: IMC por posiciones	64
Tabla 11: Somatotipo por posiciones	66
Tabla 12: Peso graso por posiciones	73
Tabla 13: Peso muscular por posiciones	74
Tabla 14: Peso óseo por posiciones	75
Tabla 15: Fuerza de miembros superiores por posiciones	77
Tabla 16: Fuerza de miembros inferiores por posiciones	78
Tabla 17: Fuerza abdominal por posiciones	79
Tabla 18: Parámetros de fuerza abdominal	80
Tabla 19: Parámetros de flexibilidad por posiciones	85
Tabla 20: Velocidad por posiciones en la prueba de 20 m	86
Tabla 21: VO ₂ max por posiciones	87
Tabla 22: Parámetros de VO ₂ max por posiciones	88

Indice de gráficos

Gráfico 1: Talla por posiciones	62
Gráfico 2: Peso por posiciones	63
Gráfico 3: Parámetros de IMC por posiciones	65
Gráfico 4: Porcentaje de grasa corporal por posiciones	68
Gráfico 5: Parámetros de porcentaje de grasa corporal para futbolistas del total de jugadoras	69
Gráfico 6: Porcentaje grasa en arqueras	70
Gráfico 7: Porcentaje grasa en defensas centrales	70
Gráfico 8: Porcentaje grasa en defensas laterales	71
Gráfico 9: Porcentaje grasa en mediocampistas	71
Gráfico 10: Porcentaje grasa en delanteras	72
Gráfico 11: Porcentaje muscular por posiciones	76
Gráfico 12: Fuerza abdominal en arqueras	81
Gráfico 13: Fuerza abdominal en defensas centrales	81
Gráfico 14: Fuerza abdominal en defensas laterales	82
Gráfico 15: Fuerza abdominal en mediocampistas	82
Gráfico 16: Fuerza abdominal en delanteras	83
Gráfico 17: Flexibilidad por posiciones	84

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la popularidad y profesionalización del fútbol femenino ha aumentado a nivel mundial, el número de competiciones internacionales, profesionales y de ligas recreativas de fútbol femenino de distintas edades ha crecido considerablemente. (Sedano, Vaeyens, Philippaerts, Redondo y Cuadrado, 2009) (Martínez, Niessen y Hartmann, 2014). Además, se reporta que la participación de las mujeres en el fútbol profesional de élite ha escalado en un 24% desde 1987, y el número de jugadoras de fútbol ha incrementado de 22 millones de jugadoras de fútbol en el 2000 a 26 millones en el 2006 (Kunz, s.f.).

Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre en el fútbol masculino, las investigaciones científicas con mujeres en este campo son menos numerosas y más limitadas en varios aspectos, no hay muchos estudios actuales que describan el perfil de jugadoras de fútbol femenino, ni sus características físicas o fisiológicas (Sedano et al., 2009), (Martínez et al., 2014).

En el Ecuador existen muy escasos estudios científicos publicados acerca del somatotipo, composición corporal y capacidades físicas en mujeres futbolistas de alto rendimiento. Además, de acuerdo a Guevara, en un diagnóstico que se elaboró sobre el estado general de deportistas de élite del país, se revela que no hay seguimiento en el 90% de los atletas, además a la mayoría de ellos se los califica en "un mal estado" en cuanto a condiciones físicas, y se reporta que el deporte carece de un soporte multidisciplinario (Guevara, 2015).

Además, a pesar de que se ha logrado competir internacionalmente con un seleccionado nacional femenino de fútbol, estas participaciones no han sido favorables para la obtención de títulos de gran trascendencia, siendo estas razones importantes para realizar una investigación adecuada acerca del rendimiento de las jugadoras profesionales de fútbol en el Ecuador.

La composición corporal, el tamaño, la complexión y las capacidades físicas de un deportista tienen implicaciones importantes en la determinación del éxito deportivo. Estas características físicas están determinadas por la genética de cada individuo, sin embargo, esto no significa que el perfil físico no sea susceptible de modificarse. Aunque el tamaño y la constitución del cuerpo se pueden alterar, solo la composición corporal se puede cambiar considerablemente mediante la dieta y el ejercicio. Por ejemplo, el entrenamiento contra resistencia puede aumentar sustancialmente la masa muscular y una dieta adecuada combinada con ejercicio vigoroso puede reducir significativamente la grasa corporal, estos cambios pueden ser de gran importancia para mejorar el rendimiento deportivo. (Wilmore y Costill, 2007).

El presente estudio se encargará de describir el somatotipo, la composición corporal y medir las capacidades físicas de las deportistas que compiten en el campeonato nacional de fútbol femenino del Ecuador, se va a determinar si existen diferencias de estas características físicas en relación a las posiciones en la cancha, con lo cual se va a aportar con valiosa información que podría servir para realizar futuros estudios, adicionalmente podría aportar a otros profesionales del deporte, tanto entrenadores, fisiólogos del ejercicio, médicos deportólogos, entre otros; a diseñar planes de

entrenamiento y estrategias para la mejora del rendimiento, salud y estándares deportivos del fútbol femenino.

Datos históricos de interés en el desarrollo de la medicina deportiva

La ciencia del ejercicio ha evolucionado históricamente y hay indicios de esta desde tiempos de Hipócrates, Platón, Aristóteles y Sócrates quienes exploraban la actividad física desde una perspectiva científica, adicionalmente varios artistas de la antigua Grecia y Roma retrataban humanos realizando difíciles hazañas atléticas tales como Diskobolos (más conocido como el Lanzador de Disco). Posteriormente el interés en la actividad física continuó durante el periodo medieval por medio de estudios en anatomía, fisiología y medicina. Luego durante el renacimiento nuevos artistas y científicos tales como Leonardo Da Vinci y Galileo Galilei mostraron un fuerte interés en la actividad física humana (Potteiger, 2014)

En el siglo XIX, el estudio del ejercicio, recibió más atención de los médicos por su importante rol en el mantenimiento de la buena salud y los científicos se interesaron en entender como el ejercicio afectaba al cuerpo humano. Durante este periodo se extendieron las investigaciones sobre fisiología respiratoria, metabolismo y nutrición. Se introdujo el término "educación física" para promover la educación acerca del cuerpo con lo cual el ejercicio físico ganó más adeptos. Posteriormente médicos suecos y alemanes comenzaron a publicar libros de gimnasia y calistenia para promover el ejercicio. Adicionalmente las competiciones deportivas y atléticas se volvieron más populares en los centros educativos y se formaron equipos profesionales. Como resultado aumentó la atracción en entrenar al cuerpo humano para mejorar el éxito deportivo.

Luego, en el siglo XX aparece la ciencia del ejercicio. Los nacientes líderes en educación física, quienes en su mayoría tenían formación académica en medicina, fueron quienes propusieron la instauración de programas de estudio sistemáticos y se diseñaron cursos de anatomía, fisiología, antropometría y física. En esta época apareció la figura del Sargento Dudley Allen quien recibió el título de médico en Yale en 1879, fue director del Gimnasio Hemenway en la universidad de Harvard y fue el pionero en elaborar prescripciones de ejercicios individuales utilizando la información del examen físico, valoración de la fuerza y mediciones antropométricas, su trabajo en la medición de la fuerza, potencia y evaluaciones antropométricas del cuerpo humano fue un gran aporte en estas áreas de la ciencia. También otra figura importante en esta época fue George Fritz quien obtuvo el título de médico en 1891, estableció el Laboratorio de Fisiología en la universidad de Harvard y es considerado el padre de la fisiología del ejercicio (Potteiger, 2014).

Es por esto que, sin lugar a dudas, el profesorado y los estudiantes que trabajaron en el Laboratorio de Fatiga de Harvard fueron los líderes clave en el estudio de la actividad física y el ejercicio a inicios del siglo XX.

Entre 1927 y 1947 el laboratorio fue hogar de algunos de los más destacados investigadores de la época incluyendo a Lawrence Hemderson y David Bruce Dill. El trabajo realizado en este laboratorio fue la fuente de muchas de las teorías básicas utilizadas en el estudio y aplicación de la ciencia del ejercicio hasta la actualidad.

A mediados de 1950 se creó el Colegio Americano de Medicina Deportiva con sus siglas en inglés (ACSM) el cual reúne investigadores en educación física con

científicos de la comunidad médica para de esta manera formar una organización que ofrece apoyo y promoción a la ciencia del ejercicio y a la medicina del deporte.

Adicionalmente, aparecen otras instituciones como la Sociedad internacional de Biomecánica (1973) Asociación de fisiología deportiva aplicada (1986), entre otras.

Por último, hacia fines del siglo 20 se ve un notable desarrollo de programas de estudio y especializaciones en muchas de estas áreas que constituyen la ciencia del ejercicio tal y como lo conocemos en la actualidad (Potteiger, 2014).

Definiciones

Antropometría.

La antropometría se define como el estudio de las medidas y proporciones del cuerpo humano. En la actualidad ha tomado mayor vigencia por su aplicabilidad en diferentes disciplinas. En las ciencias de la salud se utiliza para determinar y controlar la composición corporal como por ejemplo el porcentaje de grasa, peso, entre otros, lo cual permite elaborar programas terapéuticos, prescribir ejercicio, evaluar rendimiento, crecimiento, desarrollo, asistir en el diseño de estructuras ortopédicas y o modificaciones ergonómicas de ambientes de trabajo (Daza, 2007).

La antropometría es una herramienta sencilla, económica y que no requiere equipos especializados para su aplicación. A través de modelos matemáticos que relacionan las variables antropométricas, se puede calcular el somatotipo y el fraccionamiento de la masa corporal en componentes óseo, muscular, adiposo, piel y residual, y elaborar estimaciones de la proporcionalidad entre otros indicadores (Bazán, 2014) (Daza, 2007).

La Cineantropometría se define como el área de la ciencia que se encarga de la medición de la composición, forma y proporción humana, su objetivo es comprender el movimiento humano en relación con el ejercicio, desarrollo, rendimiento y nutrición. La cineantropometría es el enlace de la anatomía con el movimiento, es decir se utilizan las medidas del cuerpo humano y se determina la capacidad para la función y el movimiento en diversos ámbitos (Garrido, González, García y Expósito, 2005) (ISAK, 2017).

La antropometría abarca la utilización de puntos anatómicos los cuales son marcados en áreas de referencia específicos para cada medición. Debido a la importancia en la toma estandarizada de las mediciones y para poder generalizar su aplicación se suelen utilizar las guías de la ISAK (Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría), fundada en 1978 para promover y actualizar la investigación en cineantropometría. (ISAK, 2017) (Daza, 2007).

Las mediciones antropométricas incluyen peso, talla, perímetros, pliegues cutáneos diámetros óseos, longitudes y distancias proyectadas (Daza, 2007).

Pliegues Cutáneos.

Se puede calcular el porcentaje de grasa corporal con la determinación del grosor de los diversos pliegues cutáneos.

El principio de esta técnica se basa en que la cantidad de grasa subcutánea es proporcional a la cantidad de grasa total en el cuerpo. Y se asume que aproximadamente un tercio del total de grasa del cuerpo está localizada bajo la piel en el tejido subcutáneo, sin embargo, existe una variación considerable de grasa intramuscular, intermuscular y depósitos de ésta en los órganos internos entre las personas. También la proporción de grasa subcutánea y total varía con la edad, el género y la raza, por lo tanto, las ecuaciones de regresión usadas para convertir la sumatoria de pliegues a densidades corporales y estas densidades a porcentajes de grasa corporal, deben considerar estas variaciones para reducir el grado de error. (ACSM, 2017) (Miller, 2016)

Después de obtener las mediciones del pliegue se realiza un análisis de regresión para calcular el porcentaje de grasa corporal total. La suma de los pliegues cutáneos junto

con el sexo y la edad permiten cacular una ecuación de predicción que indica la densidad corporal y el porcentaje de grasa corporal (Miller, 2016).

Cabe señalar que la evaluación de la composición corporal por medio de los pliegues cutáneos es dependiente de la experticia del técnico que realiza las mediciones, por tanto debe haber un entrenamiento previo de la técnica y conocimiento de las marcas corporales para obtener resultados más precisos (ACSM, 2017).

La estimación del porcentaje de grasa mediante los pliegues cutáneos se correlaciona bien con otras técnicas como la hidrodensitometría (ACSM, 2017).

Perímetros.

Hacen referencia a las medidas con cinta antropométrica de las circunferencias de diferentes fragmentos del cuerpo. La medición regional de las circunferencias permite, sola o en combinación con mediciones de pliegues cutáneos, cuantificar; a) la composición corporal muscular y grasa; b) la distribución de grasa, especialmente en cintura y cadera; c) el crecimiento y maduración, con el perímetro cefálico, d) la magnitud y evolución de patologías que comprometen el volumen de ciertas estructuras tales como atrofia muscular, edema, inflamación y presencia de masas, e) es una variable antropométrica útil para el diseño y elaboración de ayudas ortopédicas y prótesis (ACMS, 2017) (Daza, 2007) (Miller, 2016)

Diámetros.

Comprende la longitud del segmento que pasa por el centro de las estructuras anatómicas circulares o semicirculares y expresa la distancia entre dos puntos óseos que se encuentran en los extremos de la superficie del segmento estudiado (Miller, 2016).

Longitudes.

De varios segmentos corporales, permite valorar diferencias de tamaño como deficiencias estructurales (Miller, 2016).

Perfil antropométrico.

De acuerdo a la ISAK, se pueden estructurar dos tipos de perfiles antropométricos que son el restringido y el completo.

El perfil restringido comprende la estatura, el peso, 8 pliegues cutáneos (tríceps, bíceps, subescapular, suprailiaco, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pantorrilla), 5 perímetros (brazo relajado, brazo flexionado, cintura mínima, cadera y pantorrilla máxima), 2 diámetros óseos (diámetro bicondíleo humeral y diámetro bicondíleo femoral). (Marfell, Olds, Stewart, Carter, 2008) (Stewart et al., 2011).

El perfil completo incluye todas las medidas del perfil restringido y adicionalmente se evalúa la talla en posición sedente, la envergadura, los perímetros (cabeza, cuello, antebrazo, estiloideo distal (muñeca), tórax (mesoesternal), muslo máximo, muslo medio, tobillo mínimo), los diámetros óseos (biacromial, biiliocrestideo, longitud del pie, tórax transverso, tórax anteroposterior) y se agregan 8 longitudes: acromio-radial, radial-estiloideo, medioestiloideo-dáctil, altura ileoespinal, altura

trocantérica, longitud trocantérica tibial lateral, altura tibial lateral, tibial medial y maleolar medial (Marfell et al., 2008). Con el perfil completo se pueden realizar cálculos adicionales como estimaciones de grasa corporal relativa.

Para realizar el examen antropométrico se utilizan distintos instrumentos e incluyen: a) báscula tallímetro o estadiómetro, b) compás de pliegues cutáneos o plicómetro; que permite medir la cantidad de tejido adiposo subcutáneo, c) cinta antropométrica, d) segmómetro; el cual permite la medición de longitudes proyectadas desde un punto a otro, longitudes directas y diámetros corporales, consta de una regla con dos plataformas, una fija ubicada en un extremo con marca 0 cm y otra móvil que permite deslizarse sobre la estructura corporal a medir, e) paquímetro para medir diámetros óseos y f) dermógrafo para marcar la piel (Daza, 2007).

Somatotipo.

Corresponde a una clasificación del tipo o de la morfología corporal de una persona, independientemente de su tamaño.

Hay varios métodos para establecer el somatotipo, el más común y utilizado en la actualidad es el método de Heath-Carter que se basa en la clasificación de Sheldon, donde se definen tres tipos: endomorfo, mesomorfo y ectomorfo.

- a) Endomorfo; se refiere a individuos de tipo pícnico, con caja torácica ancha, formas redondeadas como consecuencia de un gran desarrollo de grasa subcutánea, extremidades cortas, huesos cortos, y con tendencia a presentar sobrepeso

- b) Mesomorfo o atlético; representa robustez musculoesquelética, son sujetos de musculatura bien desarrollada, tórax en forma de trapecio, formación ósea sólida, mientras que el
- c) Ectomorfo; abarca a las personas con cuerpo delgado, caja torácica plana, extremidades largas y finas y escaso nivel de grasa subcutánea (Platonov, 2001).

Se ha establecido una escala numérica del 1 al 7 para cada tipo antes descrito, de acuerdo al grado de predominancia, siendo 7 la puntuación más alta. La secuencia de los números se refiere a los tipos o componentes en el siguiente orden: endomorfo, mesomorfo y ectomorfo (Platonov, 2001).

De esta manera; 1 (endomorfo) - 7 (mesomorfo) - 1 (ectomorfo), correspondería a una mesomorfia extrema. La sumatoria de los tres no debe ser superior a 12 ni inferior a 9 (Kent, 1998) (Platonov, 2001). Los rangos que van de 0,5 a 2 se consideran bajos, de 3 a 5 moderados, de 5,5 a 7 altos y mayores a 7,5 muy altos (Carter, 2002).

Los rasgos morfológicos descritos mediante el somatotipo son importantes ya que aportan ventajas mecánicas o biomecánicas en los deportistas (Platonov, 2001).

Además el somatotipo permite describir y comparar deportistas; caracterizar los cambios físicos durante el crecimiento y el entrenamiento (Rodríguez, Castillo, Tejo y Rozowski, 2014).

Adicionalmente, se ha demostrado que los deportistas de élite en ciertos deportes tienden a compartir el mismo somatotipo, por ejemplo, lanzadores de disco y martillo

suelen tener somatotipo de 3-6-3, en tanto que los corredores de fondo muestran somatotipo de 2,5-4-4.

Sin embargo, los somatotipos de deportistas de élite, algunas veces, se alejan de la media del somatotipo de su grupo, lo cual indica que por más que cierto somatotipo pueda ayudar al éxito deportivo en actividades específicas, no es una característica indispensable (Kent, 1998).

Para calcular el somatotipo por el método Heath-Carter se ha establecido tres fórmulas dependiendo del componente del somatotipo.

$$a) \textit{Endomorfia}: = -0.7182 + 0.1451 (X) - 0.00068 (X)^2 + 0.0000014(X)^3$$

Donde la X es igual a la suma de (los pliegues del tríceps, subescapular y supraespinal) multiplicado por (170.18/altura en cm). Este método es denominado height-corrected endomorfo o corregido para la talla y es el más acertado para calcular el tipo endomorfo.

$$b) \textit{Mesomorfia}: = 0.858 \times \text{el diámetro del húmero} + 0.601 \times \text{el diámetro biepicondíleo del fémur} + 0.188 \times \text{el perímetro del brazo corregido} + 0.161 \times \text{el perímetro de la pierna corregido} - 0.131 \times \text{la estatura} + 4,5$$

c) *Ectomorfia*: existen tres ecuaciones diferentes para calcular la ectomorfia dependiendo de la diferencia ente altura y peso. $IP = \text{altura} / \text{raíz cúbica del peso}$.

Si el IP es mayor o igual a 40.75 entonces: $\text{ectomofia} = 0.732 \text{ IP} - 28.58$

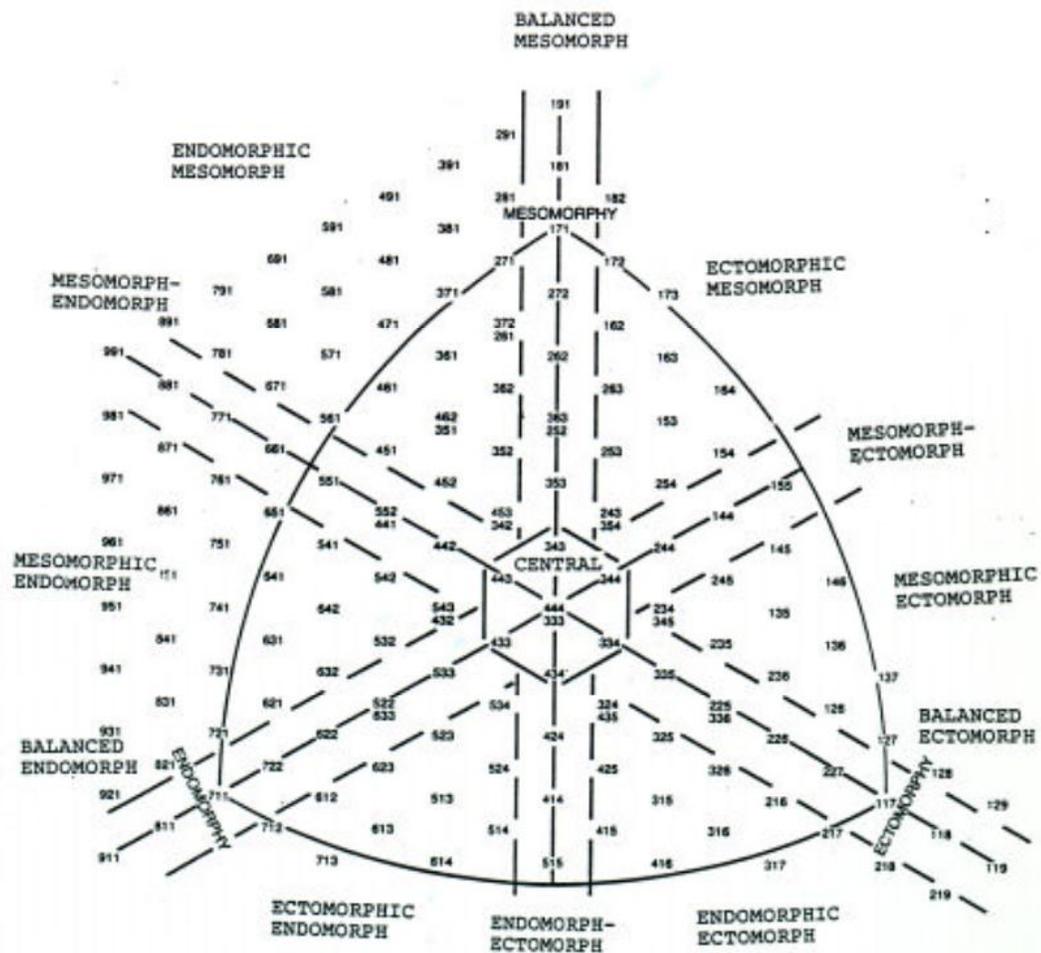
Si el IP está entre 38.25 y 40.75 entonces: ectomofia = $0.463 \text{ IP} - 17.63$

Si el IP es menor o igual a 38.25 entonces: ectomofia = 0.1 (Carter, 2002).

Somatocarta.

La somatocarta es una representación visual en donde se colocan los tres componentes del somatotipo.

Ilustración 1: Somatocarta



(Tomado de Carter 2002, Somatotipo antropométrico de Heath Carter. Manual Instructivo, Canadá)

Índice de masa corporal.

El índice de masa corporal o índice de Quetelet describe el peso relativo por la altura, se calcula dividiendo el peso en kilos para la altura en metros cuadrados elevada a la segunda potencia (Whitney y Rolfes, 2008) (ACMS, 2017).

$$\text{IMC} = \frac{\text{Peso (kg)}}{\text{Estatura (m)}^2}$$

La OMS clasifica los valores de IMC en varias categorías señaladas en la Tabla 1

Tabla 1: Clasificación de la OMS del Índice de Masa Corporal en adultos

Índice Masa Corporal (OMS)		
Clasificación	IMC (kg/m ²)	Riesgo de comorbilidad
Delgadez severa	< 16	Muy Alto
Delgadez moderada	16-16,9	Alto
Delgadez leve	17-18.4	Moderado
Normal	18,5-24,9	Normal
Exceso de peso	>=25	-
Sobrepeso o Pre Obeso	25-29,9	Incrementado
Obesidad Grado I o moderada	30-34,9	Moderado
Obesidad Grado II o severa	35-39,4	Alto
Obesidad Grado III o mórbida	>= 40	Muy alto

(Tomado de Velásquez, 2016)

La clasificación del IMC muestra que valores menores a 18.5 muestran bajo peso y valores superiores a 24.9 indican sobrepeso y superiores a 30 obesidad.

Cabe señalar que el IMC refleja las mediciones de estatura en relación con peso, y no la composición corporal del individuo. Consecuentemente, atletas musculosos pueden

ser calificados con sobrepeso por valoraciones de IMC y no tener exceso de grasa. Tal es el caso de físicoculturistas con índices de masa corporal de 31 y no ser considerados obesos. Se han encontrado también diferencias en la composición corporal aparentes entre personas de distintas etnias y grupos raciales, por lo cual los estándares de IMC resultan inapropiados para algunas poblaciones. Por ejemplo, las personas de raza negra tienen una mayor densidad ósea y contenido de proteínas, por lo cual el uso del IMC como medida standard podría sobreestimar la prevalencia de obesidad en este grupo racial (Whitney et al., 2008).

Composición Corporal.

Es un término que describe la proporción relativa de los componentes del cuerpo humano.

Existen varios niveles para describir la composición corporal: 1) atómico; (hidrógeno, nitrógeno oxígeno, carbono, calcio), 2) molecular (proteínas, lípidos, minerales, etc.), 3) celular; (intracelular, extracelular), 4) anatómico o hístico (tejidos muscular, adiposo, óseo, vísceras y piel) y 5) corporal total.

En la cineantropometría se considera el nivel anatómico puesto que permite relacionar las partes corporales con la fisiología. De esta manera la masa muscular se relaciona con la fuerza, potencia, velocidad, flexibilidad y estado nutricional. La masa adiposa con el balance energético (nutrición), rendimiento físico. La masa ósea con factores biomecánicos que afectan las capacidades físicas y estructurales (Santana y Espinosa, 2003), (Canda, 2003).

La composición corporal puede utilizarse para evaluar el entrenamiento, la nutrición o el rendimiento deportivo o para reducir los factores de riesgo asociados a la lesión musculoesquelética. Es importante recalcar que la composición corporal es uno de los componentes principales del acondicionamiento relacionados con la salud junto con la fuerza muscular, la resistencia cardiorespiratoria y la flexibilidad y su evaluación tiene muchos beneficios para el rendimiento de los deportistas (Miller, 2016).

La composición corporal puede ser estimada con métodos que varían en términos de complejidad, costo y precisión. (Whitney y Rolfes, 2016). A continuación se describen algunos de ellos:

a) *Dilución isotópica*: Se ingieren isótopos de agua tritiada: $3\text{H}_2\text{O}$, deuterada: o marcada que se distribuye por el organismo, luego se toma una muestra de líquido corporal (suero o saliva) y se determina la cantidad del isótopo en la muestra. Se determina el agua corporal total. A partir de ésta se puede calcular la grasa corporal.

b) *Absorción fotónica*: permite determinar el contenido mineral y densidad ósea se realiza por medio de rayos de fotones procedentes de yodo 125 por encima de hueso y de tejido blando. Existe una relación intensa y positiva entre la absorción de fotones y la densidad mineral. (Powers y Howley, 2014).

c) *Hidrodensitometría*: Consiste en el pesaje hidrostático, permite determinar la densidad del cuerpo se calcula por desplazamiento de agua con un rango de error de $\pm 2.5\%$. (Powers y Howley, 2014) (Miller, 2016)

d) *Absorciometría de rayos X de energía dual (DXA)*: se usa una sola fuente de rayos X para determinar el volumen de tejido magro, hueso, minerales y grasas de todo el

organismo o en una zona con alto grado de precisión el error es aproximadamente del 1.8%.

e) *Radiografía*: permite medir grosor de grasa músculo hueso también permite calcular el porcentaje de grasa total

f) *Ecografía*: permite medir grosor de grasa cutánea a través de los tejidos, y determinar el volumen de diversos órganos.

g) *Conductividad eléctrica total del cuerpo TOBEC*: se analiza la composición corporal con el principio de que el tejido magro y el agua conducen electricidad mejor que la grasa. El individuo a ser medido entra en un contenedor en donde se inyecta corriente.

h) *Análisis de impedancia bioeléctrica*: Se basa en el principio de que la conductividad eléctrica del cuerpo es proporcional a la grasa libre que contiene, se utiliza un instrumento portátil, se aplica corriente eléctrica a un extremo del cuerpo y se mide la resistencia a la corriente, el error de este sistema es de 3,5 a 5% (Miller, 2016)

i) *Grosor de pliegues cutáneos*: se utiliza la grasa subcutánea para determinar el % graso total, tiene un error del 3,5%

Algunos de estos procedimientos son costosos y no se emplean de rutinariamente para el análisis de la composición corporal (Powers y Howley, 2014).

Determinación de la Composición corporal por antropometría.

Se han creado diversos modelos en los cuales se utilizan diferentes variables:

- Modelo de los cuatro componentes: formado por grasa, proteínas minerales y agua
- Modelo de los dos componentes: es el más antiguo divide en masa grasa y masa libre de grasa
- Modelo químico de cuatro componentes de Matiegka: Masa grasa, masa muscular, masa ósea y masa residual, este es el modelo más usado en estudios cineantropométricos (Powers et al., 2014).

Cálculo de la composición corporal utilizando las variables antropométricas (pliegues cutáneos).

El cálculo de la composición corporal a través del uso de pliegues cutáneos se basa en la aplicación de ecuaciones. Este método procede de la observación de que en cualquier población, una cierta fracción de la grasa total del cuerpo se encuentra bajo la piel, y con una muestra significativa de esta grasa se puede estimar la grasa de todo el cuerpo (estas ecuaciones se idearon con el método de pesaje bajo el agua (Powers et al., 2014).

Una gran cantidad de autores han desarrollado fórmulas para calcular la composición corporal por el método de la sumatoria de pliegues sin embargo a

continuación se presenta el protocolo utilizado en este trabajo de investigación que es el empleado por el Grupo Español de Cineantropometría.

Propuesta de De Rose y Guimarães.

Este método establece cuatro componentes que se obtienen a través del empleo de las siguientes fórmulas de varios autores:

1) Peso graso o masa grasa (de Faulkner)

$$\% \text{ graso} = (\sum 4 \text{ pliegues} \times 0,153) + 5,783$$

En donde los pliegues son: Tríceps, subescapular, suprailiaco y abdominal

2) Peso óseo (de Rocha)

$$\text{Peso óseo} = 3,02 \times (\text{Talla}^2 \times \text{diámetro biestiloideo} \times \text{diámetro bicondíleo del fémur} \times 400) + 0,712$$

3) Peso o masa residual (de Wurch)

$$\text{Masa Residual} = \text{Peso Total} \times 20,9 / 100 \text{ (mujeres)}$$

$$\text{Masa Residual} = \text{Peso Total} \times 24,1 / 100 \text{ (hombres)}$$

4) Peso o Masa Muscular (Matiegka)

$$\text{Peso muscular (kg)} = \text{Peso Total} - (\text{Peso graso} + \text{Peso óseo} + \text{Peso residual})$$

(Canda, 2003).

Grasa corporal y su distribución.

La distribución de la grasa es distinta entre los géneros, de esta manera un hombre de peso normal puede tener un porcentaje de grasa entre 13 a 21% y una mujer, por su cantidad de grasa esencial de 23 a 31%.

Generalmente, los problemas de salud se desarrollan cuando el cuerpo supera el 22% de grasa en varones jóvenes y 25% en varones sobre los 40 años. Esto ocurre de manera similar cuando se excede el 32% de grasa corporal en mujeres jóvenes y 35% en mujeres mayores de 40 (Whitney et al., 2008).

No hay parámetros aceptados internacionalmente para valorar la composición corporal, sin embargo, se han desarrollado tablas con percentiles para hombres y mujeres utilizando pliegues cutáneos, clasificados por rangos de edad, que proporcionan referencias en cuanto al porcentaje de grasa corporal tal como lo presenta el Colegio Americano de Medicina Deportiva en su publicación "Guías para prescripción y pruebas de ejercicio" Guidelines for Exercise Testing and Prescription (ACMS, 2017).

Tabla 2: Referencia de porcentaje de grasa corporal para deportistas

Categorías de fitness para la composición corporal (% de grasa corporal) para mujeres según la edad							
Edad (años)							
%		20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79
99,0	Muy delgado*	11,4	11,2	12,1	13,9	13,9	11,7
95,0		14,0	13,9	15,2	16,9	17,7	16,4
90,0	Excelente	15,1	15,5	16,8	19,1	20,2	18,3
85,0		16,1	16,5	18,3	20,8	22,0	21,2
80,0	Bueno	16,8	17,5	19,5	22,3	23,3	22,5
75,0		17,6	18,3	20,6	23,6	24,6	23,7
70,0		18,4	19,2	21,7	24,8	25,7	24,8
65,0		19,0	20,1	22,7	25,8	26,7	25,7
60,0		19,8	21,0	23,7	26,7	27,5	26,6
55,0	Regular	20,6	22,0	24,6	27,6	28,3	27,6
50,0		21,5	22,8	25,5	28,4	29,2	28,2
45,0		22,2	23,7	26,4	29,3	30,1	28,9
40,0		23,4	24,8	27,5	30,1	30,8	30,5
35,0	Pobre	24,2	25,8	28,4	30,8	31,5	31,0
30,0		25,5	26,9	29,5	31,8	32,6	31,9
25,0		26,7	28,1	30,7	32,9	33,3	32,9
20,0		28,2	29,6	31,9	33,9	34,4	34,0
15,0	Muy pobre	30,5	31,5	33,4	35,0	35,6	35,3
10,0		33,5	33,6	35,1	36,1	36,6	36,4
5,0		36,6	36,2	37,1	37,6	38,2	38,1
1,0		38,6	39,0	39,1	39,8	40,3	40,2
n=		1250	4130	5902	4118	1450	295

Total n = 17145

*Muy delgado, se recomienda no menos del 10-13% de grasa corporal para mujeres

(Tomado de ACSM, 2017).

Para muchos atletas un bajo porcentaje de grasa corporal puede ser ideal, para poder producir combustible, ayudar en la transmisión de impulsos nerviosos, proteger al organismo y apoyar en la actividad hormonal regular, pero en cantidades excesivas podría significar una carga para el cuerpo. Se ha determinado, por tanto, que el porcentaje de grasa corporal para atletas mujeres jóvenes debería encontrarse entre 15 a 22 % (Whitney et al., 2016). Este rango del porcentaje de grasa corporal es muy similar al expuesto por el Consejo Americano del Ejercicio en donde se establece que el porcentaje de grasa para mujeres atletas debe ser de 14 al 20%.

Tabla 3: Parámetros de porcentaje de grasa en distintos grupos

Interpretación reservas grasa en adulto American Council on Exercise		
Descripción	Mujer	Hombre
Grasa esencial	10-13%	2-5%
Atletas	14-20%	6-13%
Fitness	21-24%	14-17%
Promedio	25-31%	18-24%
Obesidad	> 32 %	> 25 %

Tomado de Velásquez, 2016

Por otra parte, Jeukendrup Asker y Gleeson Michael en una investigación publicada en la revista Sport Nutrition, establecieron valores de referencia de las reservas de grasa categorizándolas por deporte y por género. Se encontró que el porcentaje de grasa en futbolistas mujeres debería estar en el rango de 13 a 18 % (Velásquez, 2016).

Tabla 4: Porcentaje de grasa por deporte

Porcentaje de reserva grasa según deporte y sexo		
Deporte	Hombre %	Mujer %
Béisbol	12 - 15	12 - 18
Baloncesto	6 - 12	20 - 27
Fisioculturismo	5 - 8	10 - 15
Ciclismo	5 - 15	15 - 20
Fútbol americano (corredor)	9 - 12	No data
Fútbol americano (Hombre de línea)	15 - 19	No data
Gimnasia	5 - 12	10 - 16
Saltos	7 - 12	10 - 18
Hockey sobre hielo	8 - 15	12 - 18
Corredor (Maratón)	5 - 11	10 - 15
Raquetbol	8 - 13	15 - 22
Remo	6 - 14	12 - 18
Lanzadores de peso	16 - 20	20 - 28
Esquí	7 - 12	16 - 22
Sprinters	8 - 10	12 - 20
Fútbol	10 - 18	13 - 18
Natación	9 - 12	14 - 24
Tenis	12 - 16	16 - 24
Triatlón	5 - 12	10 - 15
Voleibol	11 - 14	16 - 25
Levador de pesas	9 - 16	No data
Luchadores	5 - 16	No data

Tomado de Velásquez, 2016

Porcentaje de masa muscular o peso muscular.

El componente de masa muscular es un determinante del rendimiento físico ya que existe una relación directa entre fuerza máxima y la masa muscular, y es de alto interés entre la población de deportistas.

Debido a las múltiples modalidades deportivas, los atletas presentan gran variabilidad en su desarrollo muscular. En general, la masa muscular es un parámetro esencial a la hora de elaborar un perfil fisiológico en los atletas.

Capacidades físicas.

1) Fuerza.

La mayor fuerza que puede realizar el sistema neuromuscular durante una contracción muscular voluntaria es denominada fuerza máxima y es una de las cualidades básicas que influyen en el desempeño de la potencia en la cancha, es decir un incremento en la fuerza máxima ayuda a mejorar las capacidades en la potencia (Stolen Chamari, Castagna y Wisloff, 2005).

Se ha observado una asociación significativa entre una fuerza máxima, aceleración y velocidad de movimiento. Esta relación entre el desempeño de la fuerza máxima y la potencia se sustenta con resultados de pruebas de saltos así como con pruebas de piques o "alargues" (Stolen et al., 2005).

Un incremento de la fuerza disponible para la contracción muscular, en ciertos grupos musculares, puede mejorar la velocidad y la aceleración, con lo cual se optimizan ciertas habilidades críticas para el fútbol tales como giros, piques y cambios de ritmo.

Adicionalmente, altos niveles de fuerza máxima en extremidades superiores e inferiores ayudan a prevenir lesiones en el fútbol (Stolen et al., 2005).

2) *Resistencia.*

El consumo de oxígeno (VO_2) representa el volumen de oxígeno consumido durante cualquier tipo de esfuerzo e indica la capacidad que tiene el organismo de utilizarlo.

Cuando la intensidad del ejercicio aumenta, el consumo de oxígeno se incrementa de manera proporcional hasta alcanzar un punto en el que se estabiliza, y se conoce como consumo de oxígeno máximo o VO_{2max} .

En otras palabras el VO_{2max} es el límite máximo de la capacidad de una persona para generar energía a través de las vías oxidativas, es una medida de la capacidad para obtener oxígeno del aire para los músculos y poder utilizarlo metabólicamente (Bazán, 2014).

El consumo de oxígeno en los tejidos depende del oxígeno que es incorporado y transportado en la sangre gracias al aporte ventilatorio y a la capacidad cardiovascular. Se puede representar en la siguiente fórmula:

$$VO_2 = VS \times FC \times \Delta a-v O_2$$

donde, VS= volumen sistólico, FC= frecuencia cardíaca, $\Delta a-v O_2$ = diferencia arteriovenosa de oxígeno, es decir el oxígeno que es extraído por los tejidos.

En reposo el VO_2 del organismo es de aproximadamente 300 mL/min, que equivale a 3,5 mL/kg/min en valores relativos a peso corporal, que es el equivalente a 1 met o unidad metabólica.

El consumo de oxígeno aumenta gradualmente con el crecimiento, en relación a la ganancia de peso, y es mayor en hombres que en mujeres debido a diferencias

hormonales y a la mayor cantidad de hemoglobina que presentan, adicionalmente se sabe que llega al valor máximo entre los 18 a 25 años.

También el VO_2 declina 10 % por década debido al proceso natural de envejecimiento en las personas no entrenadas, esto se explica por la disminución de la actividad del sistema simpático, alteraciones del sistema de conducción cardiaca, disminución en la contractilidad del ventrículo izquierdo y reducción del volumen sistólico máximo que se le atribuye al incremento de la resistencia periférica.

El VO_2 es influenciado por el tamaño corporal el porcentaje de peso muscular y por la genética del individuo (Bazán, 2014).

El VO_{2max} mide el volumen máximo de oxígeno consumido por unidad de tiempo. Esta variable se expresa en mL/kg/min o en litros, si se lo multiplica por el peso. (ACMS 2107).

Altos valores de capacidad aeróbica se relacionan con altos rendimientos en disciplinas de media y larga duración. Atletas altamente entrenados pueden presentar valores de 70 mL/kg/min, tal como los maratonistas, esquiadores, o ciclistas de fondo. (Bazán, 2014).

En un estudio realizado en el 2014 Martínez et al., se analizan las características y demandas del fútbol femenino en varios equipos internacionales y concluyen que el VO_{2max} alcanzado en futbolistas mujeres se encuentra en el rango de entre 45.1 a 55.5 mL/Kg/min, la frecuencia cardiaca con valores de 189 a 202 latidos por minuto. De manera similar en el estudio realizado por Datson y colaboradores en múltiples equipos

femeninos, se concluyó que las futbolistas de élite tuvieron valores de Vo_2max entre 49.4 y 57.6 mL/kg/min (Datson, Hulton y Andersson, 2014).

Existen muchas pruebas que miden la capacidad aeróbica, y se clasifican en directas e indirectas.

- Las pruebas directas miden, por medio de analizadores de gases, el aire espirado, son más específicos y confiables pero son de mayor costo y difícil acceso
- Las indirectas, son relaciones lineales y estimaciones sobre ciertas funciones orgánicas evaluadas con las pruebas directas. Presentan mayor error, pero son de bajo costo y mayor accesibilidad.

Las pruebas también pueden variar en cuanto al lugar de realización; ya sea en el laboratorio o en campo. Además los protocolos pueden ser; continuos o discontinuos y la intensidad puede ser constante o progresiva (Bazán, 2014).

Tabla 5: Pruebas de potencia aeróbica VO₂max

Campo	Laboratorio
Test de Cooper	Test de cicloergómetro de Astrand y Rhyming
Test de Léger	Test de Astrand de 6 minutos
Test de Montreal	Test de cicloergómetro de YMCA
Prueba de George Fisher	Test de cinta ergométrica de Bruce
Prueba de Rockport	Test de banco de Balke
Test de la milla	Test de banco de Queen´s College
Test de 1000 m	
Test de 3200 m	
Test de 5000	
Test de 10000 m	
Test de los 5 minutos	
Test de Conconi	
Yo - yo test	

Tomado de Bazán, 2014

Test de Léger o Course Navette.

Conocido también como Beep Test. Fue diseñado por Léger y Lambert en la década de 1980, mide la potencia aeróbica máxima e indirectamente permite calcular el consumo de oxígeno. El test consiste en una carrera de ida y vuelta a lo largo de una distancia de 20 metros, siguiendo un ritmo acorde a las señales acústicas que se

incrementan progresivamente en frecuencia. El sujeto debe correr hasta la línea contraria, pisarla y esperar hasta escuchar la segunda señal para volver a desplazarse.

Cada periodo rítmico dura 1 minuto, la velocidad inicial del primer periodo es de 8 km por hora y aumenta medio km por hora en cada periodo. El test finaliza cuando los ejecutores no puedan pisar la línea en el momento en que lo indique el sonido.

Se registra el último periodo escuchado (Bazán, 2014).

Se ha encontrado una alta correlación entre los resultados de la prueba de consumo máximo de oxígeno obtenidos con la prueba de esfuerzo y los alcanzados con la prueba de Course Navette (Bazán, 2014).

La prueba de Léger tiene aplicabilidad a muchos deportes colectivos, como es el caso del fútbol en donde hay cambios de sentido constantes (Bazán, 2014).

3) Flexibilidad.

Es la habilidad de mover una articulación a través del rango de movimiento completo.

Es importante en el desempeño atlético y en la habilidad para realizar actividades de la vida cotidiana, en consecuencia, mantener una flexibilidad de todas las articulaciones facilita el movimiento y ayuda en la prevención de lesiones.

La flexibilidad depende de un número específico de variables incluyendo distensibilidad de la cápsula articular, un adecuado calentamiento, de la funcionalidad y acoplamiento de otros tejidos como ligamentos y tendones que pueden afectar el rango de movimiento (ACSM, 2017).

La flexibilidad es específica de cada articulación, por lo tanto ninguna prueba individual de flexibilidad puede utilizarse para evaluar la flexibilidad total del cuerpo. La flexibilidad puede ser medida en grados y cm (Bazán, 2014)

Pruebas de flexibilidad cuantificadas en grados.

Pueden ser pruebas de laboratorio que miden el rango de movimiento utilizando instrumentos como goniómetros, electrogoniómetros, entre otros, se expresan en grados. (ACSM, 2017).

Por otra parte se han diseñado pruebas distintas como la prueba Sit and Reach, para valorar la flexibilidad de espalda baja y de los músculos isquiotibiales, que son importantes para el desempeño deportivo y para las actividades de la vida diaria.

Se reporta que una flexibilidad de espalda baja y cadera deficientes, junto con una fuerza abdominal pobre, pueden contribuir al desarrollo de dolor lumbar (ACMS, 2017).

Prueba Sit and Reach.

Valora la flexibilidad en centímetros del movimiento de flexión del tronco desde la posición sentado, con piernas juntas y extendidas. Se usa una tarima de madera con una escala de graduación numérica, sobre la cual el evaluado apoya sus manos para lograr el mayor rendimiento posible (Bazán, 2014).

Ilustración 2: Prueba Sit and Reach

Tomado de Bazán, 2014

Tabla 6: Referencias de la prueba Sit and Reach

	Hombres	Mujeres
Excelente	+17 a +27	+21 a +30
Bueno	+6 a +16	+11 a +20
Medio	0 a +5	+1 a +10
Regular	-8 a -1	-7 a 0
Pobre	-19 a -9	-14 a -8
Muy Pobre	< -20	< -15

Tomado de Bazán, 2014

4) Velocidad.

La velocidad se define como el menor tiempo necesario para que un objeto recorra una distancia determinada, La velocidad no es constante a lo largo de toda la distancia por lo que se la divide en fases.

La primera fase es la de aceleración, o ritmo al que cambia la velocidad hasta alcanzar la velocidad máxima. La segunda es la fase de mantenimiento, en la que la velocidad máxima se mantiene durante lo que queda de la distancia en cuestión (Miller, 2016).

Datson y colaboradores publicaron en el 2014 un estudio en donde analizan varios artículos de Pubmed y Google Scholar y determinaron que la las futbolistas de élite alcanzaron un tiempo promedio en la prueba de 20 metros de 3.17 segundos con una desviación estándar de 0,03 segundos. En un estudio realizado en la selección nacional australiana femenina de fútbol se determinó una velocidad media en la misma prueba de $3,31 \pm 0,11$ segundos (Stolen et al., 2005)

En general, existe una relación directa en el incremento de las carreras de alta velocidad y los "sprints" conforme aumenta el nivel de juego (Datson, 2014).

Fisiología del fútbol

“El fútbol es uno de los deportes más populares en el mundo y es practicado por hombres y mujeres, entrenadores y científicos buscan continuamente factores clave y características que permitan distinguir entre los jugadores más exitosos versus menos” (Ingebrigsten, Dillern y Shalfawi, 2011), (Stolen et al., 2005).

Un partido de fútbol consiste principalmente en ejercicios intermitentes que incluyen periodos breves de máxima intensidad y periodos de baja intensidad con descansos irregulares. La duración se encuentra entre 90 y 120 minutos con frecuentes carreras, saltos, piques, regateo, enfrentamientos, movimientos laterales, cabeceo, entre otros, lo cual exige una alta demanda de energía en los diferentes sistemas del organismo. (Ingebrigsten et al., 2011). Relly y colegas han encontrado un cierto número de prerequisites físicos y antropométricos necesarios para competir en el fútbol de elite.

Adicionalmente se espera que los jugadores y jugadoras tengan un óptimo desarrollo de sus aptitudes aeróbicas y anaeróbicas junto con una buena agilidad para ser capaces de sostener un alto nivel de movimientos rápidos a lo largo de todo el partido (Mujika, Santisteban, Impellizeri y Castagna, 2009). Por tanto, el desempeño y éxito en el fútbol depende de varios factores físicos, tácticos, técnicos y psicológicos (Mujika et al., 2009) (Stolen et al., 2005).

Para cubrir las demandas físicas que exige un partido de fútbol, y poder aplicar las habilidades técnicas y tácticas de una manera efectiva, es necesario tener altos niveles de preparación física en especial hacia el final del partido en donde empieza a surgir la fatiga. Estas demandas fisiológicas requeridas en el fútbol dependen de varios factores

como el nivel de competencia, la posición de juego en la cancha, incluso las condiciones medioambientales (Datson et al., 2014) (León, Sánchez y Ramírez, 2011).

Las demandas físicas en el juego son más elevadas a medida que el nivel de competición aumenta, por esta razón los jugadores de fútbol deben alcanzar un balance en cuanto al desarrollo de sus capacidades físicas y fisiológicas que esté acorde al nivel de competición y a su rol posicional (Martínez et al., 2014). Adicionalmente otras investigaciones sugieren que capacidades físicas como resistencia, agilidad, velocidad y fuerza deben estar bien desarrolladas para tener éxito como jugadores (Haugen et al., 2014).

Distancia recorrida.

La distancia alcanzada durante un partido de fútbol en futbolistas varones y mujeres de élite oscila entre 10 a 12 km para jugadores de campo y alrededor de 4 km para los arqueros. Es decir tanto hombres como mujeres cubren distancias totales similares durante un juego, la diferencia radica en que los hombres cubren distancias a velocidades mayores. (Stolen et al., 2005) (Datson et al., 2014) (Martínez et al., 2014).

La distancia recorrida durante un partido no es continua y se divide en múltiples acciones que consisten en caminata, trote, carrera moderada, rápida y carrera explosiva conocida como "pique" o "alargue".

Se ha determinado que las jugadoras seleccionadas nacionales de sus respectivos países durante un juego cubren distancias de 1,53 a 1,68 km con carreras de alta velocidad (>18 km/h).

Además en un estudio hecho en el mundial de fútbol femenino 2011 se encontró que la distancia promedio alcanzada por las jugadoras fue de 10,2 km con un total de 0,5 % de piques explosivos (con velocidades de más de 25 km por hora), 2,3% de carreras rápidas (21.1 a 25 km por hora), 3.9% de carreras de velocidad moderada de entre 12,1 a 18 km por hora y un 70,5% de trote caminata o carreras de baja velocidad (menos de 12 km/h) (Martínez et al., 2014).

En lo que respecta a las arqueras, se encontró que cubren un total de 6 km con velocidades menores que el resto de jugadoras.

Diferencias entre las posiciones.

Es evidente que existen diferencias entre las distintas posiciones que ocupan los jugadores en la cancha. (Hazir, 2010) (Stolen et al., 2005) (Martínez et al., 2014).

Varios estudios reportan que los mediocampistas alcanzan mayores distancias en el campo de juego que los jugadores en otras posiciones esto es debido a que operan en la zona entre la defensa y el ataque, siendo su función la de apoyar tanto en las maniobras ofensivas (ataque), cuando se tiene posesión de la bola llevándola hacia adelante, como ayudar a los defensas en la marcación cuando no se tiene la bola (Stolen et al., 2005).

En un estudio realizado en los jugadores de la Liga Inglesa de fútbol masculino se estableció que la distancia recorrida en piques "sprints" por los defensas laterales y centrales fue significativamente menor a la de los mediocampistas y que los mediocampistas cubrieron una distancia significativamente mayor que los delanteros. (mediocampistas 9826 ± 1.031 m (media \pm desviación estándar) y los delanteros 7736 ± 929 m.

Además varios autores afirman que los mediocampistas recorren mayores distancias y tienen mayores niveles de capacidad aeróbica que los jugadores de otras posiciones y los zagueros centrales cubren menores distancias durante un partido (Bazán, 2014).

También Datson en su estudio realizado en futbolistas mujeres concluye que las mediocampistas cubren mayores distancias totales ($10,67 \pm 1,34$ km) que las defensas ($9,62 \pm 1,20$ km) y que las delanteras ($9,61 \pm 0,36$ km).

Las defensas centrales hacen menos carreras de alta velocidad (piques) que las mediocampistas y delanteras.

Las delanteras realizan más piques de alta velocidad (mayores a 25 km/h) ($0,52 \pm 0,03$ km) que las mediocampistas y defensas.

En el estudio hecho en el mundial femenino 2011 se encontraron también diferencias posicionales entre las jugadoras con una tendencia de las mediocampistas tanto centrales como laterales de alcanzar las mayores distancias totales.

Además las mediocampistas laterales y las delanteras alcanzaron distancias mayores en velocidades máximas y piques. (Martínez et al., 2014).

Interrelaciones entre la composición corporal y las capacidades físicas.

El incremento de la masa muscular contribuye al desarrollo de la fuerza y la potencia, por tanto el aumento de la masa muscular permite al deportista producir más fuerza en un periodo de tiempo concreto y mejorar en estas capacidades.

El nivel suficiente de masa magra también contribuye al rendimiento con respecto a la velocidad, la rapidez y la agilidad.

Una grasa corporal no esencial menor contribuye al aumento de la resistencia muscular y cardiorespiratoria y también al desarrollo de la velocidad.

El peso sobrante en forma de grasa proporciona una resistencia mayor al movimiento en el deporte obligando al deportista a incrementar la fuerza de la contracción muscular en cada carga de trabajo dada, además el exceso de grasa puede limitar el equilibrio, la coordinación y la resistencia. Y un exceso de peso y de grasa interfiere con la amplitud del movimiento articular.

El deporte demanda que se mantengan unos niveles estándar de composición corporal de acuerdo a las necesidades de cada deporte

En el fútbol se combinan actividades aeróbicas y anaeróbicas donde los deportistas requieren potencia, velocidad, rapidez, agilidad y fuerza a la vez que niveles elevados de acondicionamiento aeróbico. Por lo que es importante que los futbolistas tengan una grasa corporal baja y aumenten su masa magra (Miller, 2016)

Gasto Calórico.

El gasto calórico y energético en un partido de fútbol depende de distintas condiciones tales como la exigencia deportiva, la preparación física individual, la posición de juego o el grado de compromiso en la competencia, sin embargo, se ha determinado que el consumo calórico es de 1200 a 1500 kcal durante un juego mediante el uso de la frecuencia cardiaca. Por otra parte, se ha cuantificado directamente el consumo de O₂ y se han obtenido valores de 1551 a 1772 kcal. El consumo de calorías es un dato indispensable para establecer pautas para la nutrición pre y post competitiva para obtener un desempeño adecuado del deportista (León et al., 2011).

Diferencias de género.

Las diferencias físicas entre hombres y mujeres empiezan a aparecer marcadamente con inicio de la pubertad es decir entre los 12 a 14 años aproximadamente, aunque dependen de cada individuo. Una vez que los hombres alcanzan la pubertad su nivel de testosterona empieza a incrementarse y las diferencias de género se empiezan a delinear. Las mujeres son más livianas, de menor tamaño, con menos masa muscular y mayor porcentaje de grasa que los varones, debido los factores biológicos, lo que genera un menor desarrollo de las capacidades físicas tales como resistencia, fuerza muscular, potencia, velocidad y agilidad, para una mujer promedio en comparación con un hombre promedio. (Martínez et al., 2014)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel nacional existe muy poca o ninguna información sobre el perfil antropométrico, composición corporal y capacidades físicas de las jugadoras de fútbol que compiten a nivel profesional. Además, a pesar de que se ha logrado competir internacionalmente con un seleccionado nacional femenino de fútbol, estas participaciones no han sido favorables para la obtención de títulos de gran trascendencia, siendo estas razones importantes para realizar una investigación adecuada acerca del rendimiento de las jugadoras profesionales de fútbol en el Ecuador. Con este estudio se pretende analizar la composición corporal y las capacidades físicas de las jugadoras de fútbol femenino de equipos ecuatorianos de acuerdo a la posición que ocupan en el campo de juego y compararlas con las de jugadoras de otros equipos de fútbol de alto ranking a nivel mundial y poder establecer recomendaciones y pautas a seguir para mejorarlas.

La composición corporal, el tamaño, la complejidad y capacidades corporales de un deportista tienen implicaciones importantes en la determinación del éxito deportivo.

El tamaño, la forma y la composición corporal están determinados por la genética de cada individuo, sin embargo, esto no significa que el perfil físico no sea susceptible de mejorar o modificarse. Aunque el tamaño y la constitución del cuerpo se pueden alterar, solo la composición corporal se puede cambiar considerablemente mediante la dieta y el ejercicio. El entrenamiento contra resistencia puede aumentar sustancialmente la masa muscular y una dieta adecuada combinada con ejercicio vigoroso puede reducir

significativamente la grasa corporal, estos cambios pueden ser de gran importancia para alcanzar un rendimiento deportivo óptimo. (Wilmore et al., 2007)

OBJETIVO GENERAL

Comparar parámetros de la composición corporal y las capacidades físicas de las deportistas pertenecientes a equipos de la primera categoría de la Liga Nacional de fútbol femenino en la ciudad de Quito en la temporada 2016 -2017 y determinar si existe variabilidad con la posición de juego que ocupan en la cancha.

Objetivos específicos

- Describir el somatotipo y la composición corporal de las deportistas pertenecientes a equipos de la serie A de la Liga Nacional de fútbol femenino en la ciudad de Quito en la temporada 2016 -2017.
- Determinar las capacidades físicas que incluyen fuerza, velocidad, resistencia y flexibilidad) de las futbolistas mencionadas.
- Analizar y correlacionar las variables medidas de la composición corporal y las capacidades físicas en relación con la posición de juego.
- Establecer si existen diferencias entre los parámetros de la composición corporal y las capacidades físicas en concordancia con la posición de juego.

- Comparar las variables analizadas con parámetros y equipos internacionales de alto nivel para poder establecer recomendaciones y pautas a seguir para mejorar el rendimiento.

Pregunta de Investigación

¿Existe variabilidad entre el perfil antropométrico, composición corporal y capacidades físicas de las jugadoras de los equipos profesionales de la liga nacional ecuatoriana de fútbol femenino en relación a la posición que ocupan en la cancha y en relación con equipos internacionales?

METODOLOGÍA

El estudio realizado de corte transversal fue de tipo descriptivo y de carácter mixto debido a que se analizaron variables cualitativas y cuantitativas.

Se tomó a dos equipos que competían en el campeonato Nacional de fútbol femenino en la ciudad de Quito de la temporada 2016 a 2017, por la disponibilidad de las jugadoras de poder participar en el proceso de investigación.

Los equipos que participaron fueron el Club Espuce y el Club de la Universidad San Francisco de Quito, de los cuales se tomó a 35 jugadoras que cumplieron con los criterios de inclusión.

Criterios de inclusión

Mujeres deportistas pertenecientes a los de equipos que compiten en la serie A del campeonato nacional de fútbol femenino en la ciudad de Quito que quieran voluntariamente participar del estudio y que tengan el consentimiento informado autorizado por ellas o por sus representantes en caso de ser menores de edad.

Criterios de exclusión

- Limitación física o impedimento médico
- Sin aprobación de consentimiento informado
- Exclusión voluntaria del estudio

Se realizaron las siguientes mediciones antropométricas a las futbolistas, siguiendo el protocolo de la ISAK (Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría).

Para las mediciones antropométricas se empleó equipos calibrados, y las participantes usaron ropa ligera (brasier deportivo y pantaloneta) previo a la medición.

a) Medición de parámetros antropométricos.

- Peso (kilos)
- Talla en (centímetros)

Diámetros en cm.

- Biestiloideo
- Bicondíleo humeral
- Bicondíleo femoral

Perímetros en cm.

- Brazo relajado
- Brazo flexionado
- Cintura mínima
- Cadera
- Pantorrilla máxima

Pliegues cutáneos en mm.

- Tricipital, subescapular, bicipital, suprailiaco, supraespinal, muslo anterior, pantorrilla medial.

Se midieron las capacidades físicas con pruebas de campo de resistencia, flexibilidad, fuerza y velocidad. Se las realizó en las sedes de entrenamiento para cada club.

Antes de la elaboración de las pruebas, se realizó un calentamiento durante 10 a 15 minutos con ejercicios aeróbicos de leve intensidad y posterior estiramiento de los distintos grupos musculares a trabajar.

b) Medición de capacidades físicas.

Resistencia: Se realizó la Prueba de Léger o Course Navette, se registró el número del periodo alcanzado y se estimó el $VO_2\text{max}$ en mL/kg/min.

Flexibilidad: Se evaluó la flexibilidad de espalda baja y de los músculos isquiotibiales aplicando la prueba de Sit and Reach, se utilizó un cajón con cinta métrica incorporada. Las jugadoras se colocaron en posición sedente en el suelo, sin calzado, con los pies flexionados a 90 grados, las plantas de los pies en contacto con el cajón y las rodillas extendidas. Y se anotó la distancia máxima alcanzada en cm con la punta de las falanges distales de las manos y con los brazos extendidos, al realizar la flexión sobre la articulación de la cadera.

Fuerza de abdomen: Se contabilizó el número máximo de flexiones realizadas en un minuto. (Las jugadoras iniciaron la prueba en posición decúbito supino con las rodillas flexionadas 90 grados con los brazos flexionados y cruzados sobre el pecho, mientras un ayudante les sujetó los pies contra el suelo para estabilizar el movimiento).

Fuerza de brazos: Se midió la distancia máxima alcanzada en metros al lanzar una pelota medicinal de 2,7 kilos, la técnica de lanzamiento consistía en iniciar el movimiento con la jugadora en posición de pie sosteniendo la pelota a nivel del tórax con ambas manos.

Fuerza de piernas: Se determinó la distancia máxima alcanzada medida en metros en salto largo iniciando con los pies juntos y rodillas flexionadas.

Velocidad: Se cuantificó el tiempo en segundos al recorrer una distancia de 20 metros de largo llamada prueba Sprint de 20 metros. Se delimitó el recorrido con conos. Para las pruebas de velocidad, fuerza y flexibilidad, se registró el mejor valor obtenido de tres intentos.

Materiales

Para la recolección de datos se emplearon los siguientes instrumentos y materiales:

- Balanza (Camry)
- Tallímetro
- Plicómetro (Lange)
- Calibre deslizante o paquímetro
- Cinta antropométrica

- Cinta métrica de 10 m
- Balón medicinal de 6 libras
- Cajón con cinta métrica incorporada
- Cronómetro
- Conos
- Parlante

Posteriormente, los datos obtenidos se colocaron en una base de datos en el programa Excel donde:

1. Se calculó el somatotipo individual, para lo cual se aplicó la metodología de Heath - Carter que considera fórmulas de endomorfia, ectomorfia y mesomorfia.
2. Se estimó la composición corporal de cada participante, se aplicaron las fórmulas de la propuesta de cuatro componentes de De Rose y Guimaraes.

Los resultados fueron ingresados en el programa estadístico SPSS, se categorizó a las jugadoras en cinco grupos según la posición que ocupan en el campo de juego y se realizó una comparación y análisis entre los grupos establecidos.

Análisis de los Datos

Para el análisis de los resultados se realizó un estudio descriptivo de las variables cuantitativas, determinando medias, errores, y desviaciones estándar, mientras que, con las variables cualitativas se realizó un estudio de frecuencias y porcentajes. Para la comprobación estadística general, en primer lugar se aplicó una prueba de normalidad de

Kolmogorov – Smirnov para datos mayores a 30, dicho análisis determinó un valor $p > 0,05$ lo cual identificó que los datos son considerados paramétricos, es decir, que se encuentran dentro de una distribución normal y se debe utilizar pruebas paramétricas para identificar las diferencias significativas entre las variables de estudio. La prueba escogida para su análisis fue ANOVA de una vía.

ASPECTOS BIOÉTICOS E IMPACTO AMBIENTAL

Para la realización de este estudio se obtuvo el consentimiento informado individual y en el caso de las participantes menores de edad éste fue firmado por sus representantes legales. Además, se respetó la confidencialidad de las personas al no incluir sus nombres. Se identificó a las participantes con un número.

RESULTADOS

En el presente estudio participaron un total de 35 deportistas a quienes se clasificó de acuerdo a la posición que ocupan en la cancha.

El promedio de la edad fue de $18,11 \pm 3,23$ años (media \pm D.E), la talla de $159 \pm 0,86$ cm, y el peso de $55,70 \pm 8,75$ kg, con un IMC de $22,05 \pm 2,80$ kg/m²

La media, desviación estándar y error de las demás variables se describen en la siguiente tabla:

Tabla 7: Características morfológicas de las jugadoras estudiadas

VARIABLE	UNIDAD	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR
SOMATOTIPO			
Endomorfo		4,47	1,12
Mesomorfo		3,96	1,04
Ectomorfo		2,05	1,28
COMPOSICION CORPORAL			
Porcentaje de grasa	%	15,88	2,66
Peso graso	kg	9,01	2,78
Porcentaje muscular	%	47,5	1,60
Peso muscular	kg	26,4	3,75
Peso óseo	kg	8,65	0,87
Peso residual	kg	11,75	2,70

Se muestra un somatotipo promedio de 4,47 3,96 2,05 lo cual corresponde a un tipo meso-endomorfo, es decir, sobresalen las características de endomorfia con una magnitud moderada (ya que el valor se encuentra en el rango de 3 al 5), aunque también hay rasgos de mesomorfismo moderados.

En cuanto a la composición corporal el porcentaje de grasa fue de $15,88 \pm 2,66$ % que está dentro del rango normal aceptado para futbolistas mujeres que va del 13 al 18%

Tabla 8: Capacidades físicas de las jugadoras estudiadas

VARIABLE	UNIDAD	MEDIA	DESVIACION	Calificación
			ESTANDAR	
CAPACIDADES FISICAS				
Fuerza de brazos	m	4,71	0,739	
Fuerza de piernas	m	1,87	0,153	Bueno
Fuerza de abdomen	repeticiones/segundo	52,00	8,124	Muy bueno
Flexibilidad	cm	11,53	6,407	bueno
Velocidad	s	3,51	0,19	
VO ₂ max	mL/kg/min	45,21	4,23	bueno

Categorización por posiciones en el campo de juego

Se formaron cinco grupos dependiendo de la posición que las jugadoras ocupan en la cancha, dividiéndose en arqueras, defensas centrales, defensas laterales, mediocampistas y delanteras.

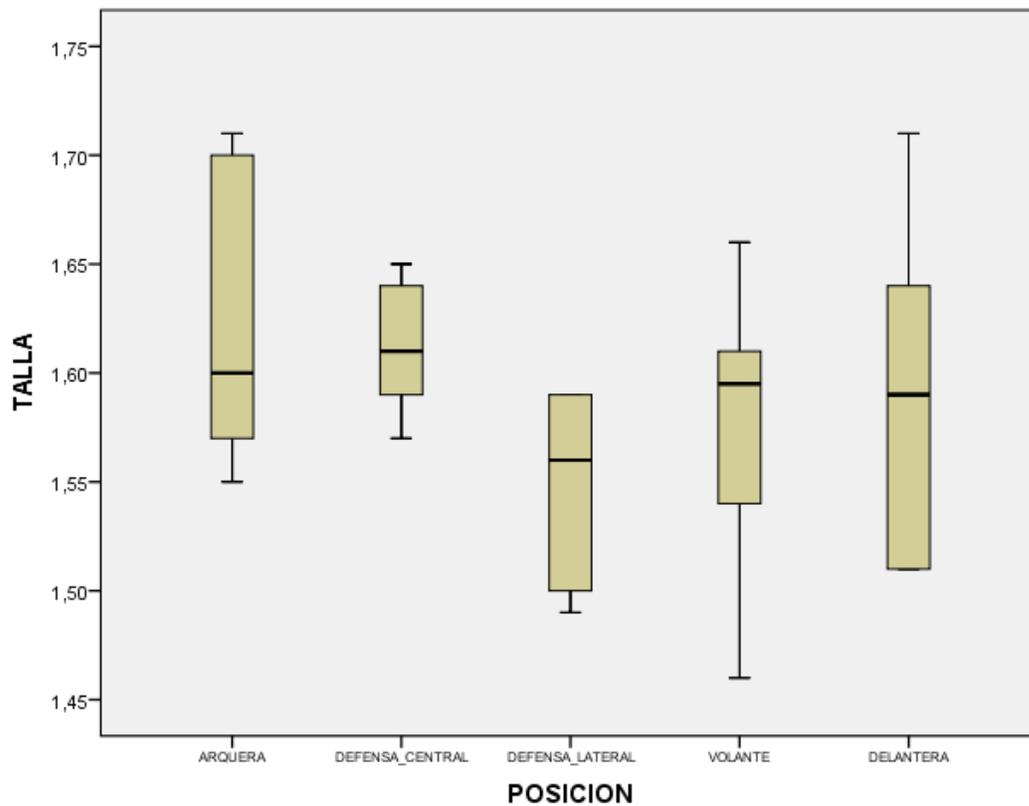
Las arqueras comprendieron el 14,3 % del total, con 5 jugadoras, al igual que las defensas laterales y delanteras. Las defensas centrales el 17,1% con 6 integrantes y las volantes (mediocampistas) alcanzaron el 40% con 14 deportistas.

Tabla 9: Variables edad, peso y talla por posiciones en el campo de juego

EDAD				
Posición	N	Media	Desviación estándar	Error estándar
ARQUERA	5,00	19,80	3,96	1,77
DEFENSA CENTRAL	6,00	18,67	4,32	1,76
DEFENSA LATERAL	5,00	15,80	2,17	0,97
VOLANTE	14,00	18,14	2,93	0,78
DELANTERA	5,00	18,00	2,55	1,14

Talla

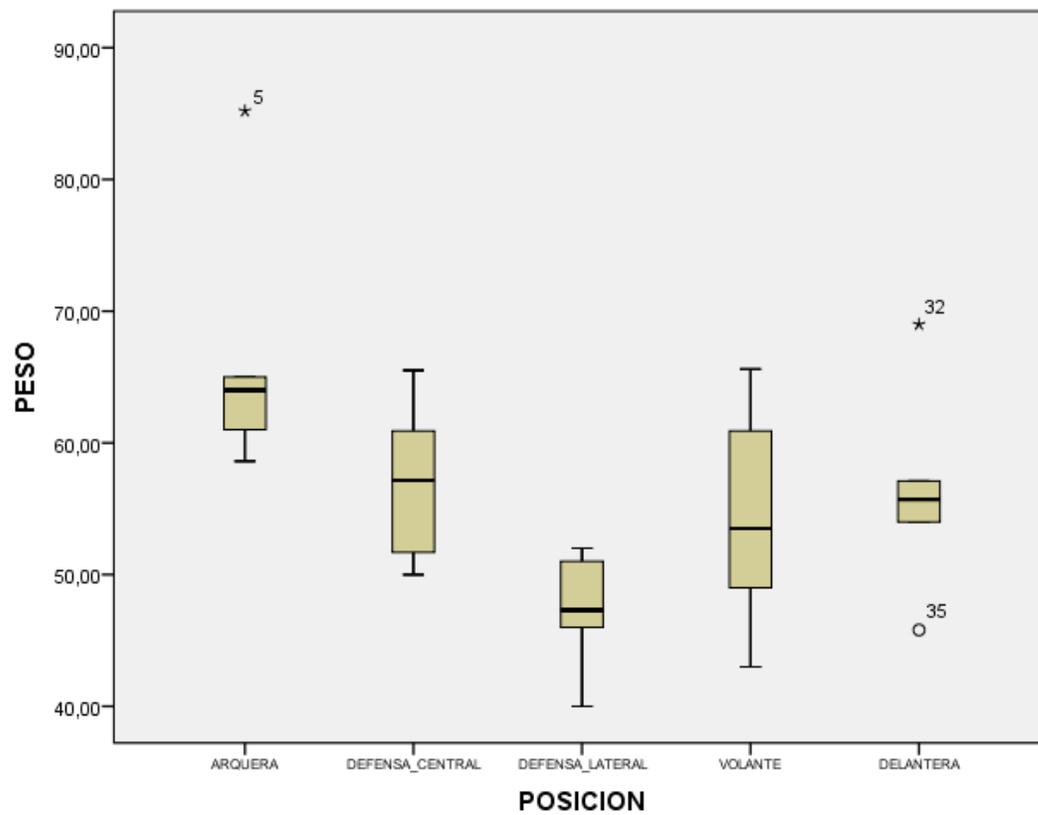
Gráfico 1: Talla por posiciones



Las arqueras fueron las más altas con una media de $1,63 \pm 0,07$ m seguidas por las defensas centrales $1,61 \pm 0,03$ m. Las defensas laterales tuvieron la menor estatura con $1,55 \pm 0,05$ m, y las volantes $1,58 \pm 0,06$.

Peso

Gráfico 2: Peso por posiciones



En cuanto al peso de las jugadoras, las arqueras fueron las más pesadas con un promedio de $66,76 \pm 10,61$ kg y las defensas laterales las más livianas con media de $47,26 \pm 4,76$ kg.

IMC**Tabla 10:** IMC por posiciones

IMC				
Posición	N	Media	Desviación estándar	Error
ARQUERA	5	25,14	2,47	1,11
DEFENSA CENTRAL	6	22,05	2,55	1,04
DEFENSA LATERAL	5	19,76	1,05	0,47
VOLANTE	14	21,69	2,58	0,69
DELANTERA	5	22,28	3,25	1,45

La media del IMC del total de jugadoras fue de $22,05 \pm 2,80 \text{ kg/m}^2$,
 Encontrándose en las arqueras el valor más elevado de IMC con un $25,14 \pm 2,47 \text{ kg/m}^2$,
 y el menor en las defensas laterales con $19,76 \pm 1,05 \text{ kg/m}^2$.

Tabla 11: Somatotipo por posiciones

	Posición	N	Media	D.E.	Error estándar
ENDOMORFO	ARQUERA	5	5,33	0,865	0,387
	DEFENSA CENTRAL	6	4,53	1,517	0,619
	DEFENSA LATERAL	5	3,62	0,639	0,286
	VOLANTE	14	4,32	1,096	0,293
	DELANTERA	5	4,84	0,814	0,364
MESOMORFO	ARQUERA	5	4,61	0,887	0,397
	DEFENSA CENTRAL	6	3,8	0,944	0,385
	DEFENSA LATERAL	5	3,56	0,257	0,115
	VOLANTE	14	3,99	1,154	0,308
	DELANTERA	5	3,78	1,424	0,637
ECTOMORFO	ARQUERA	5	1,06	0,779	0,348
	DEFENSA CENTRAL	6	2,14	1,249	0,51
	DEFENSA LATERAL	5	2,73	0,422	0,189
	VOLANTE	14	2,12	1,382	0,369
	DELANTERA	5	2,07	1,785	0,798

El promedio de las arqueras en sus tres componentes endomorfo, mesomorfo y ectomorfo fue de 5,33 - 4,61 - 1,06 respectivamente, lo que describe un somatotipo meso-endomorfo que señala un predominio del componente endomorfo y como se analizó anteriormente este somatotipo representa a individuos de tipo pícnico, formas redondeadas con gran desarrollo de grasa subcutánea, y con tendencia a presentar sobrepeso. Las arqueras presentaron también, aunque en menor medida, rasgos mesomórficos es decir, también desarrollo moderado de musculatura y sistema óseo.

En las defensas centrales y en las delanteras también se encontró un somatotipo meso-endomorfo pero presentaron un componente endomorfo menos marcado, sus medias fueron de 4,53 - 3,80 - 2,14 en las defensas centrales y de 4,84 - 3,78 - 2,07 en las delanteras.

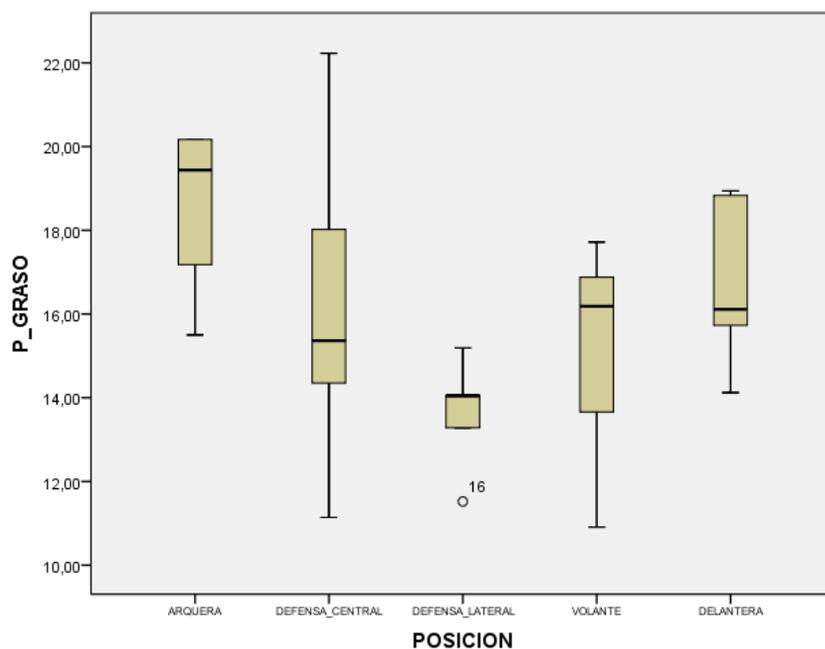
En las defensas laterales, el somatotipo fue de 3,62 - 3,56 - 2,73, lo cual describe un tipo mesomorfo-endomorfo, donde los componentes de endomorfismo y mesomorfismo son casi equivalentes (no difieren en más de media unidad), es decir, las defensas laterales tienen características mesomórficas casi en el mismo grado que endomórficas.

Del mismo modo se encontró un somatotipo mesomorfo-endomorfo al analizar las medias de las volantes con 4,32 - 3,99 - 2,12.

Composición Corporal por posiciones

Porcentaje de grasa.

Gráfico 4: Porcentaje de grasa corporal por posiciones



El promedio fue de $15,88 \pm 2,66$ %

El mayor porcentaje de grasa lo obtuvieron las arqueras con una media $18,49 \pm 2,07$ %, y el menor porcentaje se encontró en las defensas laterales con una media de $13,62 \pm 1,36$ %

Parámetros de porcentaje grasa.

Se categorizó al porcentaje de grasa en tres grupos. De acuerdo a los rangos normales establecidos para futbolistas mujeres.

El primer grupo incluye porcentajes de grasa que van de 13 a 18% y que corresponden al rango normal, el siguiente grupo incluye porcentajes de grasa menores al

rango normal, es decir menores a 13%, y el último grupo mayores a 18%, es decir porcentajes elevados para este tipo de deportistas.

Estos rangos se determinaron en base a la clasificación de reserva de grasa por deporte y sexo realizada por Jeukendrup y Gleeson (Velásquez O, 2016).

Gráfico 5: Parámetros de porcentaje de grasa corporal para futbolistas del total de jugadoras



Del total de las personas estudiadas, 69% que corresponde a 24 jugadoras, presentaron un porcentaje de grasa dentro de los parámetros normales para futbolistas mujeres, es decir tuvieron un porcentaje de grasa corporal entre el 13 al 18%

También se puede apreciar que un 20% o 7 jugadoras presentaron porcentaje de grasa mayor al 18% y una minoría un porcentaje de grasa menor al 13% o 4 personas.

Parámetros de porcentaje grasa por posiciones en la cancha.

Gráfico 6: Porcentaje grasa en arqueras

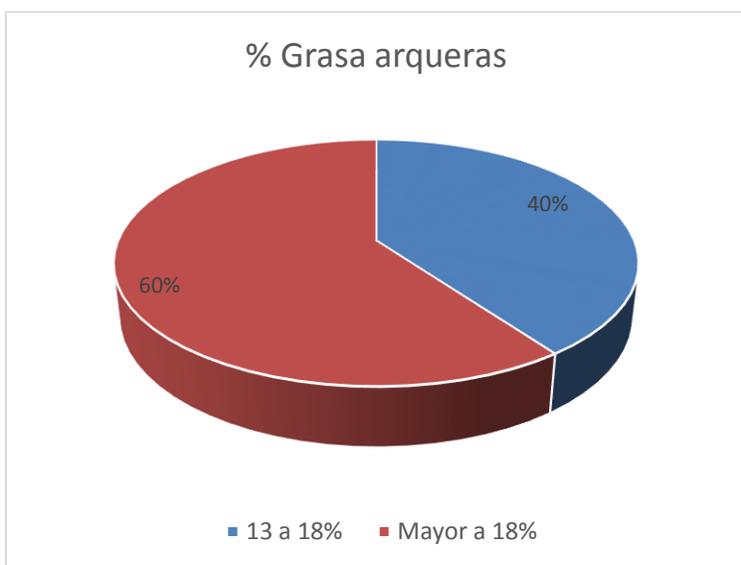


Gráfico 7: Porcentaje grasa en defensas centrales



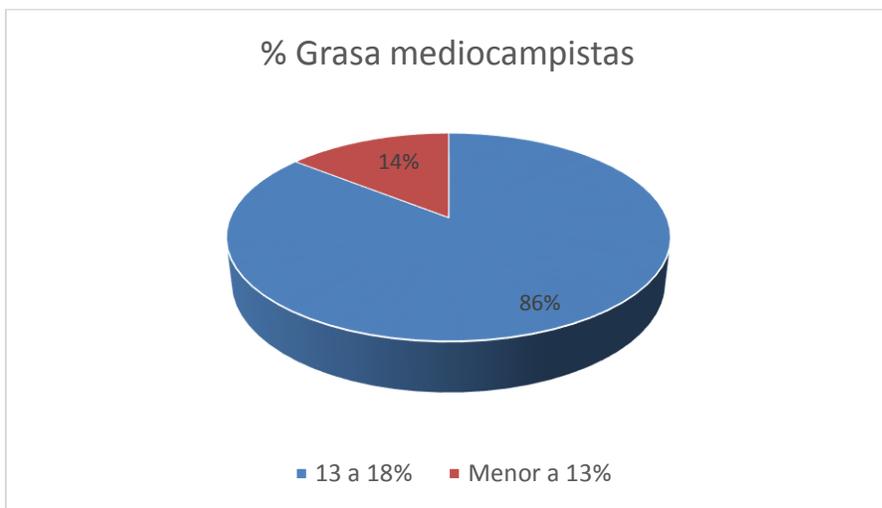
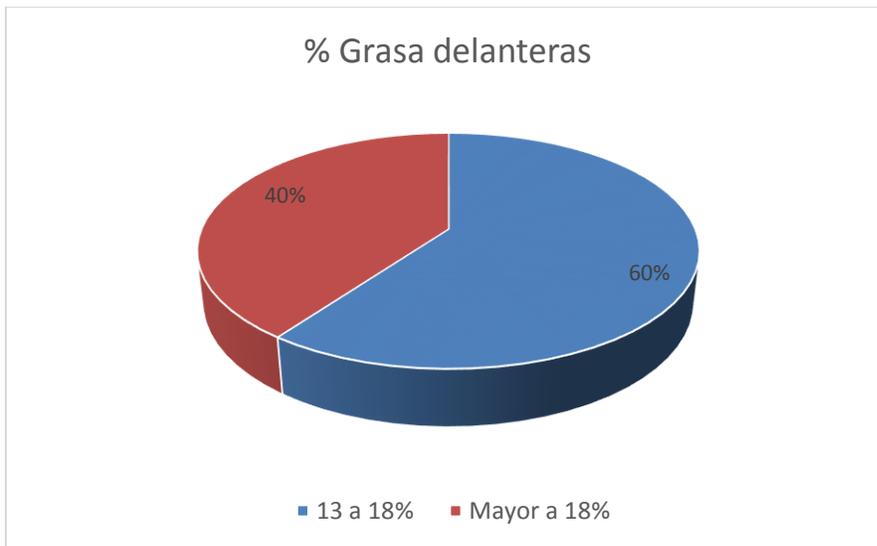
Gráfico 8: Porcentaje graso en defensas laterales**Gráfico 9:** Porcentaje graso en mediocampistas

Gráfico 10: Porcentaje graso en delanteras



Los resultados indican que el 60% de las arqueras tiene un mayor porcentaje de grasa corporal sobre el rango normal y solo 40% de ellas tiene un porcentaje graso dentro de los valores normales, es decir dentro de 13 a 18%

Por otra parte, se encontró que las defensas centrales, laterales, volantes y delanteras tienen un mayor porcentaje de jugadoras con valores de grasa dentro del rango normal.

Peso Graso.

Tabla 12: Peso graso por posiciones

PESO GRASO				
Posición	N	Media	D.E.	Error
ARQUERA	5	12,43	2,97	1,33022
DEFENSA CENTRAL	6	9,35	3,17	1,29563
DEFENSA LATERAL	5	6,43	0,82	0,36697
VOLANTE	14	8,38	1,95	0,52158
DELANTERA	5	9,55	2,48	1,11048

El peso graso fue mayor en las arqueras con $12,43 \pm 2,97$ kg y el menor el de las defensas laterales $6,43 \pm 0,82$ kg, seguido por el de las volantes con $8,38 \pm 1,95$ kg.

Peso muscular.**Tabla 13:** Peso muscular por posiciones

Peso muscular				
Posición	N	Media	Desviación estándar	Error
ARQUERA	5	30,71	4,67	2,09
DEFENSA CENTRAL	6	26,88	2,07	0,85
DEFENSA LATERAL	5	22,81	2,76	1,23
VOLANTE	14	25,83	2,94	0,79
DELANTERA	5	26,68	3,97	1,78

Como se aprecia en la tabla el peso muscular es mayor en las arqueras ($30,71 \pm 4,67$ kg) y el menor en las defensas laterales ($22,81 \pm 2,76$ kg).

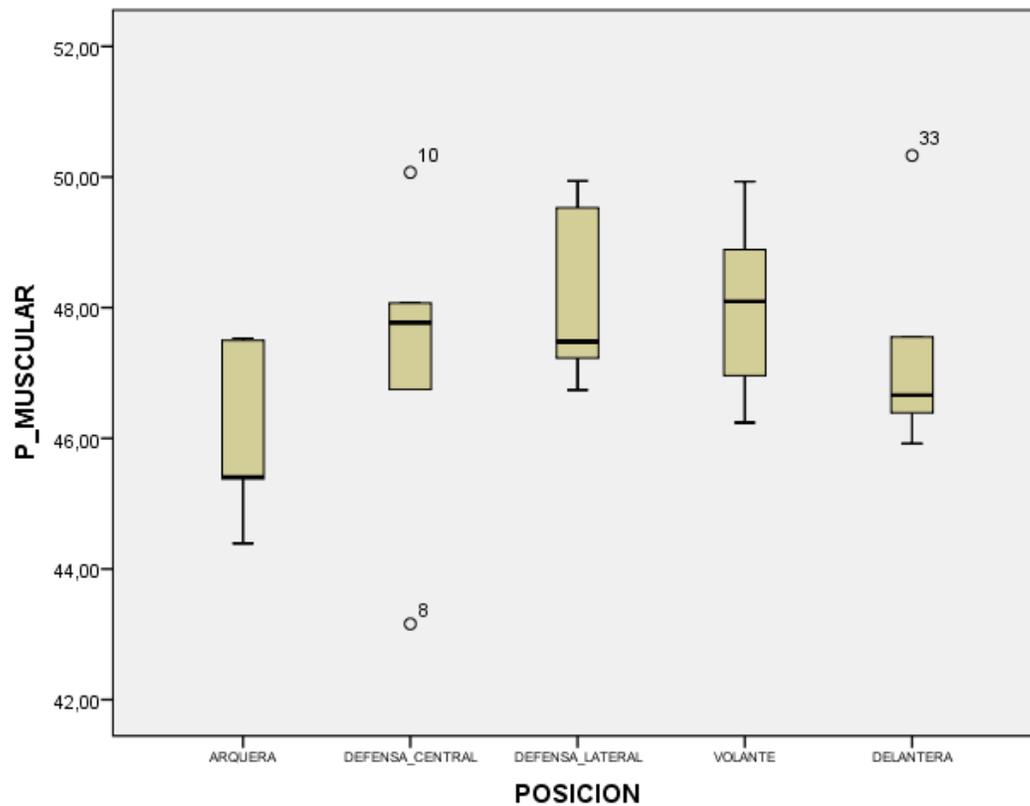
Peso óseo.**Tabla 14:** Peso óseo por posiciones

PESO OSEO				
Posición	N	Media (kg)	D.E.	Error
ARQUERA	5	9,66	1,07665	0,48149
DEFENSA CENTRAL	6	8,91	0,24919	0,10173
DEFENSA LATERAL	5	8,15	0,65633	0,29352
VOLANTE	14	8,47	0,79497	0,21246
DELANTERA	5	8,32	0,86415	0,38646

Las arqueras tuvieron el peso óseo más alto con $9,66 \pm 1,08$ kg y las defensas laterales el menor peso óseo con $8,15 \pm 0,66$ kg.

Porcentaje muscular.

Gráfico 11: Porcentaje muscular por posiciones



El mayor porcentaje muscular fue el de las defensas laterales con media de $48,18\% \pm 1,45$ mientras que las arqueras consiguieron los menores valores de porcentaje muscular con una media de $46,04\%$

Capacidades físicas por posición

Fuerza miembros superiores.

Tabla 15: Fuerza de miembros superiores por posiciones

Fuerza brazos				
Posición	N	Media	D.E.	Error
ARQUERA	5	5,562	0,69883	0,31253
DEFENSA CENTRAL	6	4,455	0,59309	0,24213
DEFENSA LATERAL	5	4,06	0,41863	0,18722
VOLANTE	14	4,836	0,68878	0,18409
DELANTERA	5	4,474	0,58196	0,26026

En el gráfico se aprecia que la fuerza de brazos es mayor en las arqueras que en las jugadoras de otras posiciones en la cancha con una media de $5,56 \pm 0,70$ m.

Fuerza miembros inferiores.

Tabla 16: Fuerza de miembros inferiores por posiciones

Fuerza de miembros inferiores				
Posición	N	Media (metros)	D.E.	Error
ARQUERA	5	1,88	0,17484	0,07819
DEFENSA CENTRAL	6	1,85	0,09201	0,03756
DEFENSA LATERAL	5	1,84	0,09834	0,04398
VOLANTE	14	1,86	0,18081	0,04832
DELANTERA	5	1,95	0,1788	0,07996

En lo que respecta a la fuerza de miembros inferiores, las delanteras obtuvieron el promedio más alto con $1,95 \pm 0,17$ m.

Fuerza abdominal.

Tabla 17: Fuerza abdominal por posiciones

Fuerza abdominal				
Posición	N	Media (abdominales x min)	D.E.	Error
ARQUERA	5	55	8,90505	3,98246
DEFENSA CENTRAL	6	49	10,05982	4,1069
DEFENSA LATERAL	5	47	8,34865	3,73363
VOLANTE	14	53	7,04772	1,88358
DELANTERA	5	51	7,4027	3,31059

Las arqueras presentaron una mayor fuerza abdominal con un promedio de 55 abdominales por minuto.

Parámetros de fuerza abdominal por posición.

Se establecieron los siguientes parámetros para la fuerza abdominal con los resultados de la prueba de abdominales en un minuto, según la clasificación de Ricardo Segura, 2017.

Tabla 18: Parámetros de fuerza abdominal

	Bajo	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
Abdominales en 1 minuto	20 a 29	30 a 39	40 a 49	50 a 59	> 60

Se encontraron los siguientes resultados en base a las distintas posiciones de las deportistas:

Gráfico 12: Fuerza abdominal en arqueras**Gráfico 13:** Fuerza abdominal en defensas centrales

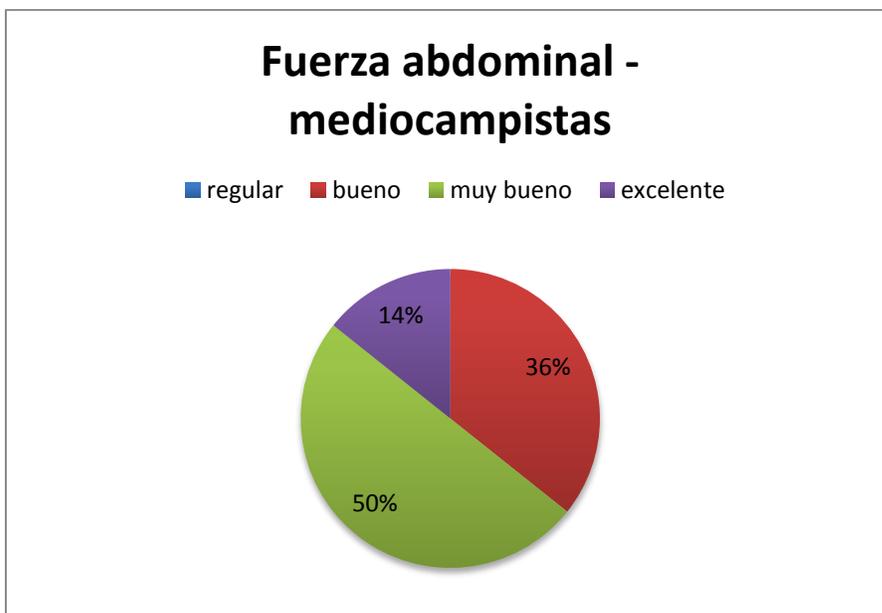
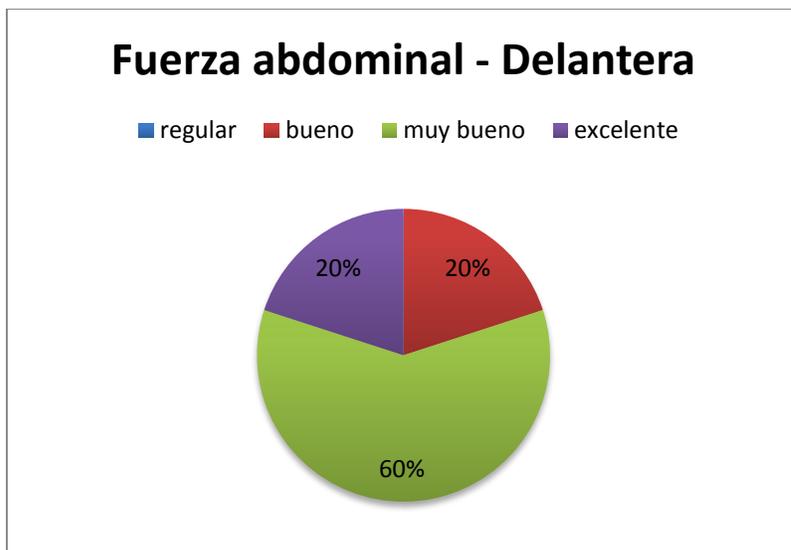
Gráfico 14: Fuerza abdominal en defensas laterales**Gráfico 15:** Fuerza abdominal en mediocampistas

Gráfico 16: Fuerza abdominal en delanteras

Según los gráficos existen mejores resultados en lo que respecta a fuerza abdominal en arqueras y delanteras. En estos dos grupos hay un mayor porcentaje de jugadoras (60%) con fuerza abdominal muy buena, además el 20% de ellas obtuvieron un resultado excelente y el mismo porcentaje un resultado bueno.

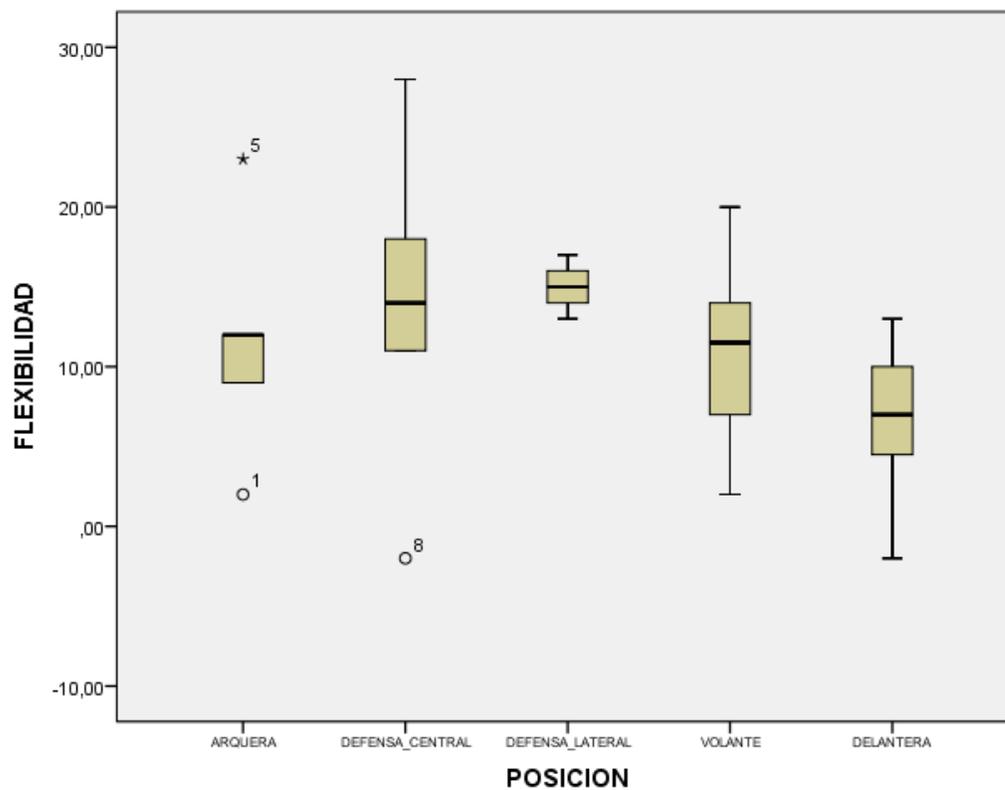
En tanto que las defensas laterales presentaron los resultados más bajos de fuerza abdominal, encontrándose igual porcentaje (40%) de jugadoras con fuerza regular y muy buena y un 20% con fuerza abdominal de categoría buena.

Flexibilidad.

Se midió la flexibilidad de espalda baja y de los músculos isquiotibiales de las jugadoras utilizando la prueba Sit and Reach.

La media de las jugadoras fue de $11,5 \pm 6,41$ cm, catalogada como buena de acuerdo a parámetros internacionales.

Gráfico 17: Flexibilidad por posiciones



Las defensas obtuvieron los promedios más elevados en el test de flexibilidad siendo de $15 \pm 1,58$ cm para las defensas laterales versus $13,8 \pm 9,77$ cm para las centrales, mientras que las delanteras fueron las menos flexibles con $6,5 \pm 5,72$ cm.

Tabla 19: Parámetros de flexibilidad por posiciones

RANGOS FLEXIBILIDAD			
Posición	Rango	Frecuencia	Porcentaje
ARQUERA	MEDIO	2	40
	BUENO	2	40
	EXCELENTE	1	20
	Total	5	100
DEFENSA CENTRAL	REGULAR	1	16,7
	BUENO	4	66,7
	EXCELENTE	1	16,7
	Total	6	100
DEFENSA LATERAL	BUENO	5	100
VOLANTE	MEDIO	5	35,7
	BUENO	9	64,3
	Total	14	100
DELANTERA	REGULAR	1	20
	MEDIO	3	60
	BUENO	1	20
	Total	5	100

Velocidad.

La velocidad media del total de jugadoras fue de $3,50 \pm 0,18$ s en la prueba de 20 metros.

Tabla 20: Velocidad por posiciones en la prueba de 20 m

VELOCIDAD				
Posición	N	Media (s)	Desviación estándar	Error
ARQUERA	5	3,65	0,20584	0,09205
DEFENSA CENTRAL	6	3,51	0,0843	0,03442
DEFENSA LATERAL	5	3,49	0,1138	0,05089
VOLANTE	14	3,46	0,22072	0,05899
DELANTERA	5	3,51	0,1813	0,08108

Se encontró que las volantes fueron las más veloces con un promedio de $3,46 \pm 0,22$ s, mientras que las arqueras mostraron el promedio de tiempo mayor con $3,65 \pm 0,21$ segundos.

Resistencia.

Se midió la capacidad aeróbica máxima o VO₂max con la prueba de "Beep Test" o Course Navette.

Tabla 21: VO₂max por posiciones

VO ₂ max				
Posición	N	Media	Desviación estándar	Error
ARQUERA	5	41,45	3,820	1,708
DEFENSA CENTRAL	6	45,95	3,026	1,235
DEFENSA LATERAL	5	46,73	2,620	1,172
VOLANTE	14	46,22	4,697	1,255
DELANTERA	5	43,80	4,444	1,987

La VO₂max media de las jugadoras fue de $45,22 \pm 4,23$ mL/kg/min.

Las defensas laterales alcanzaron los valores más altos de VO₂max con una media de $46,73 \pm 2,62$ mL/kg/min, seguidas por las volantes con $46,22 \pm 4,70$ mL/kg/min. Por otra parte, las arqueras tuvieron los menores valores de VO₂max con $41,45 \pm 3,82$ mL/kg/min.

*Parámetros de VO₂max.***Tabla 22:** Parámetros de VO₂max por posiciones

VO₂max			
Posición	Rangos	Frecuencia	Porcentaje
ARQUERA	BUENA	4	80
	MUY BUENA	1	20
	Total	5	100
DEFENSA CENTRAL	BUENA	1	16,7
	MUY BUENA	4	66,7
	SOBRESALIENTE	1	16,7
	Total	6	100
DEFENSA LATERAL	MUY BUENA	4	80
	SOBRESALIENTE	1	20
	Total	5	100
VOLANTE	BUENA	6	42,9
	MUY BUENA	3	21,4
	SOBRESALIENTE	5	35,7
	Total	14	100
DELANTERA	BUENA	3	60
	MUY BUENA	1	20
	SOBRESALIENTE	1	20
	Total	5	100

Diferencias Significativas

Para la comprobación estadística de diferencias significativas entre posiciones de juego se utilizó la prueba estadística ANOVA de un factor.

Solamente se encontraron diferencias significativas entre los cinco grupos posicionales analizados con un $p < 0,05$ en las variables de peso, IMC, porcentaje de grasa, peso graso, y fuerza de brazos.

En cuanto al análisis por puestos:

- Las arqueras presentaron un peso corporal de $66,76 \pm 10,61$ kg que fue significativamente mayor al de las defensas laterales con un peso de $47,26 \pm 4,76$ kg y un valor $p < 0,006$ y también al peso de las volantes de $53,95 \pm 6,60$ kg ($p < 0,04$).
- El peso graso fue significativamente mayor en las arqueras con $12,43 \pm 2,97$ kg comparado con el de las defensas laterales $6,43 \pm 0,82$ kg $p < 0,008$ y con el de las volantes $8,38 \pm 1,95$ kg $p < 0,044$.
- El IMC de las arqueras fue significativamente mayor con $25,14 \pm 2,47$ kg/m² en relación al de las defensas laterales con $19,76 \pm 1,05$ kg/m² con un $p < 0,41$
- La fuerza de brazos de las arqueras fue significativamente mayor que la de las defensas laterales $p < 0,018$.
- Hubo diferencias significativas en el porcentaje graso entre las medias de los cinco grupos globalmente con un $p < 0,038$, pero, al comparar entre los grupos individuales no se detectaron diferencias significativas.

DISCUSIÓN

Se ha demostrado en varios estudios que para tener un buen desempeño y trascender en el fútbol —además del talento y la habilidad—, son factores de gran importancia las características antropométricas, el somatotipo y las capacidades físicas de cada persona, características que además son específicas para cada posición en el campo de juego (Adhikari y Nugent, 2015) (Hazir, 2010) (Martínez et al., 2014).

Por tanto, resulta esencial el efectuar una evaluación de las tipologías morfológicas y demandas físicas en las distintas posiciones dentro del esquema táctico de un equipo de fútbol.

En el presente estudio, se determinaron las características antropométricas y las capacidades físicas de las jugadoras que compitieron en el Campeonato Nacional de fútbol femenino en la ciudad de Quito en la temporada 2016-2017.

Peso-talla

Se encontró una estatura media de $159 \pm 0,86$ cm (media \pm D.E.) y un peso de $55,70 \pm 8,75$ kg, lo cual indica que las jugadoras de nuestro estudio presentan una talla y un peso menores con relación a jugadoras de élite a nivel internacional, como las integrantes de las selecciones de los países que participaron en el Mundial de Fútbol Femenino de la FIFA 2011; allí, el equipo con las jugadoras más pequeñas fue Japón, que tuvo una estatura media de 162 cm (Martínez et al., 2017). Otro estudio, de la selección femenina de Chile Sub-20, con jugadoras de edades similares a las de este estudio, indicó una talla promedio de 159,2

± 5 cm y peso $59,7 \pm 6,4$ kg (Almagia, Rodríguez, Barraza, Lizana, Jorquera, 2008); e incluso jugadoras canadienses con edad media de 16 años mostraron talla y peso mayores, alcanzando $164 \pm 6,6$ cm y $57,8 \pm 6,6$ kg (Adhikari et al., 2015).

Para complementar esta afirmación, Martínez y sus colaboradores destacaron más de 40 estudios hechos en equipos de fútbol femenino de élite, de distintas edades y en más de 10 países. Prácticamente en todos ellos se encontraron promedios de peso y talla mayores a las de las jugadores consideradas en este estudio (Martínez et al., 2017).

En cuanto a las diferencias según posición en el campo de juego, las arqueras presentaron un peso de $66,76 \pm 10,61$ kg, significativamente mayor al de las defensas laterales, que registraron $47,26 \pm 4,76$ kg de peso y un valor $p < 0,006$. El peso de las porteras también fue mayor al de las mediocampistas, de $53,95 \pm 6,60$ kg ($p < 0,04$). Ciertos estudios en futbolistas mujeres indican que las arqueras tienden a ser las más altas y pesadas en comparación con las jugadoras de las demás posiciones (Martínez et al., 2014).

Igualmente, en un estudio hecho en futbolistas juveniles de primer nivel en España (Lago-Peñas, Casais, Dellal, Rey y Domínguez, 2011), se determinó que los arqueros fueron más pesados que los defensas laterales y los mediocampistas. En otro estudio, realizado en Croacia en 270 futbolistas profesionales varones de la Primera Liga Nacional, también se repite esta característica, de peso y talla superiores en los arqueros frente a las demás posiciones en la cancha (Sporis, Jukic, Ostoji y Milanovic, 2009).

IMC

Se encontró un IMC promedio total de $22,05 \pm 2,80 \text{ kg/m}^2$, el cual está dentro del rango normal de acuerdo con los parámetros delineados por la OMS.

Sin embargo, al evaluar el IMC con relación a las posiciones en la cancha, se encontró que la mayoría de las defensas laterales (80%), centrales (100%), volantes (78%) y delanteras (60%) estuvieron dentro de la categoría de IMC normal; en tanto que las arqueras presentaron sobrepeso (60%) frente a un 40% de normopeso.

El IMC de las arqueras fue significativamente más alto ($25,14 \pm 2,47 \text{ kg.m}^{-2}$) con relación al de las defensas laterales (con $19,76 \pm 1,04 \text{ kg.m}^{-2}$) con un $p < 0,41$. Lo que se asemeja a un estudio realizado en varones, donde los arqueros tuvieron IMC mayor al de defensas laterales y al de mediocampistas laterales $p < 0,05$, además de otras diferencias posicionales (Lago-Peñas et al., 2011).

Porcentaje de grasa corporal

En cuanto al porcentaje de grasa, el promedio fue de 15,88%, que se encuentra dentro del rango normal para futbolistas mujeres (que va del 13% al 18%), y dentro de parámetros normales para atletas femeninas (14%-20%) determinado por el Consejo Americano del Ejercicio (Velásquez, 2016).

Del total de las deportistas estudiadas, el 69% presentó un porcentaje de grasa dentro de los parámetros normales para futbolistas mujeres (13%-18%); el 20% presentó un porcentaje de grasa mayor al rango, y el 11% obtuvo un porcentaje de grasa menor al rango.

Adicionalmente, otros estudios internacionales hechos en fútbol femenino de primer nivel reportan porcentajes de grasa corporal promedio de $14,9 \pm 5,7\%$, en una investigación en futbolistas checas de élite (Datson et al., 2014), y $20,1 \pm 5,5\%$ en un estudio en España (Sedano et al., 2009). En ambos se aprecia que los porcentajes de grasa se encuentran dentro de los rangos normales para atletas mujeres, similar a lo encontrado en este estudio en futbolistas ecuatorianas.

La diferencia en el porcentaje de grasa corporal entre las medias de los cinco grupos posicionales fue significativa, con un valor $p < 0,038$; pero al comparar entre los grupos individuales no se detectaron diferencias significativas, lo cual podría deberse a que el número de jugadoras estudiadas no fue muy grande. Sin embargo, para tener una referencia internacional, se puede citar un estudio elaborado en el fútbol masculino español a más de 300 futbolistas jóvenes de primera categoría, en el cual se encontró que los defensas centrales presentaron un porcentaje de grasa mayor que los mediocampistas laterales y que los delanteros $p < 0,01$; y los arqueros tuvieron mayor porcentaje de grasa que los mismos volantes laterales y que los delanteros, pero con un $p < 0,05$ (Lago-Peñas et al., 2011).

En contraste, el estudio realizado por Cossio-Bolaños, en Perú, en 68 jugadores profesionales, se concluyó que no existieron diferencias significativas entre posiciones en cuanto a porcentaje de grasa corporal.

Peso graso

El peso graso fue significativamente mayor en las arqueras con $12,43 \pm 2,97$ kg comparado con el de las defensas laterales ($6,43 \pm 0,82$ kg $p < 0,008$) y con el de las volantes ($8,38 \pm 1,95$ kg $p < 0,044$), lo que concuerda con investigaciones realizadas en el balompié

masculino. Así, en un estudio en futbolistas españoles, se demostró que el peso graso de los arqueros fue superior al de los defensas laterales, mediocampistas laterales, y delanteros ($p < 0,01$); y además, el peso graso de los defensas centrales alcanzó un valor superior al de los defensas laterales, mediocampistas centrales y laterales, y delanteros ($p < 0,01$) (Lago-Peñas et al., 2011).

Peso óseo y muscular

En cuanto al peso óseo y muscular, a pesar de que se observaron los valores más altos en las arqueras y los más bajos en las defensas laterales, las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Se puede resaltar el estudio de Lago-Peñas y sus colaboradores, donde señalan que el peso muscular de los arqueros fue significativamente mayor al de los defensas y volantes laterales ($p < 0,01$).

Somatotipo

El grupo estudiado tuvo un somatotipo de 4,47 - 3,96 - 2,05, que constituye un tipo meso-endomorfo o mesomórfico endomorfo, es decir que prevaleció el componente endomorfo; y como se analizó anteriormente, este somatotipo describe a individuos de tipo pícnico, con gran desarrollo de grasa subcutánea. Lo cual no representa el somatotipo ideal para jugadores de fútbol, dominado por la categoría mesomorfa (mayor muscularidad) (Hazir, 2010).

Estudios hechos en equipos de mujeres muestran un componente mesomorfo en mayor proporción, tal como una investigación realizada en futbolistas canadienses de élite, donde se obtuvo un somatotipo medio de $3,0 \pm 0,8$ - $3,9 \pm 0,8$ - $2,58 \pm 1,0$, que corresponde

a endo-mesomorfo, y de igual manera en futbolistas australianas $4,2 \pm 1,3$ - $4,6 \pm 1,0$ - $2,2 \pm 1,2$ (Adhikari et al, 2015). Se remarca así que en el fútbol femenino de alto nivel también prevalece la mesomorfia en la morfología corporal.

Las arqueras, defensas centrales y delanteras presentaron un tipo meso-endomorfo, en tanto que las volantes y defensas laterales presentaron un somatotipo mesomorfo-endomorfo. Sin embargo, no existieron diferencias significativas en cuanto al somatotipo en este estudio, lo que es similar a los resultados encontrados en una investigación durante el campeonato sudamericano de fútbol femenino Sub-17 (Bahamondes, Cifuentes, Lara y Berral, 2012).

VO₂max

La VO₂max media de las jugadoras fue de $45,22 \pm 4,23$ mL/kg/min. En un estudio hecho en la selección inglesa femenina de fútbol, se registraron VO₂max promedio de $48,4 \pm 4,7$ mL/kg/min (Stolen et al., 2011). En un estudio realizado en múltiples equipos femeninos, se concluye que las futbolistas de élite tuvieron valores de VO₂max entre 49,4 y 57,6 mL/kg/min (Datson et al., et al., 2014); lo que indica que la resistencia aeróbica máxima de las futbolistas de este estudio es más baja que la presentada en equipos internacionales profesionales o de alto nivel.

Las defensas laterales alcanzaron los valores más altos de VO₂max, con una media de $46,73 \pm 2,62$ mL/kg/min, seguidas por las volantes (con $46,22 \pm 4,70$ mL/kg/min). Por otra parte, las arqueras tuvieron los menores valores de VO₂max, con $41,45 \pm 3,82$ mL/kg/min. Sin embargo, las diferencias observadas no fueron significativas.

En un estudio hecho en Noruega en fútbol de primer nivel femenino, tampoco se encontraron diferencias significativas en los niveles de $VO_2\text{max}$ entre las distintas posiciones en la cancha, sin embargo los valores medios de $VO_2\text{max}$ fueron mayores a los de este estudio: $51,85 \pm 5,05$ mL/kg/min para las defensas, $55,36 \pm 5,65$ mL/kg/min para las mediocampistas, $52,94 \pm 3,17$ para las delanteras, y $50,70 \pm 4,96$ en las arqueras.

También, en este estudio se señala que las mediocampistas tuvieron valores más altos que las de otras posiciones (Ingebrigtsen et al., 2011). Por otro lado, en un estudio hecho en la primera y la segunda divisiones femeninas de Noruega, se reportó que las mediocampistas alcanzaron una $VO_2\text{max}$ significativamente mayor, en 7,8%, que las arqueras ($p < 0,048$) (Haugen et al, 2014). En investigaciones efectuadas en hombres en la Liga Inglesa Premier League, se reporta que los mediocampistas tienen valores estadísticamente significativos, superiores de $VO_2\text{max}$ que los arqueros, defensas y delanteros; y que los arqueros tuvieron valores menores (Sporis et al., 2009).

En conclusión, se puede resaltar que a pesar de que en el presente estudio no hubo diferencias significativas de $VO_2\text{max}$ entre posiciones, sí se evidenció una tendencia a un $VO_2\text{max}$ más alto en las volantes y defensas laterales. Además, en otros estudios sí se ha establecido esta diferencia posicional, lo cual se podría atribuir a que los mediocampistas alcanzan mayores distancias en el campo de juego que los jugadores de otras posiciones, al ser su función la de apoyar tanto en la defensa como en las maniobras ofensivas (Stolen et al., 2005).

Velocidad

La velocidad media del total de jugadoras fue de $3,50 \pm 0,18$ s en la prueba de 20m, que corresponde a una velocidad menor a la encontrada en la selección australiana de fútbol, de $3,31 \pm 0,11$ s (Stolen et al., 2005).

Se han encontrado diferencias en las actividades de alta velocidad durante un partido en relación con las posiciones de las jugadoras: las defensas centrales son quienes efectúan menos carreras de alta velocidad durante un partido que las mediocampistas y las atacantes; y las delanteras son el grupo que hace la mayor cantidad de carreras a máxima velocidad (Datson et al., 2014).

Estudios en futbolistas varones en pruebas de 5, 20 y 30m señalan que los delanteros son más veloces que los defensas, y que los arqueros son los jugadores más lentos del equipo (Sporis et al., 2009).

Por lo tanto, queda demostrado que pueden existir diferencias posicionales en las demandas fisiológicas y aptitudes físicas entre los futbolistas, y en el presente estudio se esperaba encontrar diferencias entre los grupos de jugadoras.

Los resultados mostraron que las volantes fueron las más veloces, con un promedio de $3,46 \pm 0,22$ s, mientras que las arqueras mostraron el promedio de tiempo mayor con $3,65 \pm 0,21$ segundos; sin embargo las diferencias no fueron significativas. Esto puede deberse a que la muestra fue muy pequeña.

Fuerza

No se encontraron diferencias significativas en fuerza de piernas y abdomen entre los grupos estudiados; sin embargo, se encontró que la fuerza de brazos de las arqueras fue

significativamente mayor que la de las defensas laterales ($p < 0,018$), valorado en la prueba de lanzamiento del balón de 6 libras.

Es importante resaltar que en todas las pruebas de fuerza, las arqueras obtuvieron los mejores resultados, lo que probablemente se deba su mayor peso corporal, peso muscular y peso óseo. Opuestamente, las defensas laterales presentaron la menor fuerza de todos los grupos, fueron también las más livianas, y tuvieron menor peso muscular y peso óseo.

CONCLUSIONES

El objetivo de este estudio consistía en describir el somatotipo y la composición corporal, determinar las capacidades físicas de las participantes, analizar y correlacionar las variables medidas en relación con la posición de juego, establecer si hay diferencias significativas; y posteriormente comparar las variables analizadas con equipos internacionales de alto nivel, a fin de aportar con información científica en este campo de la medicina deportiva y, de esta manera, poder establecer recomendaciones y estrategias para mejorar el rendimiento, la salud y los estándares deportivos del fútbol femenino.

Se encontraron diferencias significativas entre los cinco grupos analizados (arqueras, defensas centrales, defensas laterales, mediocampistas y delanteras) en las variables de peso, IMC, porcentaje de grasa, peso graso, y fuerza de brazos, con $p < 0,05$.

La talla promedio de todas las deportistas participantes fue de $159 \pm 0,86$ cm, y el peso de $55,70 \pm 8,75$ kg.

Las arqueras presentaron un peso de $66,76 \pm 10,61$ kg, que fue significativamente mayor al de las defensas laterales (con $47,26 \pm 4,76$ kg) con un valor $p < 0,006$. El peso de las arqueras también fue mayor al de las volantes $53,95 \pm 6,60$ ($p < 0,04$).

Se encontró un IMC promedio total de $22,05 \pm 2,80$ kg/m², el cual está dentro del rango normal de acuerdo con los parámetros delineados por la OMS.

El IMC de las arqueras fue de $25,14 \pm 2,47$ kg/m², que representa sobrepeso, y fue más alto que el de las defensas laterales (con $19,76 \pm 1,05$ kg/m²) con un $p < 0,41$.

Además, aunque la mayoría de jugadoras de las distintas posiciones presentaron valores normales de IMC, el 60% de las arqueras presentaron sobrepeso. Esto podría

deberse a que no se realiza un entrenamiento ni una dieta adecuados en este grupo de jugadoras.

El porcentaje de grasa promedio fue de 15,88%, que se encuentra dentro del rango normal para futbolistas mujeres (que va del 13 al 18%).

Del total de las participantes, el 69% presentó un porcentaje de grasa dentro de los parámetros normales, el 20% presentó un porcentaje de grasa mayor al rango, y el 11% obtuvo un porcentaje de grasa menor que el del rango.

Además, de manera similar a lo que sucede con el IMC, el 60% de las arqueras tiene un porcentaje de grasa corporal por encima de los parámetros normales, y solo un 40% se encuentra dentro del rango normal para futbolistas mujeres.

Todo esto evidencia que no hay un control óptimo de la alimentación y de las rutinas de ejercicio, puesto que se están analizando grupos de deportistas de la máxima categoría posible en el país y se esperaría alcanzar valores óptimos de porcentaje de grasa, IMC, entre otros.

El peso graso fue significativamente mayor en las arqueras con $12,43 \pm 2,97$ kg en relación con el de las defensas laterales ($6,43 \pm 0,82$ kg $p < 0,008$) y el de las volantes ($8,38 \pm 1,95$ kg $p < 0,044$).

El grupo estudiado tuvo un somatotipo promedio de 4,47 3,96 2,05, que constituye un tipo meso-endomorfo. Es decir, dominó el tipo endomorfo.

Esto indica que el somatotipo encontrado tiene un mayor componente endomorfo, es decir, con características pícnicas y con mayor grasa subcutánea, lo cual va en contra

del somatotipo establecido para la mayoría de deportistas y en especial para futbolistas de alto nivel.

Tal como se ha demostrado en varias investigaciones en futbolistas de élite a nivel internacional, en hombres y mujeres predomina el componente mesomorfo, el cual es ideal para este tipo de deportistas y representa una mayor muscularidad.

La capacidad aeróbica máxima de las futbolistas de este estudio fue inferior a la presentada en equipos internacionales de alto nivel ($VO_2\text{max}$ de $45,22 \pm 4,23$ mL/kg/min). Esto probablemente se podría deber a la falta de profesionalización del fútbol femenino en el país, lo cual lleva a que las jugadoras no puedan cumplir con programas ni planes óptimos de entrenamiento, por falta de tiempo dedicado a la actividad deportiva y/o por falta de recursos. En consecuencia, esto se ve reflejado en el rendimiento, con resultados pobres en las pruebas de capacidades tanto físicas como de resistencia.

La fuerza de brazos de las arqueras fue significativamente mayor que la de las defensas laterales ($p < 0,018$).

La velocidad en la prueba de 20m fue de $3,50 \pm 0,18$ s, lo que muestra que las deportistas estudiadas son más lentas en promedio que las jugadoras de equipos femeninos de élite internacionales.

Finalmente, las jugadoras presentaron una flexibilidad de espalda baja y de los músculos isquiotibiales buena, de acuerdo con los parámetros internacionales respectivos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda, ante todo, para futuros estudios aumentar el tamaño de la muestra a fin de conseguir resultados más detallados y precisos, e incluir a más equipos de otras regiones del país para tener resultados más generalizables y significativos.

Se recomienda además utilizar datos de mediciones frecuentes de la composición corporal para desarrollar programas de entrenamientos específicos.

En las participantes de este estudio se obtuvo un somatotipo con mayores rasgos de endomorfismo, se encontró sobrepeso, en especial en las arqueras (quienes además presentaron un mayor porcentaje de grasa corporal y de peso graso).

Sería conveniente, entonces, elaborar programas nutricionales y de ejercicio dirigidos a reducir la grasa corporal a la vez que mantengan o incrementen la masa muscular, con el objeto de prevenir lesiones por sobrecarga y alcanzar una composición corporal más equilibrada y óptima para la práctica del fútbol a este nivel de competición. Por ejemplo, para una jugadora que tenga elevada grasa corporal, se debería incrementar la duración del ejercicio aeróbico, y disminuir el intervalo de descanso para incrementar la demanda metabólica y el gasto energético; además, se puede reducir la ingesta calórica principalmente reduciendo grasas saturadas e hidratos de carbono simples (Miller, 2016).

Luego de analizar los resultados de las capacidades físicas; VO_2 max y velocidad, que fueron inferiores a los de equipos internacionales de primera categoría, se puede recomendar enfocar el trabajo en estas áreas con miras a obtener un mejor rendimiento.

No existen protocolos estandarizados en jugadores de fútbol para medir la fuerza, de modo que resulta difícil comparar entre estudios. Sin embargo, para futuras investigaciones se podría realizar pruebas de fuerza de miembros inferiores con pruebas de salto vertical, tal como el “squad jump” o el salto contra resistencia (CMJ, por sus siglas en inglés), ya que hay mayor número de trabajos que utilizan esta prueba.

De igual manera, se aconseja realizar el “Yo-yo test” para la medición del $VO_2\text{max}$ en campo; o, si se cuenta con más recursos, se puede incluir pruebas en laboratorio como la prueba de esfuerzo (en caminadora o cinta rodante), ya que hay más investigaciones internacionales con este tipo de pruebas.

Mediante la mejora de la nutrición y la implementación de planes de entrenamiento dirigidos a las necesidades de cada jugadora y del equipo, como se discutió inicialmente en este estudio, se puede modificar la composición corporal, el somatotipo y las capacidades físicas, lo cual, ulteriormente, va a generar mejores resultados en la salud y en el rendimiento de las deportistas.

REFERENCIAS

- Adhikari, A., Nugent J. (2014). Anthropometric characteristic, body composition and somatotype of Canadian female soccer players. *American Journal of Sport Science*, 2(6-1), pp. 14-18. doi: 10.11648/j.ajss.s2014020601.13
- Almagia, A., Rodríguez, F., Barraza, F., Lizana, P., Jorquera, C. (2008). Perfil Antropométrico de Jugadoras Chilenas de Fútbol Femenino International. *Journal Morphology*, 26(4), 817-821
- American College of Sports Medicine (2017) ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 10th edition, Wolters Kluwer.
- Bahamondes, C. Cifuentes, B., Lara, E. y Berral, F. (2012). Composición corporal y somatotipo en fútbol femenino Campeonato Sudamericano Sub 17. *International Journal of Morphology*, 30(2), 450-460. doi: 10.4067/s0717 -95022012000200016
- Boone, J., Vaeyens, R., Steyaert, A., Bossche, L., Bourgois, J. (2012). Physical fitness of elite Belgian soccer players by player position. *Journal of Strength and Conditioning Research* 26(8), 2051-2057.
- Bazán, E. (2014). Bases fisiológicas del ejercicio. España: Editorial Paidotribo.
- Canda, A., (2003). *Variables Antropométricas de la Población Deportista Española*. Consejo Superior de deportes. España pp. 130
- Carter, J. (2002). The Heath-Carter Anthropometric Somatotype. Department of Exercise and Nutritional Sciences Somatotype. Instruction Manual, San Diego.
- Cossio Bolaños, M., Portella, D., Hespanhol, J., Fraser, N., De Arruda, M. (2012). Body Size and Composition of the Elite Peruvian Soccer Players. *Journal of Exercise Physiology Online* 15(3) , 30-38
- Datson, N., Hulton, A., Andersson H., Lewis, T., Weston, M., Drust, B., y Gregson, W. (2014). Applied Physiology of Female Soccer: An Update. *Sports Medicine*, 44(9), 1225-40.
- Davis, J., y Brewer, J. (1993). Applied Physiology of Female Soccer. *Sports Medicine*, 16(3), 180-189.
- Daza, J. (2007). Evaluación Clínico Funcional del Movimiento Corporal Humano. Colombia: Editorial Panamericana. pp. 211, 229, 854, 866, 867-887, 901, 907, 908, 909 910 929 930

- Garrido C. R., González M., García V. M., y Expósito I., (2005). Correlación entre los componentes del somatotipo y la composición corporal según fórmulas antropométricas. Estudio realizado con 3092 deportistas de alto nivel. Introducción. *Revista Digital Buenos Aires*, 10 (82). Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd84/somato.htm>
- Guevara, W. (2015). *Estudio piloto del estado nutricional en deportistas élite de atletismo del Programa de Alto Rendimiento que pertenecen a la Federación Ecuatoriana de Atletismo, año 2014*. (Tesis de maestría). Universidad San Francisco de Quito, Quito Ecuador.
- Haugen, T., Tønnessen, E., Hem, E., Leirstein, S., y Seiler, S., (2014). VO2max Characteristics of Elite Female Soccer Players, 1989-2007. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 515- 521.
- Hazir, T. (2010). Physical Characteristics and Somatotype of Soccer players according to Playing Level and Position. *Journal of Human Kinetics*. Volumen 26, 83 - 95
- Hoare, D.G., Warr, C. R. (2000). Talent identification and women's soccer: An Australian experience, *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 751-758, DOI: 10.1080/02640410050120122
- Ingebrigsten J, Dillern T, Shalfawi SA . (2011). Aerobic capacities and anthropometric characteristics of elite female soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Dec; 25 (12) 3352-7
- International Society for the advancement of Kinanthropometry (Sin fecha) ¿Qué es ISAK? Recuperado de <http://www.isak.global/>
- Kent, M. (2003). *Diccionario Oxford de Medicina y Ciencias del Deporte* Barcelona:Editorial Paidotrib. pp. 709-710
- Kunz, M., (Sin fecha) 265 millones juegan fútbol. *FIFA magazine* Gran censo 2006. Recuperado de https://es.fifa.com/mm/document/fifafacts/bcoffsurv/smaga_9472.pdf
- Lago Peñas, C., Casais, L., Dellal, A., Rey, E., Domínguez, E. (2011) Anthropometric and Physiological Characteristics of Young Soccer Players According to their playing Positions: Relevance for Competition Success. *Journal of strength and conditioning research*. 25(12), 3358 - 3367
- Lentini, A. N. Cardey, L. M. Aquilino, G. & Dolce, P. (2006). Estudio somatotípico en deportistas de alto rendimiento de Argentina. *Journal*. Recuperado de <https://g-se.com/es/antropometria/articulos/estudio-somatotipico-en-deportistas-de-alto-rendimiento-de-argentina-738>

- León, H., Sánchez, A., Ramírez, J. (2011). Demandas fisiológicas y psicológicas en el fútbol. *Revista de investigación cuerpo, cultura y movimiento*, 1(2) 41-45.
- Marfell Jones, M., Olds, T., Stewart, A., Carter, L. (2008). Estándares Internacionales para la Evaluación Antropométrica ISAK (Córdoba, S., Vicente, A., trad.). Australia:La Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría.
- Marqués, M. Izquierdo, M., Gabbett, T., Travassos, B., Branquinho, L., Tillaar, R. (2016). Physical fitness profile of competitive young soccer players: Determination of positional differences. *International Journal of Sports Science & Coaching* 11(5), 693-701.
- Martínez, V., Niessen, M., Hartmann, U. (2014). Women's football: Player characteristics and demands of the game. *Journal of Sport and Health Science*, 3 (4), 258- 272
- Matkovi, B., Misigoj-Durakovic, M., Matkovic, B., Jankovic, S. Ruzic, L.1, Leko, G. y Kondric, M. 2 (2003).Morphological Differences of Elite Croatian Soccer Players According to the Team Position. *Original scientific paper*, 27(1) 167-174.
- Miller, T. (2016) Guía de Pruebas y Evaluaciones de la NCSA, *Paidotribo*, 1era edición, España
- Moreno, C. (2003). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Consejo Superior de Deportes.
- Mujika, L., Santisteban, J., Impellizeri, FM., Castagna C. (2009). Fitness determinants of success in men's and women's football. *Journal Sports Science*. Jan 15, 27 (2), 107 - 114
- Platonov (2001). Teoría general del entrenamiento deportivo Olímpico. Barcelona:Paidotribo p. 479
- Powers, S., Howley, E. (2014). Fisiología del ejercicio Teoría y aplicación a la forma física y al rendimiento. España: Editorial Paidotribo. pp. 410-418
- Pottejger, J. (2014). ACMS's Introduction to Exercise Science. Philadelphia: Ed Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins pp. 9-15
- Reilly, T. Bangsbo, J. y Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 669-683, DOI: 10.1080/02640410050120050

- Rodríguez, X., Castillo, O., Tejo, J., Rozowski, J. (2014). Somatotipo de los deportistas de alto rendimiento de Santiago. *Revista chilena de nutrición*, 1(41), 29-39. doi: 10.4067/s0717-75182014000100004
- Santana, S., Espinosa A. (2003) Composición corporal *Acta Médica* 11(1), 26-37
Recuperado de http://bvs.sld.cu/revistas/act/vol11_1_03/act05103.htm
- Sedano, S., Vaeyens, R., Philippaerts, R.M., Redondo J.C., Cuadrado, G. (2009). Anthropometric and anaerobic fitness profile of elite and non-elite female soccer players. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 49(4), 387-394
- Sporis, G., Jukic, I., Ostoji, SM., Milanovic, D. (2009). Fitness Profiling in Soccer: Physical and Physiologic Characteristics of Elite Players. *Journal of strength and conditioning research*, oct 23(7), 1947 - 1953
- Stewart, A., Marfell Jones, M., de Ridder, H. (2011). Protocolo internacional para la valoración antropométrica. United Kingdom:ISAK
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., Wisloff, U. (2005). Pysiology of Soccer An Update. *Sports Medicine*, 35 (6), 501-536
- Sutton, L., Scott, M., Wallace, J., Reilly, T. (27 de agosto de 2009). Body composition of English Premier League soccer players: influence of playing position, international status, and ethnicity, *Journal of Sports Sciences*, 27(10), 1019 -1026.
DOI:10.1080/02640410903030305
- Velásquez, O. (2016). Antropometría Curvas y Tablas Estándares de Crecimiento OMS Colombia:Editorial Heath Books. Edición latinoamericana p. 408
- Whitney, E. y Rolfes, S. (2008). Understanding Nutrition. USA:Editorial Thomson. Onceaba edición pp. 258-265
- Whitney, E. y Rolfes, S. (2016) Understanding Nutrition. USA:EditorialCengage Learning. Decimocuarta edición p.246
- Wilmore, J. & Costill, D. (2007). *Fisiología del esfuerzo y del deporte* 6ta edición. España pp. 491- 501.
- Ayala, comunicación personal, 13 de junio de 2017.