

Artículo de investigación

## CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS VENTILATORIOS Y ANTROPOMÉTRICOS EN CICLISTAS DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ

*Characterization of ventilatory and anthropometric parameters in cyclists of the municipality of Fusagasugá*

*Caracterização dos parâmetros ventilatórios e antropométricos dos ciclistas do município de Fusagasugá*

---

Ángel Gabriel Montoya Pachón, M.Sc.  
Alejandro Méndez Uricoechea, M.Sc.  
Juan Pablo Reyes, M.Sc.  
Pablo Yamir Peralta Beltrán, MSc.  
Diego Fernando Gutiérrez Domínguez  
Daniel Fernando Cadavid Velásquez

---

Recepción: 04/04/18      Aceptación: 01/08/18

### Resumen

El presente artículo expone el desarrollo de una caracterización morfo fisiológica de un grupo de 15 ciclistas de competición del municipio de Fusagasugá, que pertenecen a las categorías pre juvenil, juvenil, sub 23 y elite. Se realizó una prueba espiro-métrica en cicloergómetro (test progresivo escalonado maximal) con el fin de hallar parámetros ventilatorios, y una valoración antropométrica para determinar composición corporal y somatotipo. Los datos obtenidos permitieron realizar un análisis comparativo con otros trabajos similares (Neumann, Basanta), para confrontar la condición física y estructura antropométrica de los sujetos de la muestra con poblaciones de alto rendimiento.

El estudio refleja los datos iniciales de un proyecto macro longitudinal, que permitió caracterizar la muestra para proyectar a futuro las adaptaciones y modificaciones del proceso de entrenamiento. Los datos se presentan analizando el W/Kg de peso, que permite identificar la potencia de cada uno de los ciclistas (teniendo en cuenta que este dato es utilizado hoy en día como referente de los procesos de entrenamiento en alto rendimiento). El  $VO_2$  Máx. se obtuvo de forma directa y se compara con los datos de ciclistas de alto rendimiento españoles, así como la composición corporal.

Los resultados muestran diferencias en relación con la potencia, niveles de  $VO_2$  Max. inferiores a los presentados por otros grupos, con excepción de los obtenidos en la categoría juvenil. La estructura corporal en cuanto a porcentaje muscular y grasa se encuentra en los rangos planteados por Muñoz y Cabanes, pero los datos de somatotipo (endo, meso, ecto) presentan grandes diferencias con los valores referenciados.

**Palabras clave:** ciclismo, caracterización, antropometría, potencia,  $VO_2$  Max., somatotipo.

## Abstract

This article presents the development of a physiological and morphological characterization of 15 competitive cyclists from the municipality of Fusagasugá, which are distributed in U 17, U 18 and U 23 and elite categories. An ergo-spirometric test (Maximal stepwise progressive test) was performed in order to find ventilatory parameters and an anthropometric assessment to determine body composition and somatotype. The data obtained allowed a comparative analysis with other similar studies (Neumann, Basanta) to compare the physical condition and anthropometric structure of the subjects of the sample with high yield populations.

The study shows the initial data of a longitudinal macro project, which allowed to characterize the sample to project into future the adaptations and modifications of the training process. The data were presented by analyzing the W/kg, which allows to identify the power of each of the cyclists (taking into account that this data is used today as a reference of high performance training processes).  $VO_2$  was obtained from the direct way and compared to data from Spanish high-performance cyclists, as the same way with body composition.

The data show differences in relation to potency,  $VO_2$  levels lower than those presented by other groups, except for those obtained in the juvenile category. The body structure in terms of muscle and fat percentage is found in the ranges proposed by Muñoz and Cabanes, but the somatotype data (endo, meso, ecto) present great differences with the referenced values.

**Keywords:** cycling, characterization, anthropometry, power,  $VO_2$  Max., somatotype.

---

## Resumo

Este artigo descreve o desenvolvimento de uma caracterização fisiológica e morfológica de um grupo de 15 ciclistas competitivos na cidade de Fusagasugá. Os cuales, são distribuídos nas categorias juvenis, pré juvenis, sub 23 e elite. Um teste de ergo-espirometria (teste de passo máximo), a fim de encontrar os parâmetros ventilatórios e avaliação antropométrica para determinar a composição corporal y Somatotipo. Os dados obtidos, permitiram fazer um análise comparativa com outros trabalhos similares (Neumann, Basanta), para comparar a condição física e estrutura antropométricas dos indivíduos da população con aqueles de alto desempenho.

O estudo mostra que os dados iniciais forman parte de um projeto de macro longitudinal, que permitiu a caracterização da amostra para projetar adaptações e modificações do processo de formação futuras. Os dados são apresentados por meio da análise da W/kg, que identifica a potência de cada um dos ciclistas (tendo em mente que estes dados são utilizados hoje em dia como um ponto de referência para os processos de formação em alto rendimento). O  $VO_2$  foi obtido diretamente e comparados com os dados de ciclistas espanholas de alto desempenho, assim como a composição corporal.

Os dados mostram diferenças em relação à potência, níveis de  $VO_2$  menor do que os relatados por outros grupos, com exceção dos obtidos na categoria juvenil. A estrutura do corpo em termos de percentagens do músculo e gordura está nos intervalos definidos por Muñoz e Cabanes, mas os dados do somatotipo (endo, meso, ecto) diferem grandemente com os valores referenciados.

**Palavras chave:** ciclismo, caracterização, antropometria, potência,  $VO_2$  Max., somatotipo.

---

## Introducción

En este artículo se pretende exponer el avance de la primera fase de un proyecto de carácter longitudinal con ciclistas de Fusagasugá, que consiste en caracterizar el perfil fisiológico a partir de la aplicación de una prueba de esfuerzo máximo para hallar los parámetros ventilatorios y una valoración antropométrica, con el fin de determinar los porcentajes que integran la composición corporal.

Esta caracterización busca establecer un punto de partida para futuros procesos de entrenamiento de ciclistas en el municipio y la región, contribuyendo al desarrollo deportivo. De igual forma este tipo de estudios promueve el interés por realizar la práctica del ciclismo de una manera más científica. En ese sentido, el ciclismo es uno de los deportes que ha crecido con las innovaciones tecnológicas y lo han consolidado como uno de los deportes de mayor rigor científico, sobre todo en lo concerniente a control, seguimiento, metodologías aplicadas y observación de variables entre otros. (Faria, E. & Cols 2005; Bishop, D. 2008).

Al contextualizar la práctica del ciclismo a nivel competitivo, es importante el conocimiento de las tendencias actuales de entrenamiento que favorezcan los procesos de preparación física, y el mejoramiento del performance deportivo para dar cumplimiento con los objetivos planteados durante el calendario anual. Por otro lado, hay que reconocer que el ciclismo es un deporte exigente que requiere de una gran base aeróbica para soportar periodos largos de trayecto y esfuerzo, los cuales se dan siempre en un contexto cambiante como lo es la modalidad de ruta.

La prueba de  $VO_2$  Max. (consumo máximo de oxígeno), es realizada de manera directa en laboratorio, que evalúa la cantidad de oxígeno que los músculos son capaces de consumir. En otras palabras, mide la capacidad aeróbica de los deportistas (Chicharro & Vaquero, 2006; McArdle et al., 2010). Aplicar pruebas de este tipo permite identificar y cuantificar el efecto del entrenamiento como un sistema de control, y así mismo motiva al deportista a esforzarse para aclarar objetivos del entrenamiento y observar como su nivel de rendimiento varía a lo largo de un ciclo. (Jens Bangsbo et al., 2006; Padilla, S. Mujika, I, and Cols, 1999).

En la actualidad existen variedad de estrategias y técnicas que permiten monitorizar el entrenamiento para darle un sentido objetivo y sistemático. Cada uno de ellos mide el impacto del entrenamiento en diferentes variables como la frecuencia cardiaca, RPE,  $VO_2$  Max., parámetros bioquímicos y fisiológicos, metabólicos, entre otros (Zapico & cols, 2007; Padilla, S. & Cols, 1999; Mujika, I; Padilla, S. 2001 y Pérez, J. & Cols. 2002). Para la

práctica de este deporte a nivel de rendimiento, es necesario tener en cuenta las características de los ciclistas en cuanto a predisposición genética, composición corporal y estado físico, apoyándose en procesos de control periódico, que permitan hacer seguimiento y adecuación a las variables evaluadas (Atkinson, G. & Cols. 2003).

El objetivo del estudio fue determinar el  $VO_2$  Max. y el perfil antropométrico de 15 ciclistas juveniles y elite del municipio de Fusagasugá, atendiendo a la proyección nacional en competencias de ruta, y la consolidación de las características generales del contexto como punto de partida para la estructuración de planes de entrenamientos adecuados a las condiciones de los ciclistas del municipio.

En vista de la masificación que ha tenido el ciclismo en la región, y la calidad de deportistas que van surgiendo a partir de la práctica de este deporte, surgió la necesidad de intervenir con proyectos de este tipo, con el fin de aplicar procesos de entrenamiento a partir de las condiciones morfológicas y fisiológicas (Faria, E. & Cols. 2005; Atikson, G. & Cols 2003) de los ciclistas del municipio, teniendo como punto de partida las características ambientales en que se desenvuelven y configuran dichas condiciones.

## Metodología

Este estudio se refiere a la primera fase de un proyecto longitudinal, con un diseño descriptivo correlacional, porque busca describir las características morfológicas con las fisiológicas del ciclismo.

Se contó con 15 ciclistas de ruta de categorías pre-juvenil, juvenil, sub 23 y elite del municipio de Fusagasugá, Colombia (edad  $16.9 \pm 1.8$ ; talla  $168.5 \pm 6.7$ ; y peso  $55.85 \pm 4.5$ ). El índice de masa corporal ( $19.66 \pm 1.10$ ), evidencia que los sujetos se encuentran en el rango de normalidad (18.5 a 24.9) según la Organización Mundial de la Salud (OMS); llevan un proceso de entrenamiento desde las categorías infantiles y se desenvuelven a nivel competitivo en las diferentes carreras programadas por el Calendario Ciclístico Nacional.

Respetando los aspectos éticos para la investigación con sujetos menores de edad, se diseñó un consentimiento informado firmado por un adulto responsable, explicando los riesgos del estudio. Los criterios de inclusión fueron la participación en competencias a nivel municipal, departamental y nacional; contar con experiencia en la realización de entrenamientos y competiciones en el ciclismo de ruta en un espacio de 3 años; llevar procesos de entrenamientos con el club Ciclo Ruta del municipio de Fusagasugá y estar dentro del rango de las categorías pre-juvenil, juvenil, sub 23 y elite.

Por su parte, los criterios de exclusión fueron: diagnóstico médico que incluya patologías que impidan la práctica del ciclismo, deportistas con lesiones que impidan dar su máximo desempeño en las pruebas y deportistas que no entrenen regularmente.

Se realizó una prueba de esfuerzo en laboratorio para identificar las condiciones en las que se encontraban los ciclistas, determinando  $VO_2$  Max. en un Cicloergómetro marca Monark, usando el protocolo de aumento escalonado de la carga con incremento de 20W cada minuto hasta el cansancio (Faria & Cols. 2005; Chicharro & Vaquero, 2006; McArdle et Al., 2010). Durante el desarrollo del protocolo se registraron datos de frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno, presión arterial,  $VO_2$  Max. y percepción de fatiga según la escala Borg (Muyor, J. & Cols 2015). Por otra parte, se efectuó una valoración antropométrica para determinar aspectos morfológicos mediante el método de la Isak (2001) -Sociedad Internacional para el Avance de la Kineantropometría (Soares dos Santos, S.; Pereira Guimaraes, F. 2002).

## Resultados

### Prueba $VO_2$ Max.

En la siguiente tabla se exponen los datos obtenidos a partir de la prueba de laboratorio: W/kg, frecuencia cardiaca promedio y máxima, presión arterial (inicial - final), saturación de oxígeno promedio, percepción de la fatiga según la escala de Borg en promedio (RPE), y  $VO_2$  Max. Esta tabla a su vez se encuentra sub dividida en cuatros grupos de sujetos, empezando por los de la categoría elite, sub 23, juvenil y pre juvenil respectivamente (ver tabla 1).

Producto de estos resultados se tomaron las variables para correlación W/kg, frecuencia cardiaca máxima y  $VO_2$  Max. y así establecer si existe relación en el comportamiento de estas, como consecuencia del desempeño físico de los ciclistas.

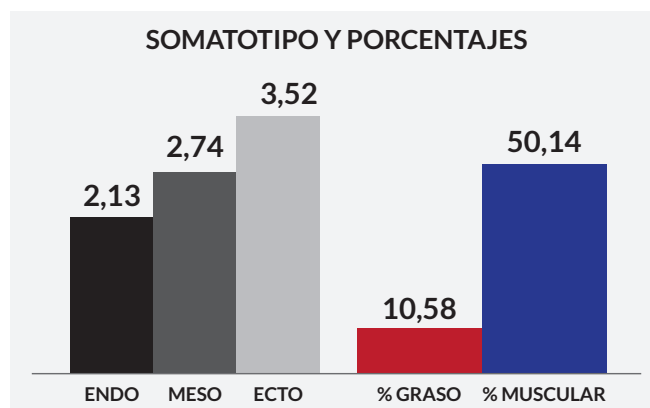
Se puede notar que el sujeto número 8 (juvenil), es el ciclista que más vatios movilizó en la prueba y el que mejor estado físico denota por sus pulsaciones y su  $VO_2$  Max. Sin embargo, se identifica que el sujeto número 2 (sub 23), es quien le sigue, incluso mostrando un  $VO_2$  Max. superior.

## Antropometría

En la siguiente tabla se exponen datos de talla, peso e IMC; los resultados de las mediciones antropométricas (pliegues, perímetros y diámetros) que permiten la obtención de los porcentajes graso y muscular, así mismo como los resultados para somatotipo (endo, meso, ecto). (ver tabla 2)

Estos resultados se sintetizan en la gráfica 2. La cual muestra los promedios de somatotipo, donde se puede notar la tendencia a presentar patrones ectomorfos. Estos datos a su vez se apoyan en los arrojados del porcentaje graso y muscular, donde el segundo es significativamente mayor que el primero.

Gráfica 1. Relación de antropometría somatotipo y porcentajes.



De esta manera se observa que en los ciclistas del municipio de Fusagasugá tiende a predominar el somatotipo ectomorfo, mientras que no existe diferencia significativa entre el somatotipo endo y meso. Los resultados, pueden apoyar la tesis de que los factores ambientales no son los únicos que influyen en la caracterización de los deportistas, sino también factores nutricionales que pueden llegar a explicar en parte la diferencia entre porcentajes. Estos elementos serán tratados con atención en las siguientes fases del estudio.

## Análisis

Para los análisis de los resultados se utilizó Microsoft Excel 2016, complemento real statistics. Para establecer la relación de las variables fisiológicas y morfológicas, se procedió con una prueba de normalidad sobre los datos (Shapiro - Wilk) la cual arrojó resultados por encima del valor alfa, evidenciando la normalidad de estos. De esta manera, se utilizó la prueba paramétrica de coeficiente de correlación de Pearson, su interpretación fue hecha

**Tabla No 1. Datos arrojados por la prueba de Vo<sub>2</sub> Max en cada sujeto**

SUJETOS ELITE	W/Kg	F.C. PROM	F.C. MAX	P.A. SISTÓLICA INICIAL	P.A. DIASTÓLICA INICIAL	P.A. SISTÓLICA FINAL	P.A. DIASTÓLICA FINAL	S.O. PROM	E.B. PROM	VO <sub>2</sub> MAX
1	5.6	139.4	194	133	74	154	77	91	13	60
SUJETOS SUB 23	W/Kg	F.C. PROM	F.C. MAX	P.A. SISTÓLICA INICIAL	P.A. DIASTÓLICA INICIAL	P.A. SISTÓLICA FINAL	P.A. DIASTÓLICA FINAL	S.O. PROM	E.B. PROM	VO <sub>2</sub> MAX
2	5.9	144	207	132	87	157	64	89	13	67
3	5.5	153	203	134	77	163	77	95	13	62
4	5.6	142	193	140	71	184	73	91	12	53
SUJETOS JUVENIL	W/Kg	F.C. PROM	F.C. MAX	P.A. SISTÓLICA INICIAL	P.A. DIASTÓLICA INICIAL	P.A. SISTÓLICA FINAL	P.A. DIASTÓLICA FINAL	S.O. PROM	E.B. PROM	VO <sub>2</sub> MAX
5	5.1	145	196	142	98	120	80	91	12	59
6	5.8	138	198	139	79	156	76	93	13	64
7	5.6	138	191	132	84	180	81	93	12	64
8	6	139	187	152	67	168	68	93	9	62
9	5.6	143	193	129	71	161	70	90	10	65
10	5.6	157	207	127	79	119	82	95	10	58
11	4.9	143	194	130	70	158	64	90	11	55
12	5.1	150	199	146	70	155	68	91	10	56
13	4.9	144	192	145	116	180	70	96	11	
SUJETOS PRE JUVENIL	W/Kg	F.C. PROM	F.C. MAX	P.A. SISTÓLICA INICIAL	P.A. DIASTÓLICA INICIAL	P.A. SISTÓLICA FINAL	P.A. DIASTÓLICA FINAL	S.O. PROM	E.B. PROM	VO <sub>2</sub> MAX
14	4.6	134	191	109	62	159	61	95	9	56
15	4.9	143	197	134	71	159	70	95	10	53

**Tabla No 2. Datos arrojados por la evaluación antropométrica en cada sujeto**

SUJETOS ELITE	EDAD	TALLA	PESO	IMC	% GRASO	% MUSCULAR	ENDO	MESO	ECTO
1	22	165.5	60.4	22.1	10.08	53.22	2.12	4.41	1.90

SUJETOS SUB 23	EDAD	TALLA	PESO	IMC	% GRASO	% MUSCULAR	ENDO	MESO	ECTO
2	18	164	54.2	20.2	9.75	50.79	1.90	4.07	3.14
3	18	169.5	54.2	18.9	9.49	51.05	1.59	2.67	3.11
4	19	175.4	64	20.8	10.22	50.88	1.72	3.21	3.52

SUJETOS JUVENIL	EDAD	TALLA	PESO	IMC	% GRASO	% MUSCULAR	ENDO	MESO	ECTO
5	16	182.4	62	18.6	12.30	46.37	2.59	1.86	5.15
6	17	162.6	51.3	19.4	9.39	51.33	1.78	2.05	3.45
7	17	169.5	56.7	19.7	10.71	50.08	2.13	3.17	3.72
8	16	160.7	53.5	20.7	10.30	50.60	2.00	4.30	2.64
9	17	162.4	53.1	20.1	9.79	50.62	1.90	2.21	3.05
10	17	170.9	53.6	18.4	9.13	50.51	1.34	2.78	4.60
11	16	174.3	61.8	20.3	12.24	49.62	2.83	1.67	3.69
12	16	175.5	59.1	19.2	11.46	50.09	2.44	1.52	4.40
13	16	167.2	53.3	19.1	11.93	48.69	2.42	2.68	3.94

SUJETOS PRE JUVENIL	EDAD	TALLA	PESO	IMC	% GRASO	% MUSCULAR	ENDO	MESO	ECTO
14	14	171.2	52	17.7	9.84	48.94	1.70	2.67	3.61
15	15	156.8	48.6	19.8	12.4	49.31	3.47	3.90	2.87

**Tabla 3. Prueba de normalidad Shapiro Wilk.**

Shapiro-Wilk Test

	% GRASO	% MUSCULAR	ENDO	MESO	ECTO	W/Kg	F.C MAX	VO2 máx.
W-stat	0,87603979	0,92810237	0,93594956	0,96451078	0,98264208	0,91251415	0,92431935	0,94878982
p-value	<b>0,04142698</b>	<b>0,25557852</b>	<b>0,33415746</b>	<b>0,77013608</b>	<b>0,98437029</b>	<b>0,14797865</b>	<b>0,22408911</b>	<b>0,54207971</b>
alpha	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
normal	no	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes

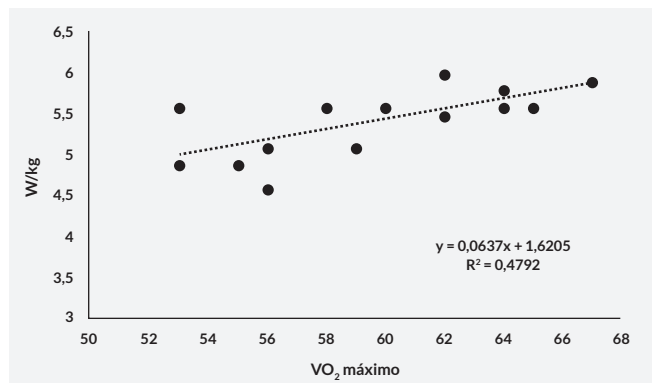
teniendo en cuenta los valores r (-1 a 1) arrojados y las gráficas de correlación relevantes (ver tabla 3).

Los datos arrojaron que existe una correlación positiva moderada de 0.69 entre las variables VO<sub>2</sub> Max. y W/kg (p=0.006), mientras que para la relación de Fc Máx. y W/kg, es de 0.20 (p=0.4834), y para VO<sub>2</sub> Max. y Fc

Máx. de 0.17 (p=0.5709), siendo estas últimas de magnitud positiva baja y no significativas. Esto quiere decir que independiente del desempeño aeróbico y anaeróbico de los ciclistas, la frecuencia cardiaca puede variar por otras condiciones. Entre más VO<sub>2</sub> Max. (capacidad de captación, transporte y consumo de oxígeno), mayor es la probabilidad de movilización de vatios.



Gráfica 2. Correlación de entre variables de desempeño (VO<sub>2</sub> Máx. y W/kg)



Los ciclistas suelen utilizar la frecuencia cardiaca como indicador de desempeño para hallar las zonas de trabajo, apoyándose también en la capacidad de movilización de vatios. Sin embargo, en este estudio es evidente que la variable que mejor responde al desempeño de los ciclistas es el VO<sub>2</sub> Max., correlacionado con los vatios por kilogramo de los ciclistas.

La tabla presenta los datos de correlación obtenidos entre variables. Se puede notar la alta correlación directa positiva entre % graso y datos para somatotipo endomorfo del 0.92 (p=6.3832, valor arrojado considerando que el % graso, fue la única variable que no presentó normalidad en su distribución). De esta misma manera, existe una relación inversa alta entre % muscular y somatotipo ectomorfo de -0.72 (p=0.002) (ver tabla 4).

Por otro lado, el VO<sub>2</sub> Max. relacionado con el % graso, muestra una correlación inversa moderada de -0.49 (p=0.073), lo que lleva a pensar que la tendencia sería: entre mejor VO<sub>2</sub> Max. del ciclista, menor será su % graso. Esta misma relación se ve en la correlación negativa moderada entre VO<sub>2</sub> Max. y somatotipo Endomorfo (-0.42; p=0.133), y se acentúa con los resultados obtenidos de la correlación del VO<sub>2</sub> con W/kg (0.69).

La frecuencia cardiaca máxima tuvo una correlación positiva baja con las otras variables (W/kg 0.20; p=0.4834, y VO<sub>2</sub> Max. 0.17; p=0.5709), lo que indicó que en este caso es una variable fisiológica que depende de otros factores que influyen en el rendimiento, como la edad, el peso, el tiempo de entrenamiento, la etapa Tanner, la capacidad de adaptación a cargas, etc.

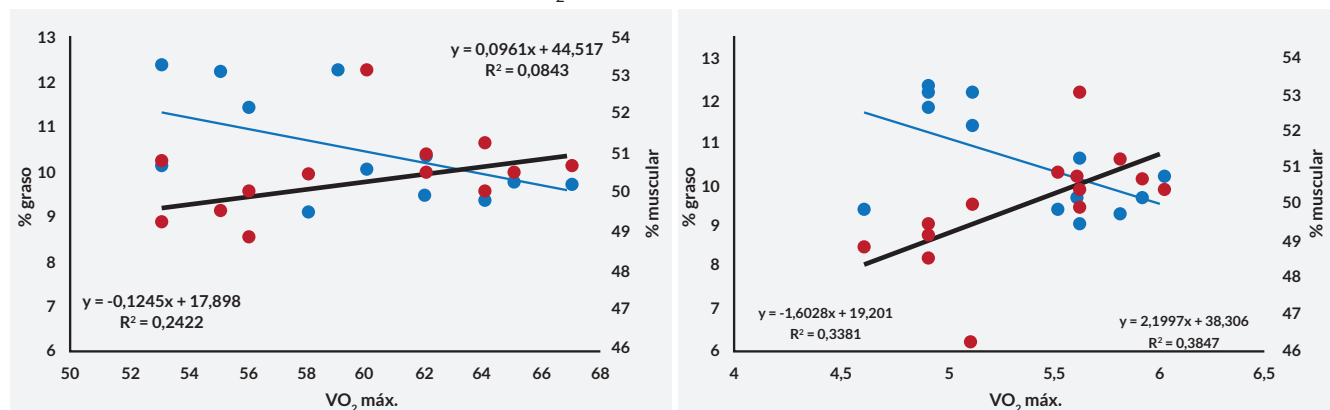
En la gráfica se presenta las tendencias mencionadas para la relación de los porcentajes (graso en azul y muscular en rojo) con VO<sub>2</sub> Max. y W/kg respectivamente (ver gráfica 3).

Sin embargo, en cuanto a los vatios movilizados, si existe una moderada correlación con el % muscular (0.62; p=0.0136), que es inverso al expresado con el % graso (-0.58; p=0.0229), datos que se complementan cuando se establece correlación con los somatotipos. De esta manera, es evidente que tanto la variable W/kg, como VO<sub>2</sub> Max., tienden a presentar relación inversa moderada con el somatotipo endomorfo (-0.53; p=0.0425 y -0.42; p=0.1339) y baja con el somatotipo ectomorfo (-0.36; p=0.1870 y -0.23; p=0.4354) pero positiva baja

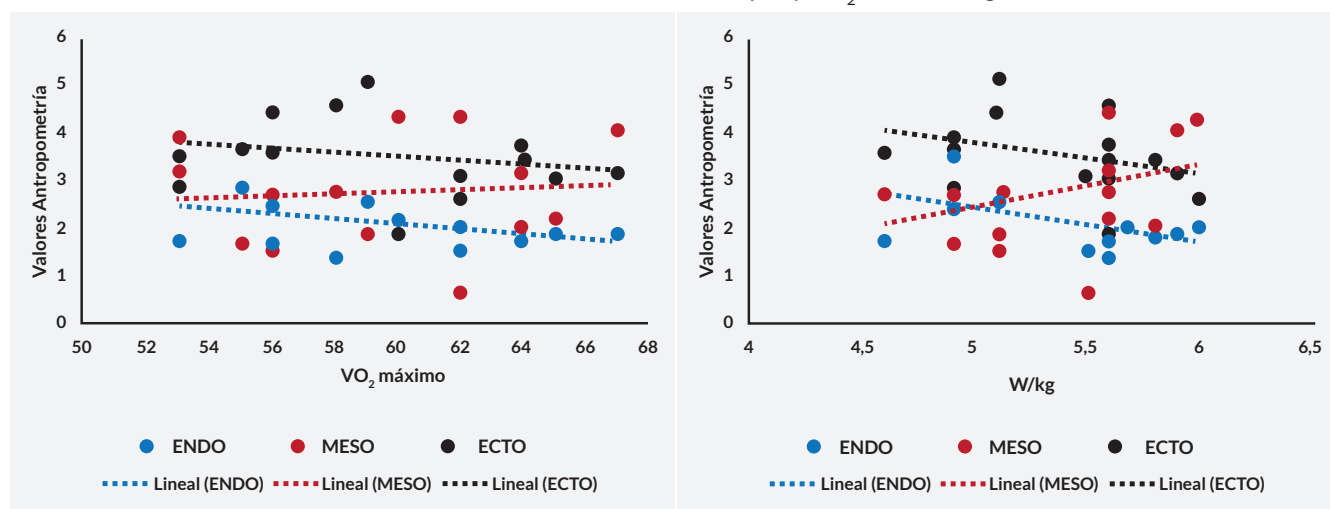
Tabla 4. Correlación de Pearson para las variables de estudio.

	% GRASO	% MUSCULAR	ENDO	MESO	ECTO	W/Kg	F.C máx.	VO <sub>2</sub> máx.
<b>% GRASO</b>	1							
<b>% MUSCULAR</b>	-0,62 P=0.0142	1						
<b>ENDO</b>	0,92 P= 1.6739	-0,43 P=0.1092	1					
<b>MESO</b>	-0,07 P=0.7996	0,31 P=0.2626	0,09 P=0.7489	1				
<b>ECTO</b>	0,29 P=0.2932	-0,72 P=0.0023	0,01 P=0.9670	-0,54 P=0.0381	1			
<b>W/Kg</b>	-0,58 P=0.0229	0,62 P=0.0136	-0,53 P=0.0425	0,33 P=1.2755	-0,36 P=0.1870	1		
<b>F.C máx.</b>	-0,29 P=0.3006	0,15 P=0.6012	-0,24 P=0.3894	-0,22 P=0.4311	0,24 P=0.3932	0,20 P=0.4834	1	
<b>VO2 máx.</b>	-0,49 P=0.0738	0,29 P=0.3139	-0,42 P=0.1339	0,07 P=0.8208	-0,23 P=0.4354	0,69 P=0.0060	0,17 P=0.5709	1

Gráfica 3. Correlación  $VO_2$  Max. y W/kg con porcentajes grasa y muscular.



Gráfica 4. Correlación entre somatotipos y  $VO_2$  Max. - W/kg.



con el somatotipo mesomorfo (0.33;  $p=0.2244$  y  $0.07$ ;  $p=0.8208$ ) (ver gráfica 4).

La tendencia positiva respecto al somatotipo mesomorfo, es más acentuada cuando la variable se correlaciona con W/kg. Lo que lleva a pensar que el somatotipo ideal se encuentra entre mesomorfo y ectomorfo, ya que se encuentra la tendencia inversa cuando ambas variables de desempeño se correlacionan con el somatotipo mesomorfo, entre más acentuado mayor detrimento del desempeño físico.

## Discusión

Durante el desarrollo de este estudio se tuvieron como referentes algunos proyectos investigativos como apoyo conceptual. Se concuerda con Padilla y Mujika (1999) respecto a la dificultad de registrar el verdadero desempeño en competencia de los deportistas, debido a

las características del deporte (Padilla, S; Mujika, I & Cols. 1999). Sin embargo, las pruebas de laboratorio son una herramienta útil para predecir el rendimiento de estos.

El objetivo del estudio, pretende caracterizar morfológica y fisiológicamente al ciclista de Fusagasugá, encontrando una manera útil y eficaz a partir de la cuantificación de ciertas variables que faciliten determinar el comportamiento de estas en condiciones de entrenamiento (Novak, A; Dascombe, B. 2014). Esto solo es posible a partir de la reproducción de eventos que hacen parte de un fenómeno en condiciones de laboratorio y su análisis.

La división de los sujetos es otro acierto de este estudio en concordancia con el estudio de Kovac, quien estudió las características fisiológicas de los ciclistas de Mountain Bike, BMx y ruta. En este caso, se respeta la distribución por edades y categorías a las que pertenecen los ciclistas. Por otro lado, se encuentra relación entre los



estudios en la prueba de esfuerzo en laboratorio, la cual en ambas es progresiva hasta el cansancio y tienen un incremento constante de vatios (W) en un periodo de tiempo establecido (Novak, A; Dascombe, B. 2014). Al igual, esta clase de pruebas de esfuerzo son ampliamente aceptadas en el mundo del ciclismo, como lo señala Faria & Cols en su artículo de revisión “The science of cycling” (2005).

En cuanto a la capacidad aeróbica ( $VO_2$  Max.), los resultados de Novak sugieren que los ciclistas de ruta (ciertamente mayores en edad) presentan 69 ml/kg/min, que comparados con los resultados de este estudio, no se alejan en algunos ciclistas de la categoría juvenil, indicando que los procesos de entrenamiento de estos sujetos guardan coherencia con los referentes mundiales aceptados.

Javier Basanta en el año 2015 presentó “Valoración ergoespirométrica de ciclistas de diferentes categorías”, en donde propuso un desarrollo metodológico similar al del presente estudio, teniendo en cuenta procesos de caracterización, periodización y seguimiento a los diferentes deportistas.

Este proyecto establece unos valores para el  $VO_2$  Max., en los que deberían encontrarse los ciclistas entrenados de acuerdo a la categoría correspondiente; para la categoría elite 72.5 ml de  $O_2$ /kg/min, sub 23 69.9 ml de  $O_2$ /kg/min, juvenil 63.3 ml de  $O_2$ /kg/min, pre juvenil 60.6 ml de  $O_2$ /kg/min. Los que representan semejanza con los sujetos de este estudio 6, 7 y 9 (64 ml de  $O_2$ /kg/min, 64 ml de  $O_2$ /kg/min, 65 ml de  $O_2$ /kg/min) correspondientes a la categoría juvenil.

Por otro lado, el sujeto 8 (62 ml de  $O_2$ /kg/min), se encuentra cerca del registro establecido para su edad, al igual que el sujeto 2 de la categoría sub 23, quien presenta un pico de 67 ml de  $O_2$ /kg/min. Los demás sujetos se encuentran alejados del valor recomendado.

Además, un estudio realizado por Idarraga, A. (2007) en Antioquia, toma como referente los datos propuestos por Neumann en 1988, los cuales indican el rango de  $VO_2$  Max. en algunas modalidades deportivas. Para ciclistas hombres, según los autores, el rango oscila entre 70 - 75 ml.kg.min., y los ciclistas de este estudio promedian 60 ml de  $O_2$ /kg/min), encontrándose por debajo de este rango.

La potencia entendida como la capacidad de movilizar vatios, es una medida que en los últimos años ha representado una variable útil para determinar el rendimiento de los ciclistas (Ebert, T. & Cols. 2006; Faria & Cols. 2005). Los resultados provenientes del estudio de Ebert, señalan que la media de la potencia por peso (W/kg) en dos escenarios diferentes como ascenso o plano es de 2.9 y 2.7 respectivamente. Datos que al ser compara-

dos con los de este estudio muestran diferencias, siendo mayores en este último. Lo que sugiere que si bien la variable de potencia es precisa respecto al desempeño, como se ha demostrado en este estudio, al relacionarlo con el  $VO_2$  Max., hay que tener en cuenta las características del terreno.

Faria (Faria & Cols. 2005), señala en su estudio valores para la potencia máxima movilizada en pruebas de esfuerzo por kilogramo. En este compara los datos provenientes de NORBA (National off Road Bicycle Association) y la USCF (United States Cycling Federation), en la que para hombres la variable W/kg sugiere un valor de 3.8 y 4.4 respectivamente. En comparación con los datos obtenidos en este estudio, los resultados se encuentran por debajo de estos valores. En parte se debe a las características geográficas en las que entrenan los ciclistas.

Algunos estudios han arrojado producciones máximas de potencia en ciclistas de ruta profesionales de 7,3 W/kg, cabe resaltar que han sido muy pocos los que han logrado desarrollar tales valores. Se estima en promedio, que los corredores profesionales en ciclismo de ruta tienen una relación de 6.3 a 6.5 W/kg, según Aleix Serra (2016).

Al comparar los datos de este estudio, en relación con lo anterior, los ciclistas de Fusagasugá se encuentran alejados del rango promedio para ciclistas profesionales, ya que los datos más altos de la muestra, fueron los arrojados por el sujeto 2, 6 y 8 con 5.9 W/kg, 5.8 W/kg y 6 W/kg respectivamente. Cabe resaltar que la diferencia que se da entre estos valores, se debe a que la mayoría de ciclistas aún se encuentran en un proceso de maduración fisiológica y deportiva, debido a su corta edad, por lo que su desarrollo de potencia aún es bajo, y este referente determina valores para ciclistas profesionales.

Para determinar los datos antropométricos se utilizó el método ISAK, siguiendo las recomendaciones de la Sociedad Internacional de Antropometría. De esta manera, se obtuvo un valor de 10.58 de porcentaje graso, es decir que los sujetos se encuentran dentro del rango propuesto para ciclistas de ruta según Muñoz (1986) y Cabanes (1987). En relación al porcentaje muscular, los sujetos poseen un valor promedio de 50,14, siendo este mayor que el propuesto por los referentes. Haciendo un análisis individual, el sujeto 5 es el único que se encuentra dentro del rango propuesto por estos mismos autores.

En comparación con los resultados de un estudio que buscó la comparación antropométrica de ciclistas de ruta y pista (Leon. H. & Cols 2014), se obtuvo relación entre los datos de IMC, en los cuales la diferencia no es significativa para este estudio; IMC 21.90 y 19.66 respectivamente. En el mismo estudio, el autor referencia

diferencia para porcentajes en la comparación de ciclistas de ruta y de pista, predominando más en los últimos. Sin embargo, para la comparación con este estudio, se puede observar que existe una relación directa en el sentido que el porcentaje graso es menor que el muscular como característica morfológica de los ciclistas.

De igual manera, respecto a los somatotipos, el estudio referencia mayor predominancia en el mesomorfo, respecto a los resultados de los ciclistas de Fusagasugá, quienes tienden a presentar somatotipo ectomorfo. En este caso, se tiene en cuenta que los resultados arrojaron una correlación positiva en W/kg y somatotipo mesomorfo, mayor que el ectomorfo.

Respecto al somatotipo se encuentran las siguientes diferencias: Endo con 2,13 coincide con los dos rangos tomados de referencia, mientras que el Meso, arrojó 2,88 y según el rango establecido por Muñoz, no existe una relación con este valor, mientras que con el propuesto por Cabanes los sujetos 1, 2, 8 y 15, son los únicos que se ubican dentro del rango. El valor promedio para Ecto (3,52) coincide con el rango propuesto por Cabanes. Estos valores están determinados de manera general para todas las categorías en el ciclismo de ruta competitivo.

**Tabla No 3. Porcentajes corporales y somatotipo según Muñoz 1986.**

% GRASO	%MUSCULAR	ENDO	MESO	ECTO
12.5±2.0	4.6±2.0	2.7±6	5.3±0.6	2.1±0.7

**Tabla No 4. Porcentajes corporales y somatotipo según Cabanes 1987.**

% GRASO	%MUSCULAR	ENDO	MESO	ECTO
10.3±0.5	47.6±0.9	1.9±0.2	4.3±0.8	3.3±0.5

Los ciclistas mayores de 18 años presentan valores muy variados en relación con lo propuestos por Fernández y Ramón, en el caso del sujeto 1, el valor Meso que corresponde a 4.41, está cerca de lo planteado por los autores, mientras que los demás sujetos de esta edad se encuentran alejados de los valores recomendados. En los datos de los sujetos 6, 7, 9 y 10, quienes están en una edad de 17 años y pertenecen a la categoría juvenil, se encuentran con bastante dispersión, ya que unos valores están por encima y otros por debajo, según lo establecido por el autor.

De igual manera, sucede con los ciclistas de 16 años que conforman la categoría pre juvenil, a excep-

ción del sujeto 8, quien es el que más se aproxima al valor Meso 4.30 para esta edad. El sujeto 15 con 15 años de edad y de esta misma categoría, tiene un valor Ecto muy cercano, mientras que el sujeto de 14 años no presenta afinidad con los valores establecidos en la siguiente gráfica.

**Tabla No 5. Somatotipo por edades Según Fernández, Sergio, Alvero, Ramón. 2006.**

EDADES	ENDO	MESO	ECTO
14 - 15	2,2	4,9	2,6
16	2,14	4,4	3,05
17	2,21	4,52	2,92
> 18	1,56	4,44	2,76

## Conclusiones

El estudio identifica que para la aplicación del protocolo escalonado incremental, los valores de  $VO_2$  Max. y W/kg, se correlacionan de manera directa y positiva, lo que sugiere mayor atención sobre la variable de potencia para estructurar los trabajos de entrenamiento en campo. De igual manera, esta se considera como parámetro para estimar el  $VO_2$  Max. en la identificación de zonas de entrenamiento.

En cuanto a la frecuencia cardiaca, los resultados demuestran que la respuesta fisiológica de los sujetos es diferente entre ellos, ya sea por condición física, edad, entrenamiento y adaptaciones al mismo. Esto se demuestra en la dispersión de los datos, que al analizarlos con otras variables presentan una correlación directa insuficiente para considerarla estadísticamente significativa, respecto del  $VO_2$  y W/kg. Sin embargo, la frecuencia cardiaca es un criterio reconocido para establecer los parámetros de entrenamiento (zonas) en cuanto a la individualización de la carga.

Con el propósito de establecer las características morfológicas y fisiológicas de los ciclistas de Fusagasugá, se puede encontrar que se guarda coherencia con los resultados obtenidos en estudios similares fuera del país. Para Colombia es importante entender estas características que guíen los procesos de fortalecimiento de los programas de entrenamiento, teniendo en cuenta la diversidad ambiental y los escenarios en que los deportistas entrenan y viven.

Los ciclistas de Fusagasugá presentan cercanía en los valores presentados por estudios aplicados a ciclistas

profesionales, lo que lleva a pensar que es importante reconocer que en la región existe talento humano y predisposición fisiológica para la práctica del ciclismo y toda proyección profesional que de esta devenga.

Este estudio confirma la predisposición morfológica de los ciclistas, se observa el porcentaje muscular mayor que el graso, y este último va en detrimento del desempeño cuando sus valores son elevados. Sin embargo, es necesario el control nutricional como aspecto importante del entrenamiento deportivo para alcanzar óptimos resultados.

Los resultados obtenidos en este estudio ofrecen un primer panorama de las características morfo-fisiológicas de los ciclistas del municipio de Fusagasugá, contribuyendo de esta manera al direccionamiento de los programas de entrenamiento y procesos metodológicos de distribución de la carga, con base a directrices científicas.

## Recomendaciones

Se determina que a nivel antropométrico, el IMC de los deportistas se encuentra dentro de los valores recomendados por otras investigaciones, sin embargo, se sugiere a entrenadores y técnicos el cuidado en la alimentación de los deportistas.

La frecuencia cardíaca sigue siendo el indicador confiable para determinar las zonas de entrenamiento en ciclistas, pero hay que prestar atención sobre la potencia máxima (W/kg) y su correlación con variables fisiológicas como el  $\text{VO}_2$  Max. y la FC, puesto que cada vez toman mayor importancia en el planteamiento metodológico del entrenamiento.

La caracterización de deportistas, en este caso ciclistas, debe abordar nuevas formas para su propósito. Una de ellas es el estudio de dermatoglifos, que consiste en determinar a partir de la huella dactilar predisposición en alguna cualidad física.

---

## Bibliografía

- Atkinson, G. D. (2003). Science and cycling: Current knowledge and future directions for research. *Journal of Sports Sciences*, 767 - 787.
- Bangsbo, J., Mohr, M., Poulsen, A., Pérez-Gomez, J., & Krstrup, P. (2006). Training and testing the elite athlete. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 1-14.
- Basanta, J. (2015). Valoración ergoespirométrica de ciclistas de diferentes categorías. Universidad de León, 4-11.
- Bishop, D. (2008). An Applied Research Model for the Sport Sciences. *Sport medicine*, 254 - 263.
- Bosquet, L., & I., M. (2012). Endurance training: Science and practice. En L. Bosquet, & M. I., *Detraining*. Chapter 10. (págs. 101 - 105).
- Chicharro, J., & Almudena, V. (2006). Fisiología del ejercicio. *Physiology of Exercise*.
- Dos Santos, S. P. (2002). Avaliação antropométrica e de composição corporal de atletas paraolímpicos brasileiros. *Revista Brasileira de medicina do esporte*, 84 - 91.
- Ebert, T. M. (2006). Power output during a professional men's Road Cycling Tour. *International journal of sports physiology and performance*, 324 - 335.
- Endrath, E., Rodrigues, D., Barbosa, D., Costa, P., Almeida, M., & Santos, E. (2013). La escuela y la salud: perfil IMC y flexibilidad en una escuela de Bahía, Brasil. *Revista EF Deportes*, 1/1.
- Faria, E., Parker, D., & Faria, I. (2005). The Science of Cycling Part 1 and 2. *Journal of Sports Medicine*, Vol 35 Pag. 285 - 312; 313 - 337.
- Fernández, S., & Alvero, R. (2006). La producción científica en cine antropometría: datos de referencia de composición corporal y somato tipo. *Archivos de medicina del deporte*, Pag 17 a 35. Vol. 23.
- Idarraga, A. (2007). Desarrollo de la resistencia aeróbica en los ciclistas de ruta de la universidad de Antioquia. *Monografía Digital*. Universidad de Antioquia, pg. 35.

- José, M. V. (2015). Percepción subjetiva del esfuerzo como herramienta en el control de la intensidad en la actividad de ciclismo indoor. *Revista de psicología del deporte*, 45 - 52.
- Kinanthropometry, I. S. (2001). *International Standards for Anthropometric Assessmen*. 1 - 131.
- Leon, H. B. (2013). Comparación antropométrica de un grupo de ciclistas de ruta y pista. *Revista de investigación: cuerpo, cultura y movimiento.*, 111 - 125.
- Martínez, L., Fideu, M., & V., F. (1993). Estudio cine antropométrico en 58 ciclistas de competición. *Archivos de Medicina del Deporte*, 121-125.
- Moseley, L., Achten, J., Martin, J., & Jeukendrup, A. (2004). No Differences in Cycling Efficiency between World Class and Recreational Cyclists. *International Journal of Sports Medicine*. Vol 25, pag. 374 - 379.
- Mujika, I. P. (2001). Physiological and Performance Characteristics of Male Professional Road Cyclists. *Sport Med*, 479 - 487.
- Novak, A. D. (2014). Physiological and performance characteristics of road, mountain bike and BMX cyclists. *J Sci Cycling*, 9 - 16.
- Padilla, S. M. (1999). Exercise intensity during competition time trials in professional road cyclin. *Medicine & Science in Sports & Exercises*, 851 - 856.
- Pérez, J., Fernández, B., Rodríguez, M. G., García, P., Patterson, A., & Terrados, N. (2002). Physiological differences and rating of perceived exertion (RPE) in profesional, amateur and young cyclists. *The journal of sports medicine and physical fitness*, 389 - 395.
- Serra, A. (2016). La clave del ciclismo, relación peso potencia. *Revista LBDC*, 1.
- Zapico, A. C. (2007). Evolution of physiological and haematological parameters with training load in elite male road cyclists: a longitudinal study. *The journal of sports medicine and physical fitness*, 191 - 196.