

**VARIACIONES EN EL CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO EN DOS  
DIFERENTES ALTURAS CON JÓVENES ENTRE 16 Y 18 AÑOS, QUE  
PRACTICAN EL DEPORTE DEL FÚTBOL EN EL MUNICIPIO DEL PATÍA -  
CAUCA, AÑO 2011**

**GILMAR ANDRÉS CAMPO GARCÍA**

**NATHALIE ESPINOSA NOGUERA**

**NORBERTO HERNANDO HUERTAS VARGAS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN**

**PROGRAMA LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN  
EDUCACIÓN FÍSICA, RECREACIÓN Y DEPORTES**

**POPAYÁN**

**2012**

**VARIACIONES EN EL CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO EN DOS  
DIFERENTES ALTURAS CON JÓVENES ENTRE 16 Y 18 AÑOS, QUE  
PRACTICAN EL DEPORTE DEL FÚTBOL EN EL MUNICIPIO DEL PATÍA -  
CAUCA, AÑO 2011**

**GILMAR ANDRÉS CAMPO GARCÍA**

**NATHALIE ESPINOSA NOGUERA**

**NORBERTO HERNANDO HUERTAS VARGAS**

**Trabajo de Investigación**

**Dir. Especialista. Carlos Ignacio Zúñiga López**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN**

**PROGRAMA LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN  
EDUCACIÓN FÍSICA, RECREACIÓN Y DEPORTES**

**POPAYÁN**

**2012**

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

---

Director

---

Jurado

---

Jurado

Popayán 29 de marzo de 2012

!

*A Dios: Con el corazón rebosante de alegría primeramente quiero honrar con este trabajo, que representa la culminación de más de cinco años de esfuerzo, lágrimas y altibajos, a quien merece toda la gloria y alabanza, mi Virgen de las Lajas. Tú madre lo hiciste todo posible. A ti te entregué mi carrera, me guiaste de regreso al camino correcto en momentos cuando lo creí todo perdido, me fortaleciste, me renovaste, por esto y mucho más, gracias*

*Madre María, gracias por interceder, gracias por confortarme. A mis padres y hermana: Nelson Arcenio Campo, Luz Mila García y Ruth Viviana Campo por contribuir en cuanto les fue posible para hacer de mí el hombre que soy hoy día, por sus consejos, por sus incontables sacrificios, por sus valores y por ayudarme alcanzar mis metas personales y académicas.*

*A mis hijas Sofía e Isabella Campo: Por ser mi fuente principal de inspiración, por motivarme, por apoyarme en todo el transcurso de esta carrera, por ser el motor que me mueve día a día a ser mejor persona, a dar lo mejor de mí, por ser mi razón de existir, por ser mi soporte, por contagiarme de optimismo, por enjugar mis lágrimas y por hacerme sonreír. Este éxito no es solo mío, es también de ustedes hijas. Gracias Katherine por regalármelas, y por ser ese pilar de apoyo hacia la crianza de ellas, cuando yo no pude estar.*

*A todos mis profesores, amigos colegas Sílvia, Natha, Beto y personas que colocaron un granito de arena en este trabajo de grado, mil y mil gracias, Dios le pague.*

*GILMAR ANDRÉS CAMPO GARCÍA.*

*Gracias a Dios, por estar siempre a mi lado y no permitirme  
rendirme ante las dificultades.*

*A mi padre, quien en vida luchó para que terminara mi carrera  
con éxito, y solo espero que donde quiera que esté pueda celebrar este  
logro conmigo.*

*A mi madre, por ser mi compañera en las buenas y en las malas.*

*A mis hermanas, por su paciencia, sabiduría y amistad y por  
enseñarme a enfrentar la vida con valentía.*

*A John, por su amor y amistad incondicional.*

*A mis profesores, porque me enseñaron lo necesario no solo para  
ejercer como docente, sino como persona.*

*A mis compañeros por brindarme su valioso tiempo y compartir  
tantos ratos agradables en nuestra carrera como estudiantes.*

*A todos mil y mil gracias por estar siempre a mi lado.*

*NATHALIE ESPINOSA NOGUERA.*

*No puedo simplemente agradecer, es de mayor honor reconocer el incalculable esfuerzo, dedicación y paciencia de quienes me dieron la vida, de quienes me dieron todo sin esperar nada a cambio, y luego uno desde la tierra y otra desde el cielo, me dieron la fortaleza suficiente para alcanzar esta meta y superar mi reto.*

*NORBERTO HERNANDO HUERTAS VARGAS.*

## CONTENIDO

	pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
<b>1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>14</b>
<b>1.1 PROBLEMA</b>	<b>17</b>
<b>1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>18</b>
<b>1.3 CONTEXTO SOCIOCULTURAL</b>	<b>18</b>
<b>1.4 ANTECEDENTES</b>	<b>23</b>
<b>1.4.1 Antecedentes internacionales</b>	<b>23</b>
<b>1.4.2 Antecedentes nacionales</b>	<b>25</b>
<b>1.4.3 Antecedentes locales</b>	<b>27</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>29</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>31</b>
<b>3.1 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>31</b>
<b>3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>31</b>
<b>4. MARCO TEÓRICO</b>	<b>32</b>
<b>4.1 DEPORTE</b>	<b>32</b>
<b>4.1.1 Fútbol</b>	<b>33</b>
<b>4.2 CONDICIÓN FÍSICA</b>	<b>33</b>

<b>4.2.1 Resistencia</b>	<b>36</b>
<b>4.2.1.1 Resistencia Aeróbica</b>	<b>37</b>
<b>4.3 CONSUMO DE OXÍGENO</b>	<b>37</b>
<b>4.3.1 Consumo Máximo de Oxígeno</b>	<b>38</b>
<b>4.3.2 Clasificación del consumo máximo de oxígeno</b>	<b>40</b>
<b>4.4 PESO CORPORAL</b>	<b>41</b>
<b>4.5 EDAD CRONOLÓGICA</b>	<b>41</b>
<b>4.6 ESTATURA</b>	<b>41</b>
<b>4.7 ALTITUD</b>	<b>42</b>
<b>4.7.1 Clasificación de la altitud</b>	<b>42</b>
<b>4.7.1.1 Baja altitud</b>	<b>43</b>
<b>4.7.1.2 Media altitud</b>	<b>43</b>
<b>4.7.1.3 Alta altitud</b>	<b>43</b>
<b>4.7.1.4 Muy alta altitud</b>	<b>43</b>
<b>4.8 PRESIÓN PARCIAL DE OXÍGENO</b>	<b>44</b>
<b>4.9 ENTRENAMIENTO DEPORTIVO</b>	<b>47</b>
<b>4.10 HIPÓTESIS</b>	<b>48</b>
<b>5. METODOLOGÍA</b>	<b>48</b>
<b>5.1 LOS ESTUDIOS DESCRIPTIVOS</b>	<b>50</b>
<b>5.2 ESTUDIOS CORRELACIONALES</b>	<b>50</b>



<b>5.3 INVESTIGACIÓN TRANSVERSAL</b>	<b>51</b>
<b>5.4 VARIABLES</b>	<b>51</b>
5.4.1 Variables dependientes	51
5.4.2 Variables independientes	51
5.4.3 Variables intervinientes	51
<b>5.5 POBLACIÓN</b>	<b>51</b>
5.5.1 Muestra	52
<b>5.6 CRITERIOS DE INCLUSIÓN</b>	<b>52</b>
<b>5.7 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN</b>	<b>52</b>
<b>5.8 ASPECTOS ÉTICOS</b>	<b>52</b>
<b>5.9 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b>	<b>52</b>
5.9.1 Técnicas	52
5.9.2 Instrumentos	53
5.9.2.1 Implementos	53
<b>6. ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>53</b>
6.1 CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO: TEST DE LEGGER	54
6.2 CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO: TEST DEL BANCO	57
<b>7. DISCUSIÓN</b>	<b>60</b>
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>66</b>
<b>9. RECOMENDACIONES</b>	<b>67</b>

**10. BIBLIOGRAFÍA**

**69**

**ANEXOS**

**72**

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>TABLA N° 1. Valoración del VO<sub>2</sub> Máx. en adolescentes entre 13 y 19 años según Cooper, 1982 (valores en ml/kg/min.)</b>	<b>40</b>
<b>TABLA N° 2. Relación: Altitud y Presión Parcial de Oxígeno</b>	<b>46</b>
<b>TABLA N° 3. Consumo máximo de oxígeno (ml.kg.min), obtenido mediante el test de legger aplicado en los corregimientos de Patía y Pilimbalá</b>	<b>54</b>
<b>TABLA N° 4. Consumo máximo de oxígeno (ml.kg.min) obtenido mediante el test del banco aplicado en los corregimientos de Patía y Pilimbalá</b>	<b>57</b>

## LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
<b>GRÁFICA Nº 1. Mapa del departamento del Cauca</b>	<b>20</b>
<b>GRÁFICA Nº 2. Mapa del municipio de Puracé</b>	<b>22</b>
<b>GRÁFICA Nº 3. Clasificación de la altitud</b>	<b>43</b>
<b>GRÁFICA Nº 4. Fisiopatogenia de la altitud</b>	<b>47</b>
<b>GRÁFICA Nº 5. Consumo máximo de oxígeno (ml.kg.min) obtenido mediante el test de legger aplicado en los corregimientos de Patía y Pilimbalá</b>	<b>55</b>
<b>GRÁFICA Nº 6. Consumo máximo de oxígeno (ml.kg.min) obtenido mediante el test del banco aplicado en los corregimientos de Patía y Pilimbalá</b>	<b>58</b>

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO 1. Datos frecuencia cardiaca</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO 2. Operacionalización de variables</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO 3. Protocolo del test de Legger</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO 4. Protocolo del test del Banco</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO 5. Ficha de registro de datos: test de Legger</b>	<b>78</b>
<b>ANEXO 6. Ficha de registro de datos: test del banco</b>	<b>79</b>

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se logró comprobar las variaciones de la capacidad del consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  Máx.) en diferentes altitudes, en jóvenes deportistas que practican fútbol de manera recreativa, los cuales son estudiantes que pertenecen a la comunidad Afropatiana de la Institución Educativa Capitán Bermúdez del corregimiento del Patía, Municipio de Patía, trabajo de investigación que se denomina “variaciones en el consumo máximo de oxígeno en deportistas juveniles del municipio del Patía - Cauca, al realizar dos test físicos en dos diferentes alturas”.

Este trabajo de investigación, fue realizado en dos Municipios del Departamento del Cauca, los cuales presentan dos diferentes alturas sobre el nivel de mar, siendo uno de ellos el corregimiento del Patía, municipio del Patía, que tiene una altitud de 910 msnm y en el corregimiento de Pilimbalá, municipio de Puracé con una altitud de 3471 msnm, lugares en los cuales se aplicaron el test de Legger y el test de Banco a 12 deportistas no altamente entrenados; esto con el fin de recolectar información acerca del  $VO_2$  Máx., que permitió responder a las hipótesis planteadas en este trabajo.

Teniendo en cuenta lo mencionado y algunos otros puntos que se expresan a lo largo de este documento, este proyecto se desarrolló como una investigación de enfoque cuantitativo, descriptivo, de corte transversal, que permitió encontrar las variaciones del consumo máximo de oxígeno en diferentes alturas en jóvenes Afropatianos que practican el fútbol, y buscando en ello poder aportar información necesaria, para el entrenador de este grupo de deportistas, demás entrenadores e investigadores interesados en el entrenamiento en la altura, sabiendo que este ha sido un tema de interés para quienes se mueven en la práctica deportiva y que no han podido comprender como varía el consumo de oxígeno en alturas extremadamente altas sobre el nivel del mar.

## **1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Colombia es un país con una gran variedad de fauna, flora, minerales, hidrografía, topografía, que hace que sea multicultural y multiétnica en todo su territorio y que la hace un país de grandes contrastes. Esta variedad en la topografía colombiana, hace que esté dividida en regiones tales como: Andina, Orinoquia, Pacífica, Amazónica y Caribe. Dentro de la región andina, está localizado el departamento del Cauca, el cual presenta una gran variedad de pisos térmicos los cuales sirven en la producción de un sinnúmero de productos agrícolas que a diario se consumen en la canasta familiar colombiana. Esas diferentes clases de alturas que presenta el departamento del Cauca, permite que sea interesante y llame la atención en la utilidad que puede tener la altura, en programas de entrenamiento para los deportistas del Cauca y en este caso del Patía.

Justamente, se sabe que el deporte que goza de más popularidad en el mundo es el fútbol, y el porqué de la popularidad de este deporte, es casi como preguntarse de donde surge realmente, pues hay muchas culturas que sugieren haberle dado origen a este deporte tan difundido mundialmente.

En la actualidad, la mayoría de la población infantil y juvenil que inicia en este deporte ve en él, una gran posibilidad de salir adelante, y dejar atrás los múltiples problemas sociales que enfrentan por las difíciles circunstancias que a diario se ven en sus contextos; como la violencia intra-familiar, guerra de pandillas, desempleo, entre otras situaciones. Esto sumado a la falta de oportunidades, que el mismo gobierno crea.

Ahora bien, en el municipio del Patía departamento del Cauca, donde se practica el fútbol por muchos niños, jóvenes y adultos de una manera recreativa y también competitiva, cabe la posibilidad que posean los mismos anhelos y más aún cuando los medios de comunicación constantemente mencionan los sueldos exorbitantes que un jugador de talla mundial puede llegar a ganar. Aunque en ningún momento se está afirmando que los móviles para los jóvenes que

pertenecen al equipo de fútbol del colegio sean netamente económicos. En cuanto a los integrantes del equipo fueron jóvenes que oscilaban entre los 16 y 18 años aproximadamente, y son población afro- descendientes de género masculino.

Igualmente, es necesario resaltar el valor que tiene el máximo consumo de oxígeno ( $VO_2$  Máx.) en el progreso de un futuro deportista que está en aras de mejorar su nivel competitivo. Actualmente es bien sabido que para el jugador es importante desarrollar un excelente  $VO_2$  Máx., ya que este le va a permitir tener un mejor desempeño en el entrenamiento, durante los torneos, y después de las respectivas competencias a las cuales estos estén pensando participar o en las que estén participando.

Así mismo hay otros factores que también influyen en el comportamiento del  $VO_2$  Máx.:

Es muy variable entre individuos, y depende fundamentalmente de la dotación genética, la edad, sexo, el peso y el grado de entrenamiento o de condición física. La condición aeróbica está en gran parte determinada genéticamente: la herencia puede condicionar hasta el 70% del  $VO_2$  Máx., dependiendo sólo un 20 % del entrenamiento.  
Chicharro (1995:213)

Se puede ver que hay un porcentaje que posiblemente se puede mejorar a través del entrenamiento. Pero también es muy claro este autor, cuando aclara que el tener un excelente  $VO_2$  Máx. no solamente va a depender de tener un excelente entrenador, preparador físico, actitud y aptitud. Sino que va más allá de contar con un grupo interdisciplinario para que él o los deportistas obtengan los resultados esperados por un cuerpo técnico de cualquier equipo de fútbol, o de cualquier otro deporte. Y es aquí donde la herencia genética juega un papel muy importante para determinar si esa o esas personas van a obtener resultados muy buenos en el desarrollo de la disciplina deportiva que estos hayan escogido. Además es importante saber que la genética es aquella que nos va a proporcionar un



genotipo, ya sea ectomórfico, mesomórfico o endomórfico, aunque generalmente hay combinación de dos de los tres genotipos en un individuo. Por consiguiente lo anterior explica la relevancia de la herencia genética a la hora de entender el porqué de la facilidad de algunas personas para realizar ciertos deportes en general o uno específicamente hablando.

Aunque también, debemos tener en cuenta que el entrenamiento deportivo permite un 20 % de mejoría en el desarrollo de algún deporte:

El entrenamiento deportivo debe entenderse como un proceso en el cual el deportista es sometido a cargas conocidas y planificadas, las cuales provocan en él una fatiga controlada que, después de los adecuados procesos de recuperación, permite alcanzar niveles de rendimiento superiores. Bennassar, Campomar y col. (2007: 447-448).

De acuerdo con la anterior definición de entrenamiento deportivo, sería interesante que se tuvieran en cuenta otros factores mediante los cuales se puede generar, y alcanzar esos niveles de rendimiento superiores en los deportistas. Uno de esos factores que generalmente poco uso se le está dando en estos procesos y al cual es posible acceder fácilmente en el departamento del Cauca, es la altura.

Aunque según la revisión bibliográfica que se realizó en el departamento del Cauca y sus diferentes universidades, solamente hay una investigación relacionada con el  $VO_2$  Máx. en altura, lo cual demuestra que es un campo en este departamento muy poco explorado, aun sabiendo de los beneficios que esto traería en un plan de entrenamiento para un grupo de deportistas que entrenan específicamente el deporte del fútbol. De esta manera, fue muy interesante tener en cuenta la altura como un medio para mejorar el rendimiento deportivo en este grupo de futbolistas.

## 1.1 PROBLEMA

El fútbol es uno de los deportes que goza de más popularidad en el mundo, sin importar la edad, género, estrato social entre otras situaciones, es simplemente un deporte que es capaz de mover masas (grandes cantidades de personas), y esto generalmente es algo que no se cuestiona, por algo es conocido como el deporte rey. Esta popularidad también se hace evidente en el municipio del Patía, donde es practicado y entrenado por muchas personas entre jóvenes, niños y adultos. Que a su vez aleja probablemente de problemas sociales, familiares, personales, etc., a las personas que lo entrenan y lo practican.

Ahora bien, entrando un poco más en los jóvenes que entrenan fútbol en la institución Capitán Bermúdez del corregimiento del Patía, municipio del Patía, y teniendo en cuenta que es un equipo que constantemente está participando de torneos y campeonatos tanto en la ciudad de Popayán, como la ciudad de Pasto, es importante rescatar el valor que tiene el desarrollo del  $VO_2$  Máx. en este deporte que compete a esta investigación. Más aun cuando el municipio del Patía se encuentra a una altura aproximada de 910 metros de altura sobre el nivel del mar, en comparación a la ciudad de Pasto que está a una altura aproximada de 2559 metros a nivel del mar.

Lo anterior, nos indica que estas dos ciudades están muy por encima de la altura que presenta el municipio del Patía, lo que nos lleva a pensar en las desventajas que el equipo de fútbol tiene cuando se dirige a estos contextos de mayor altitud, a la del Patía. Por lo anterior, fue de suma importancia el valor que le dimos a las respuestas fisiológicas que tiene el organismo al realizar test físicos en altura para que se de esta manera se tenga un referente para el entrenamiento y así obtener mejores resultados en cuanto al comportamiento del  $VO_2$  Máx. en los futbolistas que integran el equipo de fútbol del colegio Capitán Bermúdez del municipio del Patía.

## **1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuáles son las variaciones en el consumo máximo de oxígeno en dos diferentes alturas con jóvenes entre 16 y 18 años que practican el deporte del fútbol en el municipio del Patía –cauca, año 2011?

## **1.3 CONTEXTO SOCIOCULTURAL**

El municipio de Patía, Departamento del Cauca se constituye en un sector privilegiado. Este Valle está bañado por los ríos Patía y Guachicono, encontrándose en medio de dos majestuosas cordilleras: la occidental y la central. Además es una tierra de afros y mestizos, donde se encuentran diversas idiosincrasias.

La agricultura en la región se fundamenta en un número importante de productos como el maíz, café, caña panelera, papaya, cítricos, sandía, lulo, maracuyá, zapallo, hortalizas, frijol, yuca, plátano, mango, guayaba. También se debe tener en cuenta que una de las principales fuentes de economía de la región es la ganadería<sup>1</sup>.

En este trabajo investigativo participaron 12 estudiantes de la Institución Educativa Capitán Bermúdez del municipio del Patía, que practican fútbol de manera recreativa. Teniendo en cuenta la producción agrícola de esta región y teniendo como referencia la investigación realizada por las estudiantes de la Universidad del cauca Alexandra Flórez, Yecsika Ramírez y Shirley Velasco, sobre la caracterización antropométrica de los y las estudiantes afropatianos de los grados octavo y noveno de la institución educativa Capitán Bermúdez del municipio de Patía (2010), pudimos deducir que la alimentación de los evaluados es balanceada por lo cual esta población se caracteriza por tener buenos deportistas,

---

<sup>1</sup> Fuente: <http://patia-cauca.gov.co/index.shtml>.: GOBERNACIÓN DEL CAUCA. Consulta: 26/02/2011. Hora: 2:32 pm.

además este grupo pertenece a la etnia afrocolombiana, lo que indica un aumento en su masa corporal, igualmente son estudiantes que practican el deporte del fútbol de manera recreativa.

La altura sobre el nivel del mar de este municipio es relativamente baja encontrándose a 910 msnm, por lo cual la densidad del aire es más compacta, lo que le permite a los deportistas consumir oxígeno fácilmente y de esta manera prolongar la aparición de la fatiga en el organismo.

Por el contrario el corregimiento de Pilimbalá que se encuentra a 3471 msnm, determina una gran diferencia respecto al municipio del Patía, en el cual viven los evaluados. De esta manera las pruebas de esfuerzo que se realizaron en Pilimbalá, llevaron a los deportistas a un agotamiento físico más rápido, porque en este lugar las partículas de oxígeno están más dispersas, lo que lleva al organismo hacer un mayor esfuerzo para la obtención del oxígeno necesario para la realización de los test.

Los deportistas evaluados no son altamente entrenados, es decir no tienen un plan de entrenamiento bien estructurado que les permita mejorar sus capacidades condicionales, entre estas la resistencia, la cual es una de las capacidades más importantes para el rendimiento físico y para medir la capacidad aeróbica máxima.

## Gráfica N° 1 Mapa del departamento del Cauca



Así mismo fue necesario conocer un poco acerca del corregimiento de Pilimbalá, municipio de Puracé donde se realizaron las pruebas de esfuerzo físico.

Este corregimiento hace parte del parque nacional natural Puracé (PNN) el cual está localizado en el Macizo Colombiano, repartido entre los departamentos de: Huila, municipios de: La Plata, La Argentina, Saladoblanco, Isnos, San Agustín; y Cauca, municipios de: Inzá, Totoró, Puracé, La Vega, San Sebastián y Santa Rosa. Entre los datos generales del parque encontramos que tiene una extensión de 83000 hectáreas, una altura: entre 2600 y 5000 msnm. El clima es Frío – Paramo; la temperatura se encuentra entre 3 y 8°C; su creación fue en el año 1975; entre sus ecosistemas está el bosque andino y paramo; en este sitio se pueden realizar actividades tale como Senderismo, observación de fauna y flora

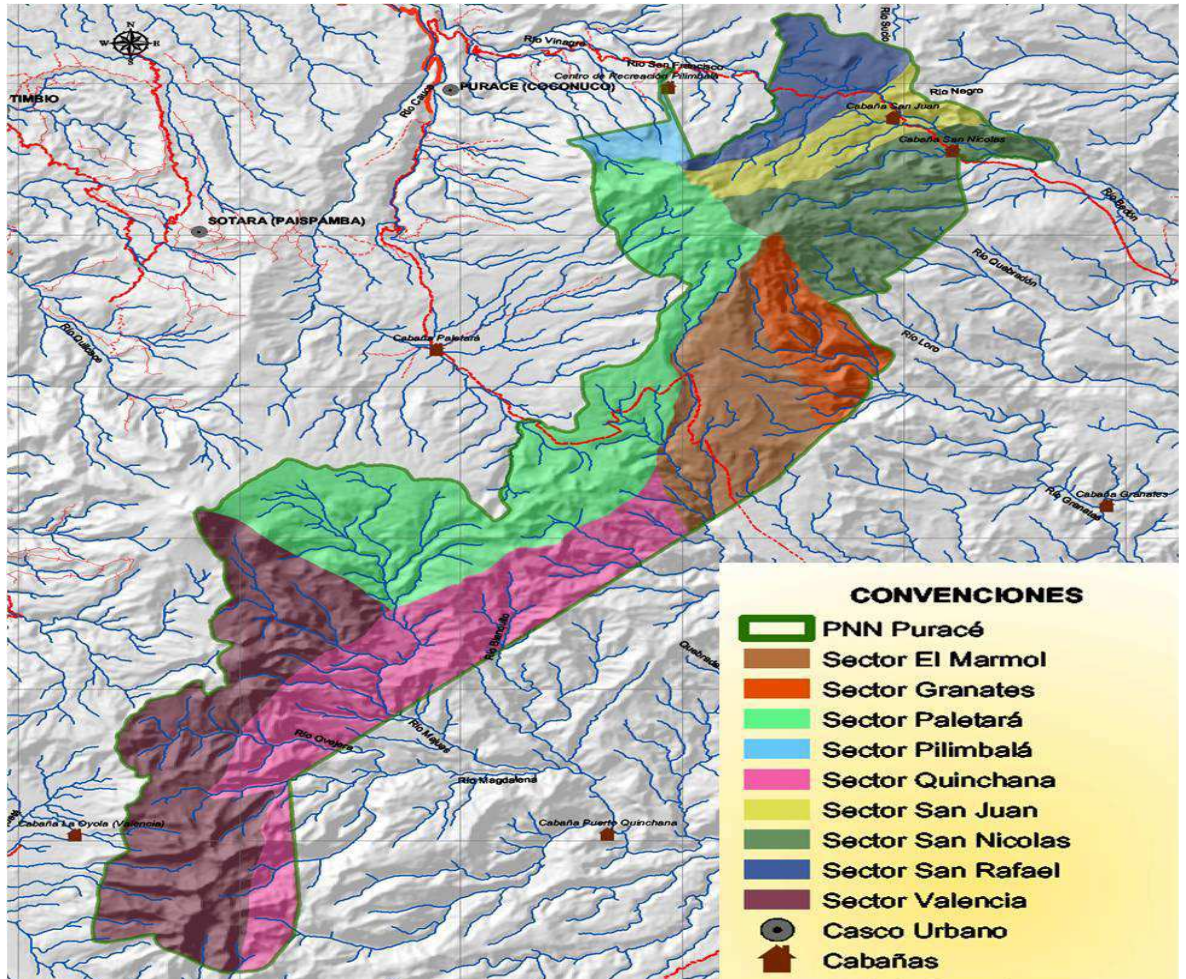
silvestre, observación de patrimonio cultural, fotografía y video, investigación y educación ambiental.

Son 10 los Sectores de manejo del PNN Puracé, de los cuales 7 se encuentran en el Departamento del Cauca: Valencia, Sotará, Paletará, Pilimbalá, San Rafael, San Juan, San Nicolás; y tres sectores en el Departamento del Huila: Quinchana, Granates y el Mármol.

El corregimiento de Pilimbalá se encuentra a 3471 msnm y está ubicado al nororiente del Parque, municipio de Puracé, departamento del Cauca. En jurisdicción de la veredas: Crucero, Campamento, Paguimbio, Tabio, Chapio, Pululo. Aquí se maneja una de las cuatro cabañas de control y vigilancia del PNN Puracé. El acceso a este lugar se hace, partiendo desde Popayán pasando por Puracé, por la vía que va hacia Santa Leticia y la Plata. A 45 Km. (1 hora 30 min), se encuentra el Cruce de la Mina, y desde este punto a 800 m. existe otro cruce denominado la Y, en donde continuando a mano Izquierda se llega al área recreacional Pilimbalá.

Las personas que deseen ir a este lugar se pueden transportar en vehículo desde Popayán (Terminal de Transporte) sobre la vía que comunica a Popayán con la Plata hasta la Y. El horario del transporte es a partir de las 6:00 a.m. dependiendo de las empresas de transporte: Cootranshuila, Sootracauca, Coomotoristas y la Plateña.

**Gráfica Nº 2 Mapa del municipio de Puracé**



En Pilimbalá se pueden encontrar los siguientes sitios de interés: Sendero Volcán Puracé; Cadena Volcánica de los Coconucos: Existe un primer intento de señalización del sendero de alta montaña por esta cadena volcánica la cual cuenta con 14 volcanes: Puracé, Chagarton, Chaka 1, Chaka 2, Machángara, PicoCollo,

Curiqinga, Calambás – Paletará, Killa, Quintín, Pucará, Pan de Azúcar, Piki, Amancay (Pulgarín, Bernardo. 2002); Sendero de Orquídeas; Mina de Azufre<sup>2</sup>.

La altura sobre el nivel del mar en la cual se encuentra el corregimiento de Pilimbalá, fue muy significativa para realizar nuestra investigación, puesto que existe una gran diferencia con respecto al Patía que se encuentra a 910 msnm y a la cual están acostumbrados los deportistas que se evaluaron.

## **1.4 ANTECEDENTES**

### **1.4.1 Antecedentes internacionales**

#### **Spielvogel H, Vargas E, Soria R, Salinas C, Villena M. Fútbol en la Altura en Bolivia. (2009)**

El objetivo general de este trabajo fue la evaluación del estado de salud y del rendimiento físico de dos grupos de jugadores de fútbol: un grupo aclimatado a la altura de La Paz y otro grupo que provenía de una altura cercana al nivel del mar. A ambos equipos se les hizo pruebas tanto a gran altura en La Paz (3600 m) en los laboratorios del Instituto Boliviano de Biología de Altura (IBBA) como en altura cercana a nivel del mar en Santa Cruz (420 m) en el Hotel América.

Primeramente se efectuaron las pruebas en el ambiente acostumbrado. Las pruebas en el ambiente no-acostumbrado se realizaron dentro de las 48 horas después de la llegada.

Como resultados se encontró que: es conocida la disminución de la capacidad aeróbica (consumo máximo de oxígeno, VO<sub>2</sub>max) paralela a una estadía permanente o transitoria en un ambiente donde la presión de oxígeno ambiental o inspiratoria es menor (PIO<sub>2</sub> - que depende de la presión barométrica), es decir

---

<sup>2</sup> Fuente: <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/PNNPurace.pdf>: PARQUES NACIONALES: Consulta: 25/02/2011. Hora: 3:10 pm.



que todos los futbolistas, tanto del llano como los residentes de altura, perdieron algo de su capacidad normalmente observada, cuando fueron evaluados en la altura. Esta “perdida” dependió: a) de la presión barométrica, es decir del nivel de altura en el que se efectuó la evaluación, a mayor altura menor consumo de oxígeno para ambos equipos, b) del grado de entrenamiento de los jugadores.

Los datos también muestran un incremento de la ventilación más pronunciado en los jugadores residentes a nivel del mar a 3600 m en comparación con los jugadores residentes en altura debido a una mayor sensibilidad ventilatoria a partir de la actividad de los cuerpos carotideos.

Los resultados de la prueba de esfuerzo máximo muestran una disminución de la ventilación pulmonar, del consumo de oxígeno tanto absoluto (en L·min<sup>-1</sup>) como relativo (en mL·min<sup>-1</sup>·Kg<sup>-1</sup>), de la frecuencia cardíaca, un incremento del equivalente respiratorio para oxígeno, del cociente respiratorio y de lactato en el equipo residente a nivel del mar en comparación con el equipo residente a gran altura.

#### **Consumo máximo de oxígeno en respuesta a la exposición a una altura moderada. Efecto del entrenamiento previo. Miranda y Rawlings (2004).**

El objetivo de esta investigación era determinar los cambios que se produce en el consumo máximo de oxígeno, frente a la exposición a una altura de 2.800 metros durante una semana y comparar estos cambios entre deportistas de alto rendimiento y sujetos que no realizan un deporte de alto rendimiento.

Esta investigación se realizó con 10 integrantes de la Selección Chilena de Biathlon y 6 integrantes del Ejército de Chile que fueron el grupo no entrenado, lo que en total dio una muestra de 16 sujetos.

Grupo no entrenados: Se trata de 6 sujetos, militares que realizan las mismas actividades que el grupo entrenado, excepto por el entrenamiento.

Grupo entrenados: Son 10 sujetos, militares, deportistas de alto rendimiento, que realizan Biathlon.

Al finalizar esta investigación se observó una disminución al comparar el VO<sub>2</sub> Máx. entre Santiago (2.500 msnm) y Portillo (2.800 msnm) en el grupo de entrenados y no entrenados.

Así mismo al comparar la medición del VO<sub>2</sub> Máx. en Santiago se observó un menor VO<sub>2</sub> Máx. en el grupo de los no entrenados, en relación al grupo de los entrenados.

Finalmente al comparar la medición del VO<sub>2</sub> Máx. entre grupos entrenados y no entrenados obtenidos en Portillo no se observó un cambio significativo. Esta diferencia no fue la esperada en relación al grado de entrenamiento de ambos grupos.

#### **1.4.2 Antecedentes nacionales**

##### **Perfil funcional de deportistas antioqueños de rendimiento evaluados durante el periodo 1985-1992. Caldas, Valvuela y Marino (1995).**

Esta investigación se realizó en el departamento de Antioquía y tenía como objetivo describir las diversas respuestas funcionales determinadas por algunos factores de orden fisiológico en deportistas de nivel de rendimiento destacado, tanto nacional como internacionalmente, con el fin de determinar su perfil funcional.

Durante el periodo comprendido entre enero de 1985 y junio de 1992, fueron evaluados un total de 1900 deportistas de ambos sexos, adscritos a las ligas deportivas del departamento de Antioquia. Las evaluaciones se realizaron en el laboratorio de fisiología de la División de medicina deportiva de Coldeportes Antioquia, situado a 1560 m de altura sobre el nivel del mar, con 25 grados Celsius de temperatura y 65 % de humedad relativa. De igual forma se establecieron unas

normas de selección que permitieron elegir un total 1218 individuos, de los 1900 evaluados, discriminados así: 768 para ser evaluados en banda rodante (br); y 450, en cicloergómetro (ce). Se escogieron 267 deportistas mujeres y 951 hombres que practicaban los siguientes deportes: atletismo (fondo), baloncesto, fútbol, judo, levantamiento de pesas, lucha olímpica, microfútbol, taekwondo y triatlón.

Se observa que los valores significativamente más altos los presentan atletismo de fondo y triatlón para ambos sexos dado que estas modalidades deportivas exigen un mayor desarrollo del metabolismo aeróbico. En los demás deportes, la tendencia general fue la presencia de valores de VO<sub>2</sub> Máx. en relación directa con el grado de exigencia aeróbica particular de cada modalidad. Sin embargo, en deportes como levantamiento de pesas y judo, en donde usualmente hay un menor énfasis en el desarrollo aeróbico como componente del entrenamiento, se presentan valores significativamente superiores a los referenciados para individuos sedentarios sanos pero por debajo de los reportados para poblaciones similares en otros países.

### **Características fisiológicas del patinador de velocidad sobre ruedas determinadas en un test de esfuerzo en el laboratorio. Lozano, Villa y Morante (2006)**

El objetivo de este estudio fue examinar las relaciones entre frecuencia cardíaca, lactato sanguíneo y trabajo externo, realizado en una prueba de laboratorio sobre el cicloergómetro en patinadores de Bucaramanga y Pamplona. La hipótesis se basó en que, tal vez, el estudio de estas relaciones podía permitir la evaluación de la aptitud física y la determinación de las intensidades de entrenamiento a través del test de laboratorio.

Así mismo se quiso reevaluar el factor limitante de la marca deportiva, estudiando las diferencias cardiorrespiratorias y metabólicas por medio del test de laboratorio sobre el cicloergómetro.

La muestra tomada fue de 10 patinadores, con edades comprendidos entre los 15 a 18 años, en donde se encontraban 7 hombres y 3 mujeres, (todos compiten en pruebas de resistencia), los cuales cuentan con más de 6 años de preparación en este deporte; encontrándose en un período del entrenamiento de preparación específica.

La prueba se llevo a cabo en la ciudad de Pamplona (Colombia) en el Laboratorio de Biomecánica de la Universidad de Pamplona, en las horas de la mañana, para evitar la posible influencia de los ciclos circadianos; a una altitud de 2200 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 20 grados centígrados y una humedad relativa del 60%.

Como resultados se obtuvo que los valores de  $VO_2$  Máx. obtenidos en el laboratorio fueron similares a los descritos en la literatura para patinadores a pesar de su estimación y de la posible inespecificidad al realizarse en cicloergómetro.

La estimación del  $VO_2$  Máx. a través de la ecuación recomendada por el American College of Sports Medicine (1991) presentó una alta correlación con la medición realizada en el laboratorio con ciclistas; dándole una gran confiabilidad para conocer este importante parámetro fisiológico.

#### **1.4.3 Antecedentes locales**

**Frecuencia cardiaca y consumo máximo de oxígeno como indicador de carga en los estudiantes de grado séptimo del centro educativo indígena JIISA FXIW – resguardo de Yaquivá municipio de Inzá (cauca). Arias (2005).**

Este proyecto de grado se realizó en una comunidad indígena del norte del Cauca en el municipio de Inzá. Específicamente en el centro educativo indígena JIISA FXIW (semillas del saber), donde se utiliza una muestra de 24 estudiantes, 11 mujeres y 13 hombres entre los 14 – 17 años.

El objetivo general de esta investigación fue desarrollar y evaluar un programa de atletismo para analizar la frecuencia cardiaca y consumo máximo de oxígeno como indicador de carga en los estudiantes de grado séptimo del Centro Educativo Indígena Jiisa FXIW.

Entre las conclusiones se encontraron que la realización de un programa de entrenamiento logra mejorías significativas en la frecuencia cardiaca y el consumo máximo de oxígeno.

Se logró terminar el plan de entrenamiento aplicado a los 24 deportistas del grado séptimo del centro educativo Jiisa Fxiw consiguiendo mejorar el rendimiento físico de los estudiantes en un 80%.

El valor obtenido es de utilidad para los entrenadores de atletismo, ya que permite evaluar en forma sencilla el estado del atleta y tener una idea aproximada de los tiempos que podría realizar en diversas distancias (por porcentajes standard de VO<sub>2</sub> Max a los cuales se pueden correr las pruebas de fondo tradicionales-10Km al 95%, 42Km al 70%-, aunque esto puede variar mucho de una persona a otra). El resultado no debe ser interpretado como determinante, ya que también suele ser afectado por diversas variables como la motivación del atleta y la elección de un paso de carrera adecuado para la duración del test.

**Caracterización antropométrica de los y las estudiantes afropatianos de los grados octavo y noveno de la institución educativa Capitán Bermúdez del municipio de Patía. Flórez, Ramírez y Velasco (2010).**

En esta investigación se trabajó con 65 estudiantes de los grados octavo y noveno de la institución Educativa Capitán Bermúdez. 32 hombres y 33 mujeres.

El objetivo general de este estudio fue caracterizar desde la antropometría a los y las estudiantes afropatianos de los grados octavo y noveno de la Institución Educativa Capitán Bermúdez del municipio de Patía.

En los resultados de esta investigación se encontró que los promedios de peso y talla para los hombres fueron elevados y para las mujeres estuvieron determinadas en medio, con respecto a las tablas existentes de peso y talla para personas no Afro.

Así mismo los estudiantes evaluados se encuentran en un peso saludable encontrándose en normalidad según el índice de masa corporal.

De igual forma los promedios obtenidos de los niveles de adiposidad de los estudiantes masculinos se encuentran dentro de los rangos normales y para las mujeres se presentan un alto porcentaje de grasa debido a que no realizan deporte continuamente.

De acuerdo a los promedios del somatotipo se encontró que en los hombres predomina la delgadez con tendencia a masa muscular y en las mujeres predomina la adiposidad.

No obstante del sedentarismo de los estudiantes afropatianos, sus características antropométricas están dentro de los rangos normales especialmente a su cotidianidad.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Considerando la importancia que tiene el trabajo de investigación en la formación de profesionales en el área de la Educación y específicamente en la Educación Física; se estableció la necesidad y el deseo de realizar la investigación desde uno de los diversos campos que le compete a la Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Educación Física, Recreación y Deportes, como es, el deporte.

En el caso de esta investigación, analizar las reacciones fisiológicas que se generan en el deporte, y más exactamente el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  Máx.) son de vital importancia, pues se encontraron cambios del  $VO_2$  Máx. en los

deportistas evaluados en las dos diferentes alturas. Esto, para los Licenciados en Educación Física, Recreación y Deportes fue de gran importancia, ya que permitió adentrarse en la investigación y trascender las prácticas, encontrando en este trabajo investigativo nuevos conocimientos y espacios de trabajo, que permitirán a los docentes y/o entrenadores, tener una idea más clara, sobre cómo se comporta el organismo en la altura al efectuar un esfuerzo físico, lo cual le servirá también para buscar estrategias que conlleven a los deportistas a tener mejores resultados en su desempeño físico.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta investigación se convirtió en un reto que como investigadores se asumió, y que al mismo tiempo fue algo innovador, para las personas interesadas por este tema, pues según la bibliografía consultada son muy pocos los estudios que se han hecho a nivel local, referente al comportamiento del consumo de oxígeno en las diferentes alturas.

Así mismo, con el desarrollo de este trabajo, se pudo investigar y sacar deducciones acerca de cómo los cambios de altura, influyen en el rendimiento físico de los evaluados, lo que condujo a determinar las variaciones en su  $VO_2$  Máx.

Con lo anterior, se buscó que esta investigación se empleara como referente para otras investigaciones y así contribuir a posibles estudios que se realicen acerca de las variaciones en el consumo de oxígeno desde el deporte y para el beneficio del mismo.

Igualmente se considera que esta investigación tuvo impacto, porque también buscó abrir espacios laborales e investigativos, tanto para profesionales como no profesionales que se desempeñan en el campo de la Educación Física, la Recreación y los Deportes; ya que determinar el consumo de oxígeno no solo permite planear entrenamientos, sino también planear las clases de Educación Física, con el fin de manejar el trabajo de forma adecuada, y así evitar excederse

físicamente y desarrollar las diferentes capacidades condicionales dentro de la clase.

Además fue posible seguir aportando de manera significativa a la población del municipio del Patía, la cual en los últimos años se ha beneficiado con las investigaciones realizadas por los estudiantes de la Universidad del Cauca, en lo referente al deporte, teniendo en cuenta que existe mucho potencial en la región para sobresalir en el departamento del Cauca.

Este trabajo de investigación permite proyectarse en el campo de la Educación Física, puesto que es de gran importancia seguir profundizando en el entrenamiento deportivo y de esta manera comenzar a dar pasos hacia lo que posteriormente podrían ser estudios de especialización en entrenamiento deportivo.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar las variaciones del Consumo Máximo de Oxígeno en dos diferentes alturas, en 12 jóvenes de 16 a 18 años de edad que practican fútbol, de la Institución Capitán Bermúdez Municipio del Patía.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Aplicar los test de legger y del banco al grupo a evaluar en dos diferentes alturas.
- Evaluar en forma indirecta el consumo máximo de oxígeno, obtenido por la aplicación de los test, en las dos diferentes alturas.
- Describir las variaciones del consumo máximo de oxígeno encontrado en las dos diferentes alturas.



## **4. MARCO TEÓRICO**

Para sustentar nuestro trabajo de investigación es necesario citar los siguientes conceptos, de los cuales emergen las hipótesis y por ende las variables.

### **4.1 DEPORTE**

Las personas que se desempeñan en los campos de la Educación Física, Recreación y Deportes, establecen diferentes ámbitos en los cuales pueden desarrollar su trabajo profesional. Esos campos son estructuralmente amplios y en cada uno de ellos se desarrollan diferentes temáticas, desde la educación, la salud, la motricidad humana, la recreación y el deporte, siendo este último el de mayor importancia para este trabajo de investigación, teniendo en cuenta que el objeto de estudio fueron las variaciones en el consumo máximo de oxígeno de 12 jóvenes que practican el deporte del fútbol en el corregimiento del Patía, municipio del Patía - Cauca, al realizar una prueba de esfuerzo en dos diferentes alturas. En este mismo sentido y al profundizar en el concepto del deporte, este se define como:

La específica conducta humana caracterizada por una actitud lúdica y de afán competitivo, de comprobación o desafío, expresada mediante el ejercicio corporal y mental, dentro de disciplinas y normas preestablecidas orientadas a generar valores morales, cívicos y sociales. (Ley 181. Art. 15).

Se tuvo en cuenta esta definición que plantea la ley 181 en su artículo número 15, porque las personas que se evaluaron son estudiantes que practican el deporte del fútbol de manera recreativa, aunque representan a su colegio en diferentes campeonatos o torneos que se realizan en la región. De acuerdo a esto es necesario conocer la definición del Fútbol:

#### **4.1.1 FÚTBOL**

El Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española (22ªed., 2001) define el término fútbol como un juego entre dos equipos de once jugadores cada uno, cuya finalidad es hacer entrar un balón por una portería conforme a reglas determinadas, de las que la más característica es que no puede ser tocado con las manos ni con los brazos.

En la práctica de cualquier deporte es necesario tener una buena condición física, además que de ella se desprenden varios aspectos esenciales para conocer las diferentes respuestas fisiológicas del cuerpo. De acuerdo a lo anterior es necesario citar el siguiente concepto de condición física:

#### **4.2 CONDICIÓN FÍSICA**

La capacidad de rendimiento físico (que en el uso general de la lengua se llama “condición”) está determinada por las características motoras básicas que son la resistencia, la fuerza, la velocidad, la coordinación y la movilidad. Sin embargo, la condición es algo más que la suma de todas las características motoras básicas. Junto a estos componentes, también los factores psíquicos como la motivación y la fuerza de voluntad, así como las condiciones marco externas, como la hora del día y la temperatura ambiente, desempeñan un papel importante en la capacidad de rendimiento. Weineck (1994) y Letzelter (1982) citados por Hüter, Schewe y Heipertz. (2006: 247-248)

Igualmente estos autores plantean que:

Los distintos factores de la condición física no pueden separarse claramente unos de otros ya que se determinan mutuamente: la movilidad debe ser aprovechada con la fuerza, la cual debe mantenerse

durante largo tiempo o generarse a mucha velocidad. La movilidad, la fuerza y la velocidad deben utilizarse de una forma efectiva con ayuda de la coordinación. La calidad de la coordinación, a su vez, depende del grado de desarrollo de las demás características motoras fundamentales. La coordinación es la que hace que el resto de las características motoras fundamentales puedan utilizarse desde el punto de vista funcional. Einsingbach y col. (1992) citados por Hüter, Schewe y Heipertz.( 2006: 247-248)

El concepto de condición física, citado anteriormente, permitió tener una mirada general y al mismo tiempo específica de los contenidos que hicieron parte de la investigación. De esta manera en el marco teórico se desglosan una serie de temas que enmarcan el objeto de estudio de este trabajo investigativo.

Como se indicó en el concepto anterior de Condición Física, la coordinación, la fuerza, la velocidad y la movilidad, son las capacidades físicas más importantes para el movimiento corporal. Gracias a estas capacidades las características motoras fundamentales del ser humano pueden utilizarse de forma adecuada.

Teniendo en cuenta lo anterior, se citan los conceptos básicos dentro de la condición física, así como la capacidad condicional más importante dentro de esta investigación, la cual es la resistencia; de estos temas igualmente irán emergiendo otros contenidos que al mismo tiempo se consideraron indispensables para el desarrollo del trabajo investigativo.

La coordinación es la 'actuación conjunta del sistema nervioso central y los músculos esqueléticos dentro de un desarrollo de movimiento concreto', lo cual incluye todos los componentes y proceso de control de los movimientos. Hollmann y col. (1990) citados por Hüter et al. (2006:287).

De otro lado para Ramos (2001) citado por Peña (2007). La “Fuerza es la capacidad de ejercer tensión contra una resistencia mediante la contracción muscular”.

Así mismo este autor establece que la “velocidad es la posibilidad de recorrer una distancia determinada en el menor tiempo, o bien de recorrer la mayor distancia en un tiempo dado”. Peña (2007:90).

De acuerdo a los conceptos anteriormente citados, se hace necesario citar el concepto de movilidad:

Para “Hollmann y col. (1990), citados por Hüter et al (2006) Movilidad es la máxima capacidad de movimiento de una o más articulaciones dentro de los límites fisiológicos. Una movilidad demasiado limitada inhibe la realización libre de los movimientos, provocando una pérdida de energía y una reducción de la calidad coordinativa”.

Los anteriores conceptos se incluyen dentro de la condición física, sin embargo es necesario resaltar que dentro de la realización de una actividad física, que por supuesto requiere de movimiento corporal, influyen todas las capacidades condicionales y perceptivas. Precisamente para este trabajo de investigación se ahondó en la resistencia, por ser ésta la capacidad física que permitió medir los niveles de  $VO_2$  máx. de los deportistas que realizaron los test físicos en las dos diferentes alturas.

La siguiente es la clasificación de las capacidades condicionales expuesta por Bennassar et al. (2007:461).

Las capacidades condicionales, constituyen la expresión de numerosas funciones corporales que permiten la realización de las diferentes actividades físicas, pueden dividirse en los siguientes grupos:

Cualidades básicas. Son las que participan de manera indispensable en la mayoría de las actividades físicas. Dentro de estas se encuentran: la fuerza, la resistencia, la velocidad y la flexibilidad (aunque algunos autores consideran esta última como cualidad complementaria).

Cualidades complementarias. Deben estar presentes en cualquier actividad física, pero no de manera indispensable. En este grupo se hallan: la coordinación, el equilibrio, etcétera.

Aunque todas las capacidades físicas son importantes en el momento de realizar un esfuerzo físico, se cita solo el concepto de resistencia y de lo que de ella se desprende, para el desarrollo del proceso investigativo.

#### **4.2.1 Resistencia**

Para Hollman (1990) citado por Hüter et al. (2007). La resistencia se refiere a la capacidad del organismo para soportar la fatiga, es decir, su capacidad para mantener un rendimiento determinado durante tanto tiempo como sea posible.

La resistencia puede diferenciarse de varias formas: de acuerdo con el punto de vista de la forma de obtención de la energía (resistencia aeróbica y anaeróbica) grado y duración del esfuerzo (duración corta, media y prolongada) de los músculos sometidos a esfuerzos (resistencia local y general), de la forma de trabajo muscular (resistencia dinámica y estática), de la especificidad deportiva (resistencia general y específica), así como la participación de otros factores condicionantes (fuerza de resistencia o fuerza explosiva". Weineck (1994), Villiger y Cols (1991) citados por Hüter et al. (2007:473).

#### **4.2.1.1 Resistencia Aeróbica**

La resistencia aeróbica fue el tipo de resistencia de mayor importancia para este trabajo, ya que permitió medir en los deportistas el máximo consumo de oxígeno al finalizar los test físicos.

La “Resistencia aeróbica: se entiende como tal, la capacidad de resistir a la fatiga en los esfuerzos de larga duración e intensidad moderada. Es un trabajo que se realiza con suficiente cantidad de oxígeno. Después de algunos minutos (min) de carga, se establece un equilibrio entre el consumo y la liberación de energías (steadystate), pudiendo ser ejecutado el trabajo durante un largo tiempo”. Bennassar et al. (2007:474).

Para desarrollar la resistencia y más específicamente la resistencia aeróbica, es de vital importancia tener un buen consumo de oxígeno. Precisamente en la presente investigación se tuvo como objetivo medir el consumo máximo de oxígeno en 12 deportistas juveniles del municipio del Patía, al realizar una prueba de esfuerzo en dos diferentes alturas; por lo tanto es trascendental, plantear el concepto de consumo de oxígeno y máximo consumo de oxígeno respectivamente.

#### **4.3 CONSUMO DE OXIGENO**

El consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) es un parámetro fisiológico que expresa la cantidad de oxígeno que consume o utiliza el organismo. La medición directa o la estimación indirecta de este parámetro nos permite cuantificar de alguna forma el metabolismo energético, ya que el oxígeno se utiliza como comburente en las combustiones que tienen lugar a nivel celular y que permiten la transformación de la energía química (que radica en los principios inmediatos nutricionales hidratos de carbono, lípidos y proteínas) en energía mecánica (contracción

muscular). El oxígeno que consume una persona en situación de reposo absoluto, nos indica el denominado metabolismo basal, y se ha calculado que corresponde aproximadamente a 3,5 ml de oxígeno por kilogramo de peso total y por minuto (ml.kg.min). Éste es el valor que equivale a un MET o unidad metabólica, y refleja el gasto energético que precisa un organismo para mantener sus constantes vitales. A medida que se establece una mayor demanda energética, el consumo de oxígeno va siendo cada vez mayor”. Chicharro (1995:209).

Así mismo este autor plantea que:

El  $VO_2$  depende de todos aquellos factores que intervienen en el recorrido que han de seguir las moléculas de oxígeno procedentes del aire atmosférico hasta llegar al interior de la mitocondria, donde se reduce y se une a los hidrogeniones para formar  $H_2O$ , que es la forma en la que el oxígeno utilizado se elimina del organismo. Chicharro (1995:209).

El  $VO_2$  Máx. es expresión directa de las necesidades metabólicas del organismo en un momento dado. El  $O_2$  necesita ser absorbido en los pulmones y transportado hasta las mitocondrias celulares mediante la circulación sanguínea. Posteriormente el  $CO_2$  como producto de desecho debe ser eliminado, siguiendo un proceso inverso. Todos esos componentes del sistema de transporte de  $O_2$  determinan el  $VO_2$ ”. Chicharro (1995:209)

#### **4.3.1 Consumo máximo de oxígeno**

La siguiente es la definición expuesta por Chicharro (1995) en su libro, Fisiología del Ejercicio:

Se define el  $VO_2$  Máx. (Consumo máximo de oxígeno) como la cantidad máxima de  $O_2$  que el organismo puede absorber, transportar y consumir

por unidad de tiempo. Se expresa normalmente en ml.min<sup>-1</sup> o relativo al peso del sujeto en ml. Kg<sup>-1</sup>. min.

Es muy variable entre individuos, y depende fundamentalmente de la dotación genética, la edad, género, el peso y el grado de entrenamiento o de condición física. La condición aeróbica está en gran parte determinada genéticamente: la herencia puede condicionar hasta el 70% del VO<sub>2</sub> Máx., dependiendo sólo un 20 % del entrenamiento.

El VO<sub>2</sub> Máx. también depende estrechamente de la edad. Desde el nacimiento aumenta gradualmente, en relación a la ganancia del peso. Los niños tienen un alto VO<sub>2</sub> Máx. Normalizado al peso (especialmente al peso magro). Gradualmente va aumentando con la edad y se alcanza el máximo entre los 18 y 25 años.

En cuanto al género, para cualquier edad, es mayor en los hombres. En estas diferencias parecen intervenir varios factores, como condicionantes genéticos, hormonales e incluso la menor cantidad de hemoglobina que las mujeres presentan debido a los ciclos menstruales.

El VO<sub>2</sub> Máx. Depende del peso, especialmente del peso magro: a mayor masa muscular mayor VO<sub>2</sub> Máx. el grado de entrenamiento puede inducir aumentos sustanciales en la misma.

El VO<sub>2</sub> Máx. es la variable más importante para este trabajo, puesto que nuestro objetivo principal es medir las variaciones de éste en las dos diferentes alturas, en las cuales se van a evaluar al grupo de deportistas.

El VO<sub>2</sub> Máx. y la resistencia, en este caso la resistencia aeróbica se convirtieron en las variables dependientes de nuestro trabajo investigativo ya que correspondieron al fenómeno que se quiso explicar en esta investigación.



De acuerdo al concepto planteado por Chicharro (1995) acerca del VO<sub>2</sub> Máx. en este influyen una serie de factores como el género, la edad, la genética, el grado de entrenamiento, el peso, incluso los factores ambientales; así que es necesario conocer estos conceptos teniendo en cuenta que son las variables independientes las que nos permitieron obtener los resultados en las variaciones del VO<sub>2</sub> Máx., y así describir el fenómeno investigado.

#### 4.3.2 CLASIFICACIÓN DEL CONSUMO MÁXIMO DE OXIGENO

La siguiente es la tabla de valoración para la capacidad aeróbica máxima expuesta por Cooper (1982), la cual clasifica los valores del consumo máximo de oxígeno.

**TABLA N° 1 Valoración del VO<sub>2</sub> Máx. en adolescentes entre 13 y 19 años según Cooper, 1982 (valores en ml/kg/min.)**

<b>ADOLESCENTES ( COOPER 1982 ) ml/kg/min</b>		
<b>CATEGORÍAS</b>	<b>MASCULINO</b>	<b>FEMENINO</b>
MUY POBRE	< 35	< 26
MALA	35.0 - 38.3	25.0 – 30.9
SUFICIENTE	38.4 – 45.1	31.0 – 34.9
BUENA	45.2 – 50.9	35.9 – 38.9
EXCELENTE	51.0 – 55.9	39.0 – 41.9
SUPERIOR	> 56.0	> 42.0

#### **4.4 EL PESO CORPORAL**

El peso de cualquier persona es el resultado de la suma del peso de sus cinco componentes fundamentales: agua, grasa, proteínas, hidratos de carbono y minerales. La composición corporal varía según el sexo, edad, constitución y actividad física. Campillo (1997:5).

#### **4.5 EDAD CRONOLÓGICA**

Edad de un individuo expresada como el periodo de tiempo que ha pasado desde el nacimiento, como la edad del niño, que se expresa en horas días o meses, y la edad de los jóvenes y adultos, que se expresa en años. Kenneth (1994:432).

#### **4.6 LA ESTATURA**

Es la distancia directa entre el vértex y entre el plano de apoyo del individuo; es el punto más elevado de la línea del medio sagital con la cabeza orientada en el plano Frankfurt. Peña (2006:75).

Por otro lado y teniendo en cuenta que el eje central de esta investigación fue medir el  $VO_2$  Máx., dentro de los métodos indirectos se escogieron dos test físicos, puesto que realizar pruebas de laboratorio (método directo) es de alto costo. Así mismo es indispensable conocer su protocolo teniendo en cuenta que estos hicieron parte de las técnicas para la recolección de la información, una de las partes fundamentales de nuestro trabajo de investigación. Los test escogidos fueron:

## **4.7 ALTITUD**

En geografía, altura de un punto de la Tierra con relación al nivel del mar. (Glosario del Instituto colombiano de Geología y Minería)<sup>3</sup>

### **4.7.1 CLASIFICACIÓN DE LA ALTITUD**

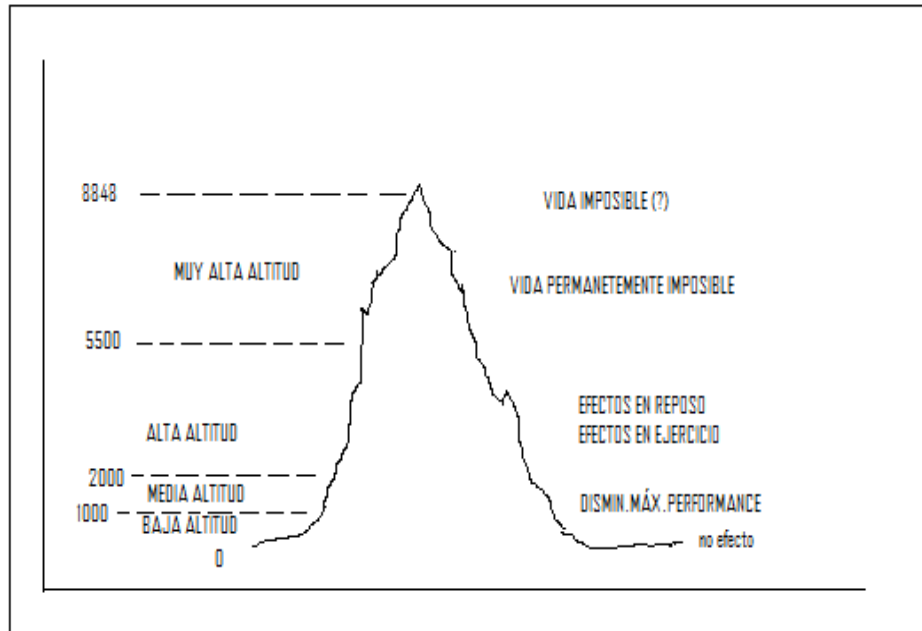
Terrados (1986) citado por González (1992), expone que se han realizado muchas clasificaciones de la altitud, dependiendo de sus efectos, compatibilidad con la vida humana etc., siendo todas ellas muy imprecisas por intervenir otros factores como la temperatura, la latitud, la susceptibilidad individual, las ascensiones previas, etc.

Basándose en criterios fundamentalmente biológicos, se presenta a continuación unos límites, generalmente aceptados, entre baja, media, alta y muy alta altitud.

---

<sup>3</sup> Fuente: [http://www.ingeo Minas.gov.co/component?option=com\\_glossary/limit,15/limitstart,135/](http://www.ingeo Minas.gov.co/component?option=com_glossary/limit,15/limitstart,135/). Glosario del Instituto colombiano de Geología y Minería. Consulta el 15/03/ 2011. Hora: 3:30 pm.

### GRÁFICA Nº 3 CLASIFICACIÓN DE LA ALTITUD



#### 4.7.1.1 Baja Altitud

Se considera baja altitud hasta 1000 mts. sobre el nivel del mar. Aquella en la que los individuos sanos no sufren ninguna modificación fisiológica ni en reposo, ni durante el ejercicio.

#### 4.7.1.2 Media Altitud

Hasta 2000 mts. se experimentan algunos afectando el rendimiento físico.

#### 4.7.1.3 Alta Altitud

Hasta 5500 mts. Se observan modificaciones fisiológicas incluso en reposo, siendo muy acentuadas durante el ejercicio.

#### 4.7.1.4 Muy Alta Altitud

Por encima de 5500 mts. El efecto perjudicial es muy elevado.

La inexactitud de este tipo de clasificaciones, los recientes conocimientos fisiológicos y la terminología utilizada en ambientes médico-deportivos lleva a llamar ALTURA MODERADA a la situada entre 1500 y 3000 metros, siendo en estas altitudes donde se realizan a veces competiciones y concentraciones deportivas, y donde están situados los centros deportivos de entrenamiento en altitud.

#### **4.8 PRESIÓN PARCIAL DE OXÍGENO**

El medio ambiente lo constituyen el agua, el oxígeno, los nutrientes, y también las condiciones ambientales como humedad, temperatura, luminosidad, e influyen en cada organismo y/o se va incorporando a cada persona.

A pesar que existen espacios con condiciones muy apropiadas para el ser humano, el hombre puede habitar en otras consideradas extremas, como los desiertos, pantanos, polos y montañas. Pero el traslado brusco a una de aquellas podría provocarle serias consecuencias, inclusive la muerte. El cambio debe ser progresivo, como para permitir los fenómenos conocidos como adaptación, que le permiten sobrevivir al cambio y hasta continuar viviendo en ese nuevo hábitat.

La altitud es uno de esos factores ambientales: cuando una persona ambientada en una altitud baja concurre a una zona alta, ocurren una serie de descompensaciones, a las que la práctica deportiva suma nuevos elementos de desequilibrio.

En suma, se trata de la interacción entre el ambiente y el organismo. El factor principal: la atmósfera. Es una envoltura de aire que rodea a nuestro planeta. Tiene una extensión de unos 800 km pero la vida se desenvuelve en una delgada capa de solo 10 km, llamada tropósfera, a la que le sigue la estratosfera, donde ya no es posible la vida, lo que ocurre inclusive en los últimos tramos de la troposfera.

La atmósfera tiene un peso, que se traduce en unidad de superficie como presión atmosférica, conformada por la presión parcial de los gases que la integran. La

referencia se toma a nivel del mar, donde la presión es lógicamente, de una atmósfera, y ese valor es de 760 mm de mercurio. Esa es la presión óptima para lograr una buena oxigenación de la sangre. El oxígeno constituye el 20% del aire, y es partícipe del 20% de esa presión atmosférica proporción que se mantiene en toda la atmósfera, cualquiera sea la altitud, aunque la presión absoluta que ejerce la atmósfera y la presión parcial de cada componente disminuyan con el aumento de la altura.

Normalmente ingresan 500 cm<sup>3</sup> en cada inspiración. Antes de llegar a los alvéolos se filtra, calienta y humidifica. Tanto la humidificación (incorporación de vapor de agua) como la mezcla con el aire residual, (300 cm<sup>3</sup>) dan estabilidad a la composición del aire alveolar y a la presión parcial de O<sub>2</sub>.

A nivel del alvéolo hay que restarle la presencia de vapor de agua, a saturación, que también ejerce su presión. Además la relación presión parcial de O<sub>2</sub> /oxigenación no es directa, por la presencia de la hemoglobina que permite una buena captación aún con descensos importante de la PO<sub>2</sub>.

A medida que se asciende, la presión atmosférica disminuye no solo porque hay menos atmósfera por encima, sino porque además la densidad del aire es cada vez menor, principalmente por la disminución de la gravedad (en proporción al cuadrado de la distancia al centro de la tierra, lo que significan 0.003 m/s cada 1000 m de ascenso) lo que separa cada vez más a sus moléculas; la reducción de la presión del aire significa el descenso de la presión parcial de cada uno de sus componentes, entre ellos el que más apreciamos que es el oxígeno; la humedad ambiente también disminuye; aumenta la exposición a la irradiación solar (2 a 4% cada 100 m, lo que se incrementa con la nieve); La temperatura también desciende, a pesar de lo referido en la mitología (1° C cada 150-200 m), simplemente porque hay una expansión del aire lo que mantiene su moléculas más alejadas unas de otras.

Para tener una referencia, se analizan estos valores: a nivel del mar la presión atmosférica es de 760 mm Hg, con una presión parcial de O<sub>2</sub> de 149 (107 en el alvéolo). A los 3000 m, los valores son de 526 y 70 respectivamente, punto en el que la curva de captación de O<sub>2</sub> por parte de la hemoglobina comienza un descenso acentuado.

**TABLA N°2 RELACIÓN: ALTITUD Y PRESIÓN PARCIAL DE OXÍGENO**

Altitud	Presión Atmosférica	PPO <sub>2</sub> atmosférico	PPO <sub>2</sub> alveolar	Temp.
0	760	149	107	15
1.000 m	674	131	94	8
2.000 m	596	115	83	2
3.000 m	526	100	70	-4
4.000 m	462	87	62	-11

La disminución de la temperatura es tal que si a nivel del mar es de 15°, a los 3000 m habrá 4 grados bajo cero.

Es interesante analizar el mecanismo de oxigenación de la sangre, la curva de disociación de la hemoglobina, y el mecanismo por el cual la sangre, ávida de O<sub>2</sub> en el pulmón, se desprende del mismo en los tejidos.

En la altura, el fenómeno principal lo constituye la disminución de la presión del aire y de la densidad, que se traduce por una menor presión parcial de O<sub>2</sub> en el aire y los alvéolos: disminuye la oxigenación, lo que lleva a la *HIOPOXEMIA*<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Fuente: <http://www.fac.org.ar/qcvc/llave/c070e/bellomioc.php>. BELLOMIO C. Fisiopatogenia de la altitud. FAC. Federación Argentina de Cardiología. 2007. Consulta: 25/02/2012. Hora: 2:31 pm.

#### GRÁFICA N°4 FISIOPATOGENIA DE LA ALTITUD



De acuerdo a la anterior definición, se podría plantear que la presión parcial de oxígeno depende de la presión atmosférica a la cual los pulmones están siendo sometidos, es decir, que influye directamente en el consumo máximo de oxígeno, teniendo en cuenta que las presiones atmosféricas son diferentes, en relación a la altura sobre el nivel del mar.

#### 4.9 ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

El concepto de entrenamiento deportivo comprende el aprovechamiento de todo un conjunto de medios que aseguran el logro y el aumento de la predisposición para alcanzar mayores niveles de rendimiento físico. Se trata de un proceso pedagógico cuyo objetivo es conseguir un desarrollo armónico del potencial motriz que posee cada individuo. Incluye diferentes apartados, como son el desarrollo de las cualidades condicionales, coordinativas y cognitivas, así como la planificación de las cargas de trabajo a corto, mediano o largo plazo, etcétera. En resumen el entrenamiento deportivo debe entenderse como un proceso



en el cual el deportista es sometido a cargas conocidas y planificadas, las cuales provocan en él una fatiga controlada que, después de los adecuados procesos de recuperación, permite alcanzar niveles de rendimiento superiores. Bennassar, M. Campomar, M. y col. (2007:447, 448)

#### **4.10 HIPÓTESIS**

Las siguientes son las hipótesis de este trabajo de investigación:

- El consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  Máx.) es igual en los deportistas, a 910 msnm y a 3471 msnm. (hipótesis nula)
- El consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  Máx.) cambia significativamente al realizar los test físicos a 3471 msnm, en comparación a los resultados obtenidos a 910 msnm. (hipótesis verdadera)

### **5. METODOLOGÍA**

Este trabajo de investigación se enmarcó dentro del paradigma cuantitativo, porque se busca determinar la influencia que genera la altura sobre el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  Máx.) de 12 deportistas juveniles; de esta manera:

La metodología cuantitativa es aquella que permite examinar los datos de manera numérica, especialmente en el campo de la estadística; y para que ésta exista se requiere que entre los elementos del problema de investigación exista una relación cuya naturaleza sea lineal. Es decir, que haya claridad entre los elementos del problema de investigación que conforman el problema, que sea posible definirlo, limitarlos y saber exactamente donde se inicia el problema, en cual dirección va y que tipo de incidencia existe entre sus elementos. Los elementos constituidos por un problema de investigación lineal se denominan:

variables, relación entre variables y unidad de observación. Mendoza (2006. Pár. 5).

Es necesario aclarar que este trabajo de investigación al ser de tipo cuantitativo se enmarca dentro del enfoque empírico analítico, el cual expone lo siguiente:

En este enfoque dominante en las ciencias naturales y derivado del positivismo, se establece una relación unidireccional y separada entre sujeto y objeto de investigación. El sujeto manipula y controla al objeto (el cual puede ser otro sujeto, pero es pasivo). Cursio (2002:54).

Así mismo:

A estas ciencias se adapta una metodología hipotético-deductiva, en la cual las hipótesis se deducen a partir de proporciones con contenido empírico, observable y contable, por tanto permiten establecer pronósticos. Es decir, se da una intervención sistemática en el curso de las cosas, mediante un procedimiento que hace aparecer un efecto determinado detectable y analizable en circunstancias preparadas y en función de las hipótesis dadas (experimentar). Analizar los hechos y sus relaciones causales mediante la explicación, para prever y controlar el comportamiento tanto natural como social. Cursio (2002:54).

Igualmente esta investigación fue pre-experimental, ya que describió de qué modo y por qué causa se produjeron las variaciones en el  $VO_2$  Máx., lo que al mismo tiempo incluyó la investigación dentro del nivel perceptual descriptivo, puesto que para llegar al objetivo final se describió el comportamiento del  $VO_2$  Máx. en las dos diferentes alturas, así como las condiciones físicas de los deportistas, su contexto y los sitios en los cuales se realizaron las pruebas de esfuerzo. De igual forma esta investigación fue un estudio correlacional, de corte transversal. Lo anterior se sustenta con lo expuesto por Hernández (1995).

## **5.1 LOS ESTUDIOS DESCRIPTIVOS**

Los estudios descriptivos miden de manera más bien independiente los conceptos o variables a los que se refieren. Aunque, desde luego, pueden integrar las mediciones de cada una de dichas variables para decir cómo es y cómo se manifiesta el fenómeno de interés, su objetivo no es indagar cómo se relacionan las variables medidas. Hernández (1995:120-121)

Teniendo en cuenta la fundamentación del método, es necesario plantear que nuestra investigación también fue correlacional, ya que comparamos el comportamiento del consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  Máx.) en dos diferentes alturas y cómo actuaron las variables en cada una de las alturas en las que se realizaron las pruebas.

## **5.2 LOS ESTUDIOS CORRELACIONALES**

La utilidad y el propósito principal de los estudios correlacionales son saber cómo se puede comparar un concepto o variable conociendo el comportamiento de otras variables relacionadas. Es decir, intentar predecir el valor aproximado que tendrá un grupo de individuos en una variable, a partir del valor que tienen en la variable o variables relacionadas. Hernández (1995:121)

Es necesario resaltar que la recolección de datos se hizo en tres días diferentes; sin embargo la diferencia de días entre una toma y otra fue de aproximadamente 8 días. Así mismo se debe aclarar que no se aplicó ningún programa, ni plan de entrenamiento y tampoco se controlaron los días de “receso”; el objetivo era que no pasara mucho tiempo entre una toma y la otra para no intervenir en el comportamiento del consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  Máx.) de los deportistas. De acuerdo a lo anterior este trabajo

de investigación fue de corte transversal, lo cual lo fundamentamos en el siguiente párrafo, expuesto por Hernández (1995:125).

### **5.3 INVESTIGACIÓN TRANSVERSAL**

Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables, y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede. Por ejemplo, investigar el número de empleados, desempleados y subempleados en una ciudad en cierto momento. O bien, determinar el nivel de escolaridad de los trabajadores de un sindicato, (en determinado momento. O bien, analizar si hay diferencias en contenido de sexo entre tres telenovelas que están exhibiéndose simultáneamente.

### **5.4 VARIABLES**

#### **5.4.1 VARIABLE DEPENDIENTE**

- Consumo máximo de oxígeno

#### **5.4.2 VARIABLES INDEPENDIENTES**

- Peso
- Edad

#### **5.4.3 VARIABLE INTERVINIENTE**

- Altitud

### **5.5 POBLACIÓN**

El equipo de fútbol de la institución educativa Capitán Bermúdez del municipio del Patía, corregimiento del Patía, está conformado por 20 deportistas entre las edades de 15 a 19 años.

### **5.5.1 Muestra**

La muestra para esta investigación fue 12 deportistas afropatianos no altamente entrenados, entre los 16 y 18 años edad, de género masculino, que hacen parte del equipo de fútbol de la institución educativa Capitán Bermúdez del corregimiento del Patía, municipio del Patía-Cauca.

### **5.6 CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Edad entre los 16 y 18 años.
- Posición de juego: laterales, volantes de marca, volantes de armado y delanteros.
- Entrenamiento más de tres meses

### **5.7 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Posición de juego: porteros y defensas centrales
- No haber presentado un cuadro clínico ocho días antes de realizar los test.
- Edad 15 y 19 años

### **5.8 ASPECTOS ÉTICOS**

Es necesario resaltar que la investigación se realizó con previo consentimiento de los padres de familia, representados por el profesor de Educación Física de la Institución Capitán Bermúdez, del municipio del Patía, docente Jader Caicedo.

### **5.9 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

#### **5.9.1 Técnicas**

- Test de Legger y del banco, test indirectos que permiten evaluar el consumo máximo de oxígeno. (ver anexo 2 y 3)

- Análisis de los datos.

### **5.9.2 Instrumentos**

- Excel
- Planillas de registro

#### **5.9.2.1 Implementos**

- Magnetófono: grabación y reproducción de las señales del test de Legger.
- Cinta métrica: toma de tallas de los deportistas.
- Bancos: para ascensos y descensos en el test del banco.
- Equipo de sonido: amplificación del sonido.
- Pulsómetros: toma de frecuencia cardiaca.
- Cronómetros: toma de tiempo en los test.
- Báscula: toma de peso.
- Cámara de video y fotográfica: toma de registros durante el trabajo de campo.
- Bala de oxígeno: prevención contra la asfixia en el momento de aplicar los test.

## **6. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Los siguientes resultados se obtuvieron al aplicar los test de Legger y banco a 12 deportistas afropatianos no altamente entrenados, que practican el deporte del fútbol a nivel municipal. Las evaluaciones se realizaron en primera instancia en el corregimiento del Patía, municipio del Patía a una altura de 910 msnm y la

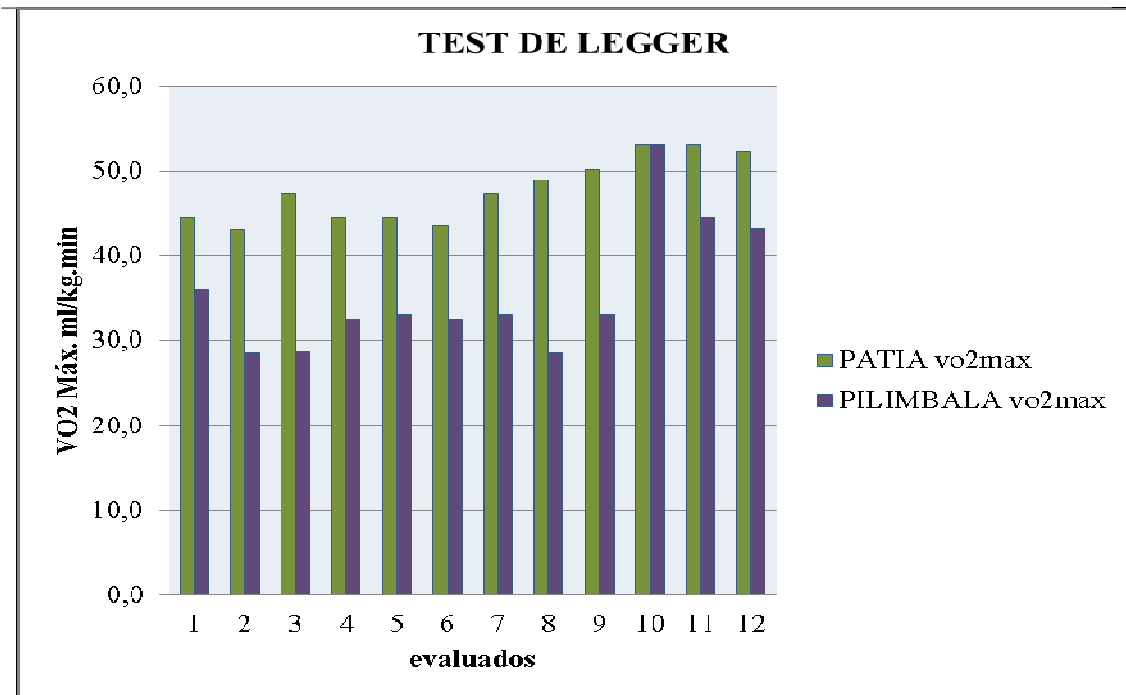
segunda toma se aplicó en el corregimiento de Pilimbalá, municipio de Puracé localizado a una altura de 3471 msnm. De lo anteriormente expuesto se muestra a continuación el presente análisis.

### 6.1 CONSUMO MÁXIMO DE OXIGENO: TEST DE LEGGER.

**TABLA N° 3: CONSUMO MÁXIMO DE OXIGENO (ml.kg.min), OBTENIDO MEDIANTE EL TEST DE LEGGER APLICADO EN LOS CORREGIMIENTOS DE PATÍA Y PILIMBALÁ**

TEST DE LEGGER								
EVALUADOS	PATÍA			PILIMBALÁ			%RENDIMIENTO PILIMBALÁ	DIF. % REND. PATÍA - PILIMBALÁ
	minuto finalización	vo2max (ml.kg.min)	valoración	minuto finalización	vo2max (ml.kg.min)	valoración		
1	7	44,6	suficiente	4	36,0	mala	80,8	19,2
2	7	43,1	suficiente	2	28,5	muy pobre	66,1	33,9
3	8	47,4	bueno	6	28,6	muy pobre	60,3	39,7
4	8	44,6	suficiente	4	32,6	muy pobre	73,1	26,9
5	8	44,6	suficiente	3	33,2	muy pobre	74,4	25,6
6	8	43,6	suficiente	4	32,6	muy pobre	74,8	25,2
7	8	47,4	bueno	3	33,2	muy pobre	70,0	30,0
8	9	48,9	bueno	2	28,5	muy pobre	58,2	41,8
9	9	50,3	bueno	3	33,2	muy pobre	66,0	34,0
10	10	53,1	excelente	4	53,1	excelente	100,0	0,0
11	10	53,1	excelente	7	44,6	suficiente	83,9	16,1
12	11	52,4	excelente	8	43,2	suficiente	82,4	17,6
	<b>MEDIA</b>	47,6			34,9			
			<b>DIF. MEDIAS</b>	12,7	<b>ml.kg.min</b>			

**GRÁFICA Nº 5: CONSUMO MÁXIMO DE OXIGENO (ml.kg.min) OBTENIDO MEDIANTE EL TEST DE LEGGER APLICADO EN LOS CORREGIMIENTOS DE PATÍA Y PILIMBALÁ**



Según la tabla nº 3 el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub> Máx.) de los evaluados al realizar el test de Legger en el municipio del Patía oscilo entre 43,1 ml.kg.min y 53,1 ml.kg.min, mientras que en el municipio de Puracé el VO<sub>2</sub> Máx. de los deportistas al realizar la misma prueba fluctuó entre 28,5 ml/kg.min y 53,1ml/kg.min.

Ahora bien, en la tabla N° 3 se observa una disminución de 12.7 ml.kg.min en el VO<sub>2</sub> Máx. al realizar el test de Legger en los corregimientos de Patía y Pilimbalá. Este resultado se obtiene de la resta entre las medias encontradas del consumo máximo de oxígeno. Así mismo, en la gráfica nº 5 se observa una disminución significativa en el consumo máximo de oxígeno para los evaluados 2, 3 y 8.



En este mismo sentido, los evaluados 11 y 12 disminuyeron en poca proporción su VO<sub>2</sub> Máx. con respecto a los dos lugares donde se aplicó dicho test. Por su parte, para el evaluado n° 10, se observa que alcanzó el mismo VO<sub>2</sub> Máx., siendo este deportista, junto con el N° 11 el que alcanzó el más alto VO<sub>2</sub> Máx. en el municipio del Patía. (Gráfica N° 5).

Frente a la información que arrojó la tabla n° 3, con respecto a los valores obtenidos del VO<sub>2</sub> Máx., se puede enunciar que 5 evaluados estuvieron por arriba de la media, teniendo en cuenta que ésta fue de 47,6 ml/kg.min para la primera toma realizada a 910 msnm, y que según la tabla n° 1 de valoración del VO<sub>2</sub> Máx. este promedio corresponde a una estimación entre buena y excelente; por otro parte 7 de ellos están por debajo de dicha media, a los cuales les corresponde una calificación entre suficiente y buena. De los resultados obtenidos a 3471 msnm, y con respecto a la media que fue de 34,9 ml/kg.min, se observa que tan solo 4 deportistas están por encima de ésta, de los cuales el evaluado n° 1 tuvo una valoración de mala, mientras que los evaluados 10, 11 y 12 la tuvieron entre suficiente y excelente. Entre tanto el resto del grupo, estuvieron por debajo de dicha media, cuya valoración osciló entre muy pobre y mala.

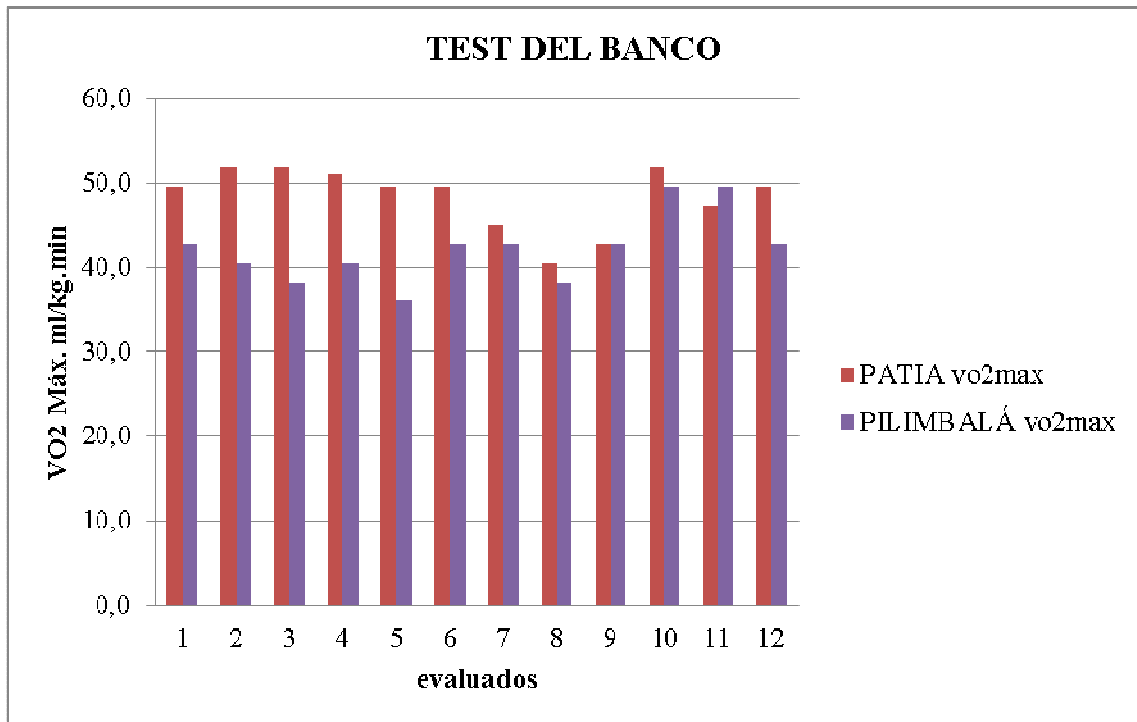
Respecto al porcentaje de rendimiento obtenido en las dos alturas, los evaluados 1, 11 y 12 disminuyeron entre 16,1% y 19,2% al aplicar el test de Legger en Pilimbalá, con respecto al 100% obtenido en el corregimiento del Patía. Se debe aclarar que para la interpretación de los porcentajes de rendimiento, se tomaron los datos obtenidos del consumo máximo de oxígeno en el corregimiento del Patía como el 100% de su capacidad aeróbica, teniendo en cuenta que es el lugar donde residen los deportistas evaluados. Así mismo el evaluado n° 10 logró el 100% de su rendimiento en las dos alturas donde se aplicó el test. Entre tanto los otros 8 evaluados redujeron su rendimiento entre 25,2% y 41,8% con respecto al logrado en el Patía.

## 6.2 CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO: TEST DEL BANCO

**TABLA Nº 4: CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO (ml.kg.min) OBTENIDO MEDIANTE EL TEST DEL BANCO APLICADO EN LOS CORREGIMIENTOS DE PATÍA Y PILIMBALÁ**

TEST DEL BANCO								
EVALUADOS	PATÍA			PILIMBALÁ			%RENDIMIENTO PILIMBALÁ	DIF. % REND. PATÍA - PILIMBALÁ
	minuto finalización	vo2max (ml.kg.min)	valoración	minuto finalización	vo2max (ml.kg.min)	valoración		
1	15	49,5	buena	12	42,8	suficiente	86,4	13,6
2	16	51,8	excelente	11	40,5	suficiente	78,3	21,7
3	16	51,8	excelente	10	38,3	mala	73,9	26,1
4	17	51,0	excelente	11	40,5	suficiente	79,4	20,6
5	15	49,5	buena	9	36,0	mala	72,7	27,3
6	15	49,5	buena	12	42,8	suficiente	86,4	13,6
7	13	45,0	suficiente	12	42,8	suficiente	95,0	5,0
8	11	40,5	suficiente	10	38,3	mala	94,4	5,6
9	12	42,8	suficiente	12	42,8	suficiente	100,0	0,0
10	16	51,8	excelente	15	49,5	buena	95,6	4,4
11	14	47,3	buena	15	49,5	buena	104,8	-4,8
12	15	49,5	buena	12	42,8	suficiente	86,4	13,6
	<b>MEDIA</b>	48,2			42,0			
			<b>DIF. MEDIAS</b>	6,2 ml.kg.min				

**GRÁFICA Nº 6: CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO (ml.kg.min) OBTENIDO MEDIANTE EL TEST DEL BANCO APLICADO EN LOS CORREGIMIENTOS DE PATÍA Y PILIMBALÁ**



Según la gráfica nº 6, los evaluados 7, 8 y 10 disminuyeron en poca proporción su VO<sub>2</sub> Máx. al aplicar el test del banco en el corregimiento de Pilimbalá con relación al conseguido en el corregimiento del Patía. Así mismo los evaluados 2, 3 y 10 obtuvieron el mejor VO<sub>2</sub> Máx. en la primera toma, encontrándose con una valoración de excelente, aunque en el corregimiento de Pilimbalá los evaluados 2, 3 y 5 disminuyeron significativamente su capacidad aeróbica máxima a una calificación entre mala y suficiente, según la tabla nº 1.

Por otra parte el evaluado nº 9 obtuvo el mismo consumo máximo de oxígeno al realizar el test del banco en las dos alturas, según se observa en la gráfica nº 6, consiguiendo así el 100% de su rendimiento tanto en el Patía como en Pilimbalá (tabla nº 4). Este evaluado obtuvo una valoración de suficiente (tabla nº 1).

El evaluado n° 11 mostró un mayor  $VO_2$  Máx. en la segunda toma (gráfica n° 6), lo que significa que mejoró su rendimiento al 104, 8% (tabla n° 4).

En esta misma tabla se observa que el  $VO_2$  Máx. alcanzado por los evaluados durante la aplicación del test del banco en el Patía, estuvo entre 40.5 ml.kg.min y 51.8 ml.kg.min. en comparación al obtenido en el corregimiento de Pilimbalá que osciló entre 36 ml.kg.min y 49.5 ml.kg.min al realizar el mismo test.

De acuerdo a lo expuesto en la tabla n°4 se observa una reducción de 6.2 ml.kg.min del consumo máximo de oxígeno obtenido de la aplicación del test del banco en el corregimiento de Pilimbalá, en comparación al  $VO_2$  máximo obtenido al aplicar el mismo test en el corregimiento del Patía.

Por otra parte, al hacer la primera toma se encontró que 4 evaluados estuvieron por debajo de la media, la cual fue de 48,2 ml/kg/min, quienes se encuentran en una valoración entre buena y suficiente. Así mismo hubo 8 evaluados que estuvieron por encima de dicha media y que se encontraron en una valoración entre buena y excelente (tabla n° 4).

En la segunda toma, 7 evaluados están por encima de la media (42 ml/kg.min), encontrándose en una calificación entre suficiente y buena. De igual manera 5 de ellos se ubicaron por debajo de la media con una valoración entre suficiente y muy pobre según la tabla n° 4.

Respecto al porcentaje de rendimiento obtenido en las dos alturas, 6 evaluados disminuyeron entre 4,4% y 13,6% al aplicar el test del banco en el corregimiento de Pilimbalá, con respecto al 100% obtenido en el Patía. Así mismo los evaluados 2, 3, 4 y 5 disminuyeron su  $VO_2$  Máx. en un porcentaje entre 20,6% y 27,3% en relación a lo conseguido en la primera toma. Con respecto al evaluado n° 9 logró el 100% de su rendimiento en las dos alturas donde se aplicó el test (tabla n° 4).

## 7. DISCUSIÓN

El consumo de oxígeno, como lo determina Chicharro (1995:209,213), es un parámetro fisiológico que expresa la cantidad de oxígeno que consume o utiliza el organismo de un individuo para realizar cualquier actividad de la vida diaria.

De igual forma, a medida que se establece una mayor demanda energética, el consumo de oxígeno va siendo cada vez mayor, es decir, que al realizar ejercicio, al practicar algún deporte o realizar una prueba de esfuerzo, el consumo de oxígeno aumenta hasta alcanzar su máximo punto, lo que se denomina el máximo consumo de oxígeno.

Así mismo, el  $VO_2$  Máx. es muy variable, ya que puede afectarse por causas de tipo ambiental, psicológicos y/o físicos y depende fundamentalmente de las características específicas de cada individuo, como la genética o herencia, el nivel de entrenamiento, las actitudes y aptitudes, entre otras. En el caso de esta investigación el factor influyente más importante en el cambio del  $VO_2$  Máx. al aplicar dos test de resistencia aeróbica, fue la altura sobre el nivel del mar, puesto que su efecto en el organismo tuvo como consecuencia la variación del consumo máximo de oxígeno en los evaluados al realizar los test de Legger y del Banco a 910 y 3471 msnm.

De esta manera se cumple la hipótesis verdadera de este trabajo investigativo, puesto que el consumo máximo de oxígeno disminuyó significativamente al realizar los test físicos a 3471 msnm, en comparación a los resultados obtenidos a 910 msnm. Además esto se relaciona con la investigación realizada por Miranda y Rawlings (2004) donde concluyen que al comparar el  $Vo_2$ máx. de los dos grupos evaluados hubo una disminución al exponerse a una altura de 2.800 msnm. En este mismo sentido Spielvogel H, Vargas E, Soria R, Salinas C, Villena M. exponen que desde el punto de vista bioenergético se observa una discreta disminución del consumo de oxígeno en los jugadores recién llegados a la altura, puesto que el organismo humano, en estas circunstancias de aclimatación aguda

a la altura, moviliza todos los mecanismos posibles tratando de compensar el menor aporte de oxígeno ambiental. Precisamente Terrados citado por González (1992:209) explica que el factor que principalmente afecta a la respuesta fisiológica del organismo a la altitud es la disminución de la presión barométrica que producirá una baja en la presión parcial de oxígeno en el aire inspirado. Debido a ello, el gradiente de presión entre el alveolo y la sangre venosa del capilar pulmonar disminuirá en altitud y la presión parcial de oxígeno en la sangre arterial (PaO<sub>2</sub>) se reducirá. Los quimiorreceptores situados en la aorta y en los cuerpos carotídeos, al ser muy sensibles a los cambios en la PaO<sub>2</sub>, enviarán impulsos al centro respiratorio para aumentar la ventilación pulmonar.

De acuerdo a lo anterior, se puede asumir que la disminución considerada del VO<sub>2</sub> Max. en los deportistas al realizar los test a 3471 msnm, se debió a que: cuando se aumenta la altura, la densidad y la presión atmosférica disminuyen, lo que conlleva a que la presión parcial de oxígeno también baje tanto a nivel del aire como a nivel arterial, impidiendo una adecuada obtención de oxígeno por el organismo, pues la mayoría de los evaluados en Pilimbalá (3471 msnm), disminuyeron el tiempo de duración en los test, en comparación al tiempo conseguido en el Patía (910 msnm). De igual forma su falta de oxígeno fue notoria, incluso algunos deportistas sintieron fatiga solo en el segundo minuto de haber empezado la primera prueba. (Ver tabla n°3)

Así, cuando la altura es cada vez mayor, superando los 2000 msnm, las partículas de oxígeno en el aire están más dispersas, puesto que la presión atmosférica disminuye no solo porque hay menos atmósfera por encima, sino porque además la densidad del aire es cada vez menor, principalmente por la disminución de la gravedad (en proporción al cuadrado de la distancia al centro de la tierra, lo que significan 0.003 m/s cada 1000 m de ascenso) lo que separa cada vez más a sus moléculas (Bellomio:2007). Esta separación impide al organismo de una persona inspirar más cantidad de oxígeno y sufrir una hipoxia. Sin embargo la respuesta fisiológica del cuerpo al sentir esa necesidad eleva el metabolismo para

compensar esa falta de O<sub>2</sub>, elevando la ventilación pulmonar, el gasto cardiaco y la frecuencia cardiaca, tanto en reposo como en el ejercicio físico, lo que también afectó el consumo máximo de oxígeno.

De este modo, cuando los evaluados realizaron los test de resistencia aeróbica en altitud, la ventilación y la frecuencia cardiaca se mantuvieron elevadas por encima de los valores a nivel del mar para la misma carga de trabajo. Estos cambios no lograron compensar el efecto de la hipoxia, debida a la menor PaO<sub>2</sub>, evidenciándose en el VO<sub>2</sub> Máx. y en el rendimiento aeróbico, una clara disminución en mayor altitud. Así cuando los evaluados realizaron los test de resistencia aeróbica a la altura de 3471 msnm, la demanda de oxígeno fue mayor, en contraste con la disminución de la presión parcial de oxígeno, lo que por supuesto conllevó a que el organismo de algunos deportistas se agotara más rápido y tuvieran una disminución significativa en su VO<sub>2</sub> Máx. reafirmando lo expuesto por McArdle (1996) citado por Miranda y Rawlings (2004) quien dice que la principal alteración que sufre un sujeto al exponerse a la altura es la disminución del VO<sub>2</sub> máx.; éste disminuye aproximadamente entre un 5-10% a los 2000 msnm, pudiendo llegar a disminuir hasta un 70% a los 7400 msnm. Sobre los 1500 m de altura se produce una disminución lineal del VO<sub>2</sub> máx. a una frecuencia de 10% cada 1000 m.

Así mismo y conforme a la experiencia vivida durante esta investigación, se puede asegurar que los evaluados tuvieron un proceso de adaptación de aproximadamente 20 horas, y que de acuerdo a González (1992:209), quien expone que el proceso de adaptación a la altura debe hacerse de tres a seis días, no hubo una buena adaptabilidad para realizar los test de resistencia aeróbica y esto se pudo comprobar al tomar la frecuencia cardiaca en reposo de los deportistas a 3471 msnm, pues aumentó comparándola con la tomada a 910 msnm (anexo 1). El aumento en las frecuencias cardiacas por la elevación del gasto cardiaco y la elevación en la ventilación pulmonar, tan solo en reposo para la obtención de mayor oxígeno, indica el rápido agotamiento que tuvieron los

deportistas al realizar las dos pruebas de esfuerzo aeróbico aplicadas a 3471 msnm. En relación al tiempo de aclimatación a la altura y teniendo en cuenta que esta investigación fue realizada con deportistas que practican el fútbol, es necesario citar a Spielvogel H, Vargas E, Soria R, Salinas C, Villena M. (2009:3-9) quienes dicen que previamente a un partido de fútbol existe una vasta experiencia de cerca de 80 años, publicada en forma de estadísticas bien respaldadas y análisis paralelos del tema, que de una forma muy objetiva muestran que no es conveniente jugar inmediatamente o a las pocas horas después de haber llegado a un sitio de gran altura. Es necesario remarcar que en la totalidad de los casos constituyen decisiones del cuerpo médico-técnico de cada equipo. Sin embargo, los datos estadísticos permiten definir que el espacio de tiempo más conveniente sería dentro de las primeras 72 horas. Las estadísticas muestran que los pocos equipos procedentes de alturas cercanas de nivel del mar que se quedaron más de una semana en La Paz (3600 msnm), perdieron los partidos. Está comprobado que las cifras del consumo máximo de oxígeno no mejoran en periodos más largos (2 semanas), tiempo mínimo de aclimatación que recomienda la FIFA para obtener un rendimiento óptimo.

Otro factor importante que contribuyó en las alteraciones fisiológicas de los evaluados fue la temperatura, teniendo en cuenta que la población de deportistas vive en el Patía que se encuentra a 910 msnm y su temperatura oscila entre 33° C y 38° C mientras que en Pilimbalá la temperatura está entre 3°C y 8°C, incluso por el cambio climático, a causa del calentamiento global, las temperaturas en los dos lugares han cambiado significativamente, tanto que en Pilimbalá en ocasiones llega a niveles bajo cero y en el Patía llega hasta 42° C. Hein L. (2005).

En este mismo sentido, es de gran importancia en esta investigación tener en cuenta la temperatura, pues a pesar de ser un agente externo al deportista, de igual forma incidió en el momento de realizar los test físicos en las dos diferentes alturas. Esto se hizo visible en cada uno de los evaluados por sus respuestas físicas como fue la transpiración y deshidratación del cuerpo experimentadas en el



momento de realizar un esfuerzo físico. Aspectos que se evidenciaron al realizar los test en el municipio del Patía, ya que la temperatura en este lugar es muy elevada, y más aún si se realiza un ejercicio máximo pues debido a mecanismos fisiológicos la temperatura corporal tiende a aumentar, y como respuesta a ello, el cuerpo elimina el sudor para “refrigerarse” y mantener una adecuada homeostasia, pudiendo incidir también en los resultados esperados.

De igual manera se observó claramente una disminución en la segregación de sudor en los deportistas al realizar los test en el corregimiento de Pilimbalá, ya que la baja temperatura hizo que los deportistas a nivel de la termorregulación tuvieran una mayor pérdida de calor (tanto radiante como a través de la respiración), lo que implica una menor temperatura interna. También la temperatura muscular es menor al igual que el umbral de temperatura para comenzar a sudar; este se determina a una temperatura menor en ambiente frío, dado que se desprende mayor calor, como adaptación para regular la temperatura interna. Bergua P. (2011).

Por otra parte la alta altitud y la baja temperatura, también incidieron negativamente en los futbolistas, ya que el lugar donde se realizó la segunda toma hizo que varios deportistas sufrieran del “mal agudo de montaña” (González 1992:289) presentando síntomas como insomnio, náuseas, vértigo, agotamiento extremo, descoordinación, entre otros; síntomas que por supuesto también influyeron en el rendimiento de los evaluados.

Se debe resaltar que la mayoría de los deportistas no alcanzaron su frecuencia cardiaca máxima a 3471 msnm, pero su agotamiento físico fue notorio y mucho más rápido que a 910 msnm, sobre todo en el test de Legger. (Ver tabla 3 y anexo 1)

Por otro lado, tres deportistas marcaron diferencia dentro del grupo evaluado, al realizar los test a 3471 msnm, por ejemplo, uno de ellos obtuvo el mismo  $VO_2$  Máx. en el test del banco; otro presentó el mismo consumo de oxígeno en el test

de legger y el último aumentó su consumo máximo de oxígeno al realizar el test del banco a mayor altitud (tablas 3 y 4). Sin embargo las frecuencias cardiacas manejadas por estos deportistas al realizar los test en el corregimiento de Pilimbalá (3471 msnm), indicaron que su rendimiento físico en la primera toma (910 msnm) no reflejó haber ejecutado un esfuerzo máximo, puesto que su frecuencia cardiaca máxima se encontró entre 195 y 200 ppm, según la fórmula de Tanaka (2001) citado por Jiménez (2007), que es  $208.7 - (0.73 \times \text{edad})$  para hombres < 20 años, y la obtenida en los dos lugares donde se aplicaron las pruebas estuvieron por debajo de las cifras anteriormente mencionadas. (Anexo 1).

Para estos casos especiales es necesario referirse a Arias (2005) quien expone en su estudio que el resultado del  $\text{VO}_2$  Máx. no necesariamente debe ser interpretado como un dato determinante de rendimiento físico, ya que también suele ser afectado por diversas variables como la motivación del deportista. De igual forma la genética juega un papel importante puesto que el  $\text{VO}_2$  Máx. también depende de ella, así como explica Chicharro (1995) que el  $\text{VO}_2$  Máx. es un factor fisiológico muy variable entre individuos, y depende fundamentalmente de la dotación genética, la edad, el género, el peso y el grado de entrenamiento o de condición física y los estados emocionales; la condición aeróbica está en gran parte determinada genéticamente: la herencia puede condicionar hasta el 80% del  $\text{VO}_2$  Máx., dependiendo sólo un 20% del entrenamiento. Se debe tener en cuenta que tales factores no son el objeto de esta investigación, aunque son imprescindibles para determinar el  $\text{VO}_2$  Máx. en un individuo. Sería importante profundizar en estos factores para obtener datos más objetivos, para lo cual se debe llevar un proceso contencioso y prolongado y apoyarlo con pruebas, que permiten la objetividad de los datos.

## 8. CONCLUSIONES

Después de un detallado y riguroso análisis de los datos, confrontados con autores y otros trabajos afines, se pueden sacar las siguientes conclusiones

- El Consumo máximo de oxígeno disminuye significativamente en los deportistas del corregimiento del Patía al realizar dos pruebas de resistencia aeróbica a una altura de 3471 msnm.
- A mayor altura, son mayores las exigencias a nivel fisiológico, lo que implica un aumento en la ventilación pulmonar, en el gasto cardiaco y en la frecuencia cardiaca de los deportistas, por lo cual se llega más rápido a la fatiga muscular, disminuyendo el  $Vo_2$  Máx.
- A mayor altura sobre el nivel del mar (3471 msnm) la presión barométrica y la densidad del aire disminuyen, lo que hace que el cuerpo difícilmente capte las partículas de oxígeno y se llegue a una hipoxia.
- De acuerdo a lo expuesto por Chicharro (1995), el  $Vo_2$  Máx. depende en gran medida de factores tales como la genética, la edad, el peso, la altura, la temperatura, los aspectos psicológicos como la motivación; elementos físicos como la condición física y el nivel de entrenamiento.
- A mayor altura, menor temperatura lo cual influyó negativamente en los aspectos físicos de los deportistas afropatianos, que realizaron los test del banco y de Legger.

## 9. RECOMENDACIONES

- Es necesario que las personas interesadas en el área del deporte, tengan en cuenta este tipo de investigaciones como referente para los procesos de entrenamiento deportivo, con el fin de obtener buenos resultados en las competencias departamentales, nacionales y/o internacionales.
- Se debe incentivar a los estudiantes del programa de Educación Física de la Universidad del Cauca a realizar investigaciones relacionadas con el  $VO_2$  Máx. y la altura geográfica, para así conocer las respuestas del organismo a la altura en las diferentes disciplinas deportivas. Estas investigaciones también se podrían relacionar con factores como el índice de masa corporal, la genética, el nivel de entrenamiento, etc. que permitan obtener datos más objetivos y ampliar la información acerca de este tema.
- Sería interesante que quienes están inmersos en el campo del deporte, investiguen acerca del mejoramiento de las capacidades físicas en la altura, para que de esa manera se esclarezcan algunos mitos sobre si el trabajo físico en la altura es favorable o desfavorable para los deportistas y sus competencias.
- El fútbol es un deporte donde prima la resistencia, (sin decir que las demás capacidades condicionales y perceptivas no sean importantes para el buen desarrollo de este deporte), y se hace casi obligatorio que el entrenador (a), tenga buenos conocimientos sobre sistemas energéticos entre otros aspectos fisiológicos, y de la demanda de oxígeno que cada uno de ellos requiere para funcionar correctamente, para que de esta manera se entienda sobre el posible beneficio o perjuicio de tener dentro del plan de entrenamiento la altura como una opción, en aras de mejorar el rendimiento físico de los deportistas.
- Sería de gran importancia tener en cuenta antes de realizar un proyecto de investigación sobre el consumo máximo de oxígeno ( $Vo_2$  Max). en la altura, hacer una evaluación médica a los deportistas con los cuales se va a

realizar la investigación, ya que cuando el cuerpo está acostumbrado a realizar un esfuerzo físico a un bajo nivel del mar, y se quiere realizar ese mismo trabajo en la altura, el cuerpo presenta un desequilibrio fisiológico, alterando significativamente la frecuencia cardíaca y el consumo máximo de oxígeno (Vo2 Max).

- Es de gran importancia desarrollar este tipo de investigaciones en la región para que se generen suficientes recursos, para apoyar el deporte y así contribuir al buen desenvolvimiento de los deportistas en las diferentes competencias.
- El fútbol es una disciplina deportiva con un despliegue de predominio aeróbico y con episodios cortos anaeróbicos que por otra parte obliga a considerar el gasto energético según la posición del jugador en el campo de juego. Sin embargo, es posible realizar pruebas de laboratorio cuyos resultados pueden servir para interpretar los cambios debidos no solo a factores climáticos como la altura sino también al grado de entrenamiento de cada uno de los jugadores. No se puede negar el cambio que puede producir una aclimatación aguda, pero antes de cualquier juicio interpretativo se debe tener en cuenta la individualidad de las reacciones. Spielvogel H, Vargas E, Soria R, Salinas C, Villena M. (2009).

## 10. BIBLIOGRAFÍA

ALBA A. Test Funcionales: Cineantropometría y prescripción del entrenamiento en el deporte y la actividad física. Editorial Kinesis. Armenia-Colombia. 2005. (p. 34, 35, 43, 44)

ARIAS F. Frecuencia cardiaca y consumo máximo de oxígeno como indicador de carga en los estudiantes de grado séptimo del centro educativo indígena jiisafxiw – resguardo de yaquivá municipio de Inzá (cauca). 2005. (p. 10, 38)

BENNASSAR M. CAMPOMAR M. PONS J. GALDÓN O. GATICA P. GERONA T. JORGE J. LLORET M. LÓPEZ F. LÓPEZ J. MORAS G. PADULLES J. PORTA M. QUIN J. Manual de Educación física y Deporte, técnicas y actividades prácticas. Editorial Océano. Madrid. (2007). (p. 447, 448, 461, 474)

CALDAS R. VALVUENA L. MARINO F. Perfil funcional de deportistas antioqueños de rendimiento evaluados durante el periodo 1985-1992. Antioquia. 1995. (p. 45)

CAMPILLO J. Alimentación: ciencia, tradición y salud. ARÁN ediciones S. A. Madrid. 1997. (p. 5)

CHICHARRO J. Fisiología del ejercicio. Editorial medica panamericana. Madrid. 1995. (p. 209, 213)

CURSIO C. Investigación cuantitativa: una Perspectiva Epistemológica y Metodológica. Editorial Kinesis. Armenia. 2002. (p. 54)

FLÓREZ A. RAMÍREZ Y. VELASCO S. Caracterización Antropométrica de los y las estudiantes afropatianos de los grados octavo y noveno de la Institución Educativa Capitán Bermúdez del municipio de Patía. Cauca. 2010. (p.17, 76, 104)

GONZÁLEZ J. Fisiología de la actividad física y el deporte. Editorial McGRAW-HILL. España. 1992. (p. 209, 289)

HERNÁNDEZ R. FERNÁNDEZ C. BAPTISTA P. Metodología de la investigación. 2da edición. Editorial McGraw- hill. 1995. (p. 120, 121, 125)

HÜTER A. SCHEWE H. HEIPERTZ, W. Fisiología y teoría del entrenamiento. España. Editorial Paidotribo. 2006. (p. 247, 248, 287, 473)

JIMENEZ A. Personal Training. Entrenamiento Personal. Bases, fundamentos aplicaciones. 2da edición. Editorial INDE. 2007. (p. 80)

KENNETH A. Diccionario de Medicina OCEANO MOSBY. Editorial OCÉANO. España. 1994. (p. 432)

LEY 181 del deporte en Colombia. Coldeportes Caldas. 1995 Art. 15.

MENDOZA R. Investigación cualitativa y cuantitativa. Diferencias y limitaciones.

#### **FUENTES VIRTUALES**

1. SPIELVOGEL H, VARGAS E, SORIA R, SALINAS C, VILLENA M. Fútbol en la Altura en Bolivia. Cuadernos del Hospital de Clínicas. Vol. 54 No. 1. Bolivia. 2009. (p. 3 – 9). En: [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1652-67762009000100002&lng=en&nrm=iso](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762009000100002&lng=en&nrm=iso). Consulta: 13/03/2012. Hora: 2:30 pm.
2. Parques Nacionales. En: <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/PNNPurace.pdf>. Consulta: 25/02/2011. Hora: 3:10 pm.
3. Gobernación del Cauca. Fuente: <http://patia-cauca.gov.co/index.shtml>. Consulta: 26/02/2011. Hora: 2:32 pm.
4. Glosario del Instituto colombiano de Geología y Minería. En: [http://www.ingominas.gov.co/component/option,com\\_glossary/limit,15/limit\\_start,135/](http://www.ingominas.gov.co/component/option,com_glossary/limit,15/limit_start,135/). Consulta: 15/03/ 2011. Hora: 3:30 pm.

5. LOZANO R. VILLA J. MORANTE J. Características Fisiológicas del patinador de velocidad sobre ruedas determinadas en un test de esfuerzo en el laboratorio. 2006. Universidad de Pamplona (Colombia), Universidad de León (España). Revista digital - Buenos Aires - Año 10 - N° 94 – Marzo de 2006. En: <http://www.efdeportes.com/efd94/patin.htm>. Consulta 16/03/2011. Hora: 3:10 pm:
6. MIRANDA S. RAWLINGS P. Consumo máximo de oxígeno en respuesta a la exposición a una altura moderada. Efecto del entrenamiento previo. 2004. Universidad de Chile. Facultad de Medicina. Escuela de Kinesiología. En:  
[http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2004/miranda\\_s/sources/miranda\\_s.pdf](http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2004/miranda_s/sources/miranda_s.pdf). Consulta: 17/03/2011. Hora: 4:03 pm.
7. BELLOMIO C. Fisiopatogenia de la altitud. FAC. Federación Argentina de Cardiología. 2007. En: <http://www.fac.org.ar/qcvc/llave/c07e/bellomioc.php>. Consulta: 25/02/2012. Hora: 2:31 pm.
8. HEIN L. Atmosfera y leyes de los gases. Fuerza Aérea de Chile - Centro de Medicina Aeroespacial. 2005. En: <http://cmae.fach.cl/docum/atmosfera.pdf>. Consulta: 14/03/2012. Hora: 3:27 pm.
9. BERGUA P. El frío y el rendimiento; monte invernal: ejercicio físico en ambiente frío. 2011. En: <http://www.barrabes.com/revista/preparacion-fisica/2-6946/frio-rendimiento-monte-invernal-ejercicio.html>. Consulta: 13/03/2012. Hora: 6:23 pm.



### ANEXO 1. DATOS FRECUENCIA CARDIACA

DATOS		FC REPOSO PATÍA	FC REPOSO PILIMBALÁ	FC SEGÚN TANAKA (2001)	TEST DE LEGGER		TEST DEL BANCO	
EVALUADO	EDAD			FCM	PATÍA	PILIMBALÁ	PATÍA	PILIMBALÁ
1	16	70	90	197	203	190	204	179
2	17	59	89	196	193	190	220	195
3	18	60	96	196	199	176	185	172
4	18	65	87	196	190	180	188	183
5	16	67	76	197	189	162	181	174
6	18	70	70	196	195	150	191	180
7	16	70	90	197	199	172	194	191
8	17	60	72	196	198	178	189	181
9	16	67	76	197	174	158	207	191
10	16	76	84	197	207	183	202	195
11	16	61	81	197	206	183	202	191
12	18	70	96	196	205	198	210	207

## ANEXO 2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIÓN	TIPO O NATURALEZA	INDICADOR	ÍNDICE
Vo2 máximo	Capacidad aeróbica máxima	dependiente	ml.kg.min.	<b>Tabla del vo2 Máx. (Cooper 1982)</b> <b>Edad entre 13 y 19 años Masculino</b> Muy pobre < 35 Mala 35.0 - 38.3 Suficiente 38.4 – 45.1 Buena 45.2 – 50.9 Excelente 51.0 – 55.9 Superior > 56.0

VARIABLE	DIMENSIÓN	TIPO O NATURALEZA	INDICADOR	ÍNDICE
Edad	Tiempo que ha vivido una persona	independiente	Tiempo cronológico.	El estudio se va a realizar en hombres de 16 a 18 años de edad.

VARIABLE	DIMENSIÓN	TIPO O NATURALEZA	INDICADOR	ÍNDICE
Peso	Es la obtención de peso total de cuerpo del evaluado, vestido con el mínimo de ropa posible, situado en el centro de la	independiente	kilogramos	Adolescente Masculino Edad (16-18) Aprox. 60-65 kg

	balanza, sin tener ningún tipo de apoyo.			
<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>TIPO O NATURALEZA</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>ÍNDICE</b>
Altitud	Distancia vertical a un origen determinado, considerado como <i>nivel cero</i> , para el que se suele tomar el nivel medio del mar.	interviniente	Metros sobre el nivel del mar.	Patía 910 msnm  Pilimbalá 3471 msnm

### ANEXO 3. PROTOCOLO DEL TEST DE LEGGER

El test de Legger, es un test que mide el VO<sub>2</sub> Máx., la frecuencia cardiaca máxima real, la potencia aeróbica máxima y la velocidad aeróbica máxima. Éste es un test progresivo, máximo, continuo, indirecto y colectivo de carreras de ida y vuelta, que consiste en recorrer entre dos líneas distantes 20 Mts entre sí. Cada minuto el atleta debe aumentar su velocidad la cual es controlada por medio de un sonido grabado en cinta magnetofónica. En cada sonido de la señal el atleta debe estar en uno de los extremos, la velocidad inicial es 8.5 k/h y esta se incrementa 0,5 km/h cada minuto. Alba (2005:43).

El test culmina cuando el atleta no puede sostener la velocidad que se exige. Cabe destacar que cada minuto equivale a un escalón en el test, por consiguiente si terminó en el escalón 10 quiere decir que soportó 10 minutos. En cada escalón se registra la frecuencia cardiaca máxima y la velocidad final con la que termina el jugador. Alba (2005:44).

Para obtener el VO<sub>2</sub> Máx. se aplica la siguiente fórmula:

$$\bullet \text{VO}_2 \text{ Máx.} = 31,025 + (3,238 \times V.F) - (3,248 \times E) + (0,1536 \times VF \times E)$$

Las ventajas de este test son en primer lugar que su ejecución es sencilla, es de fácil aplicación, se necesita poco material y se puede realizar en grupos numerosos sin perder fiabilidad. Así mismo es una prueba que es mejor soportada psicológicamente (difícil al final) y sirve para realizar un plan de entrenamiento aeróbico. Alba (2005:44).

#### **ANEXO 4. PROTOCOLO DEL TEST DEL BANCO**

Los escalones o steps constituyen equipos de evaluación confiable y fácil de obtener. Los índices fisiológicos se incrementan durante un ejercicio máximo hasta valores muy cercanos a los registrados con la banda sin fin, debido a la movilización de grandes grupos musculares. Alba (2005.34)

Un aspecto relacionado con la estandarización de los step test, lo constituye la selección de la altura correspondiente. Muchas metodologías ofrecen pautas acerca de la altura con la cual se debe realizar el test, no obstante, un criterio acertado lo constituye la altura que alcanza el pie del examinado cuando este flexiona su rodilla a un ángulo de 90°. Alba (2005.34)

La frecuencia de ciclos de ascensos y descensos por minuto debe ser ajustada utilizando un metrónomo. Cada ciclo consta de 4 pasos, dos para subir y dos para bajar, por ello la frecuencia de sonidos por minuto del metrónomo se ajusta multiplicando por 4 la frecuencia de escalamiento. Alba (2005.34)

Para el cálculo del  $VO_2$  durante la realización de ascensos y descensos sobre escalones (step) hay que tener en cuenta El costo de oxígeno total de este ejercicio es la suma de los costos de oxígeno de subir, bajar y de desplazarse hacia delante y hacia atrás en horizontal. Durante el ascenso a un step se consume 1.8 ml/kg/min.kgm. El costo de oxígeno de bajar es una tercera parte del costo de subir una altura, por tanto el costo de subir y bajar es 1.33 veces el costo de la subida.

El costo de oxígeno de desplazarse hacia delante y hacia atrás en horizontal es proporcional a la cadencia. De tal forma que al dividir la frecuencia de ciclos/min entre 10 se obtienen mets y luego al multiplicar por 3.5 se obtiene el consumo de oxígeno en ml/kg/min.

La fórmula para obtener consumo de oxígeno (ml/kg/min) durante el trabajo de escalonamiento es:

$$VO_2 = (\text{altura del escalón en metros}) \times \text{ciclos/min} \times 1.8 \times 1.33 + \text{ciclos/min} \times (0,35 \text{ ml.kg.min})$$

Estos test permitieron acercarse lo más próximo al consumo máximo de oxígeno real, sin embargo es necesario resaltar que para obtener “verdaderos” resultados se deben hacer pruebas de laboratorio.

### ANEXO 5. FICHA DE REGISTRO DE DATOS: TEST DE LEGGER

NOMBRE: \_\_\_\_\_

EDAD: \_\_\_\_\_ PESO: \_\_\_\_\_ TALLA: \_\_\_\_\_ FCR: \_\_\_\_\_ FCM: \_\_\_\_\_

#### TEST DE LEGGER

MINUTO	VELOCIDAD km/h	TIEMPO	FRECUENCIA CARDIACA	MINUTO TERMINADO
1	8,5	8,47 seg		
2	9	8 seg		
3	9,5	7,58 seg		
4	10	7,2 seg		
5	10,5	6,86 seg		
6	11	6,54 seg		
7	11,5	6,26 seg		
8	12	6 seg		
9	12,5	5,76 seg		
10	13	5,54 seg		
11	13,5	5,33 seg		
12	14	5,14 seg		
13	14,5	7,96 seg		
14	15	4,8 seg		
15	15,5	4,64 seg		
16	16	4,5 seg		
17	16,5	4,36 seg		
18	17	4,23 seg		
19	17,5	4,11 seg		
20	18	4 seg		

FC1: \_\_\_\_\_

FC2: \_\_\_\_\_

FC3: \_\_\_\_\_

**ANEXO 6. FICHA DE REGISTRO DE DATOS: TEST DEL BANCO**

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**EDAD:** \_\_\_\_\_ **PESO:** \_\_\_\_\_ **TALLA:** \_\_\_\_\_ **FCR:** \_\_\_\_\_ **FCM:** \_\_\_\_\_

**TEST DEL BANCO**

<b>MINUTO</b>	<b>CICLOS</b>	<b>FRECUENCIA CARDIACA</b>	<b>MINUTO TERMINADO</b>
1	20		
2	22.5		
3	25		
4	27.5		
5	30		
6	32.5		
7	35		
8	37.5		
9	40		
10	42.5		
11	45		
12	47.5		
13	50		
14	52.5		
15	55		
16	57.5		
17	60		
18	62.5		
19	65		
20	67.5		

**FC1** \_\_\_\_\_

**FC2:** \_\_\_\_\_

**FC3:** \_\_\_\_\_