



**Vo<sub>2</sub> máximo como variable clave en rendimiento de ciclistas profesionales y amateur: un estudio correlacional multivariable**

Emmanuel Giraldo Monsalve

Artículo de investigación presentado para optar al título de Licenciado en Educación Física

Asesor

José Albeiro Echeverri Ramos, Magíster (MSc) en Motricidad y desarrollo humano

Universidad de Antioquia  
Instituto Universitario de Educación Física y Deporte  
Licenciatura en Educación Física  
El Carmen de Viboral, Antioquia, Colombia  
2025

**Estilo APA 7 (2020)**

*Monsalve, E. G. (2025). Vo2 Maximo como variable clave de rendimiento en ciclistas profesionales y amateurs: Un estudio correlacional multiariable. Repositorio Institucional Universidad de Antioquia.[Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, El Carmen de Viboral, Colombia.*

---



Biblioteca Seccional Oriente (El Carmen de Viboral)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## Resumen

El presente estudio analizó la relación entre el consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) y diversas variables fisiológicas y antropométricas en 33 ciclistas de ruta del equipo Avinal El Carmen de Viboral. Se empleó una metodología descriptiva con enfoque correlacional, evaluando parámetros como potencia máxima aeróbica, potencia relativa, frecuencia cardíaca máxima (FCM), frecuencia cardíaca en reposo (FCR), peso, talla y porcentaje de grasa, entre otros. Los resultados evidenciaron una correlación elevada ( $r = 1.00$ ) entre  $VO_{2max}$  y potencia máxima, y una correlación positiva alta con la potencia relativa ( $r = 0.89$ ). Asimismo, se observó una correlación negativa moderada con la FCR ( $r = -0.47$ ) y prácticamente nula con la FCM ( $r = 0.09$ ), confirmando que esta última depende principalmente de factores genéticos y de edad. Estos hallazgos refuerzan la importancia del  $VO_{2max}$  como indicador de rendimiento aeróbico y subrayan la relevancia de la potencia relativa y la FCR para la valoración de la condición física. La combinación de estas mediciones fisiológicas y antropométricas ofrece un perfil más completo del ciclista, facilitando la optimización de programas de entrenamiento y estrategias para mejorar el rendimiento competitivo.

*Palabras clave: Ciclismo, potencia, FCM, FCR, Vo2Max, rendimiento cardiovascular*

### **Abstract**

This study analyzed the relationship between maximal oxygen uptake ( $VO_2\text{max}$ ) and various physiological and anthropometric variables in 33 road cyclists from the Avinal El Carmen de Viboral team. A descriptive methodology with a correlational approach was applied, assessing parameters such as maximal aerobic power, relative power, maximum heart rate (MHR), resting heart rate (RHR), body weight, height, and body fat percentage, among others. Results showed a elevated correlation ( $r = 1.00$ ) between  $VO_2\text{max}$  and maximal power, and a strong positive correlation with relative power ( $r = 0.89$ ). Additionally, a moderate negative correlation was found with RHR ( $r = -0.47$ ) and an almost null correlation with MHR ( $r = 0.09$ ), confirming that MHR is mainly determined by genetic and age-related factors. These findings reinforce the importance of  $VO_2\text{max}$  as a key indicator of aerobic performance and highlight the relevance of relative power and RHR in assessing physical condition. The integration of physiological and anthropometric measurements provides a more comprehensive profile of the cyclist, supporting the optimization of training programs and strategies to enhance competitive performance.

*Keywords: Cycling, power, MHR, RHR,  $VO_2\text{max}$ , cardiovascular performance.*

## **Introducción**

El ciclismo a lo largo de la historia ha sido un deporte altamente practicado como aficionada y competitivamente, la pandemia del COVID 2019 impulso el incremento de participantes, en ciudades grandes de Perú el número de usuarios que practican ciclismo incremento 10 veces en tan solo 1 año, mayormente en ciclismo de montaña, debido a las restricciones y precauciones que se debían tener por el coronavirus (Torres, 2021)

Los practicantes de ciclismo de montaña generan una conexión con la naturaleza los hermosos paisajes, cascadas y animales. Puesto que es sumamente motivante para los ciclistas llegar a estos paisajes en Europa (Campbell, 2021). Ahora bien, es usual que ciclistas que iniciaron en ciclismo de montaña practiquen ciclismo de ruta en algún momento, dado que la pandemia finaliza se general un auge del ciclismo de ruta dado a que ya no tienen las restricciones y se pueden practicar en las vías, este aumento de la popularidad y participación subraya la relevancia de comprender los factores fisiólogos que contribuyen al rendimiento de esta disciplina especial mente el consumo máximo de oxígeno (Vo2Max) el cual considerados por fisiólogos deportivos como un indicador clave en el ciclismo (Kothari, 2024)

Ahora bien, el Vo2max es sumamente importan, se debe de considerar las otras variables significativas como la potencia máxima, potencia relativa, frecuencia cardiaca en reposo, frecuencia cardiaca máxima, glicemia pre y post ejercicio, talla, peso, años de experiencia, categoría, índice de masa corporal, índice de grasa corporal, edad y género. Puesto que la correlación entre estas diversas variables fisiológicas y antropométricas contra el Vo2max permitirá una comprensión más integral del rendimiento del ciclista tanto profesionales como amateurs y se podrá mostrar perfiles fisiológicos específicos asociados con el éxito de esta disciplina (Goran Rankovic 1, 2010)

Por consiguiente, en la actualidad el ciclismo va muy de la mano con la ciencia y tecnología. Donde se busca optimizar el rendimiento del deportista así pues es sumamente importante encontrar la mejor postura así mismo la alimentación adecuada y por ultimo y no menos importante como entrenar (Uribe Rojas, 2022), Resumiendo este estudio busca encontrar cual de todas las variables fisiológicas y antropométricas se correlacionan más con el Vo2Max y cuales son las mas dominantes.

## **Metodología**

Para este estudio se empleó una metodología descriptiva con enfoque correlacional durante el estudio se recolecto todos los datos de evaluaciones fisiológicas y antropométricas realizadas previamente por el equipo Avinal el Carmen de Viboral a sus corredores, con estas evaluaciones y pruebas se realizo una base de datos la cual esta constituida por 13 variable fisiológicas y antropométricas las cuales son peso, Porcentaje de grasa, talla, índice de masa corporal, frecuencia cardiaca en reposo, frecuencia cardiaca máxima, Consumo máximo de oxígeno(Vo2Max), potencia aeróbica máxima, potencia relativa, años de experiencia, zona de entrenamientos, especialidad del ciclista y glicemia pre y post ejercicio, todas estas con un plazo máximo de 7 meses de antigüedad en la toma de datos.

Al tener la base de datos con todas las variables en ella, se le entrego a un científico de datos para que realizaras el análisis estadístico correlacional es decir que cruzara todas estas variables, con el fin de identificar cuales de es se correlacionan entre sí o entre Vo2max.

En cuanto se obtuvieron los resultados de todas las tablas de cada variable se le pidió al científico de datos que comparara la tabla de Vo2max con todas las demás variables una por una para determinar cuáles de estas tienen estrecha correlación con el consumo máximo de oxígeno.

### **Participantes**

La muestra está conformada por treinta y tres (33) ciclistas de ruta pertenecientes al Equipo Avinal el Carmen de Viboral, En el grupo hay dieciocho (18) hombres y quince (15) mujeres de diferentes categorías como las son Prejuvenil, Juvenil, Sub23 y elite. Todos los datos utilizados para este estudio fueron autorizados por director ejecutivo del equipo William David Vargas Gómez.

### **Instrumentos**

Para la potencia máxima se empleo el simulador de ciclismo KickR de la Marca Wahoo y se determino con la formula: última carga+(segundos en carga no finalizada/tiempo en el escalón)\*35.

El Vo2max estimado se obtuvo de la formula:  $0.01131 * \text{potencia máxima (Watts)} + 0.435$ .

Para la frecuencia cardiaca máxima (FCM) se tomo de la banda de pulsaciones Garmín HRM Plus, en lo normal de los casos la FCM sale a luz aproximadamente cinco segundos antes de que el deportista llegue a su limite en un esfuerzo máximo.

Estas tres variables se determinaron gracias a la aplicación MyWhoosh, se programó una prueba de esfuerzo incremental, esta iniciaba con una cantidad de Watts y un tiempo por escalón, cada vez que el tiempo de escalón se terminaba, volvía a iniciar, pero con mayor cantidad de Watts. Así hasta que el ciclista llegara a su límite.

En la toma de la frecuencia cardiaca en reposo (FCR) se tomó con la banda de pulsaciones Garmin HRM Plus, en condiciones de reposo.

Las demás variables fisiológicas y antropométricas fueron tomadas por la nutricionista deportiva del equipo Avinal el Carmen de Viboral Luisa Monsalve Giraldo, ya que cuenta con los instrumentos adecuados para la toma de estas variables además los cursos necesarios como el ISAK2.

### **Consideraciones Éticas**

Todos los deportistas de este estudio tienen contrato con el equipo. el director general William David Vargas Gómez Dio consentimiento y aval para la manipulación de todos los datos de las variables de los ciclistas. A demás todos los del cuerpo técnico como nutricionistas, entrenadores, maso terapeutas, mecánicos, auxiliares.

## Resultados

El análisis estadístico realizado por el científico de datos nos permitió identificar correlaciones muy relevantes y otras irrelevantes entre el consumo máximo de oxígeno (Vo2Max) y las demás variables fisiológicas y antropométricas en los ciclistas evaluados de equipo Avinal el Carmen de Viboral. En la tabla 1 se presentan los coeficientes de correlación de las variables más superiores en los resultados.

**Tabla 1**

*Resultados de Coeficiente de correlación entre variables fisiológicas*

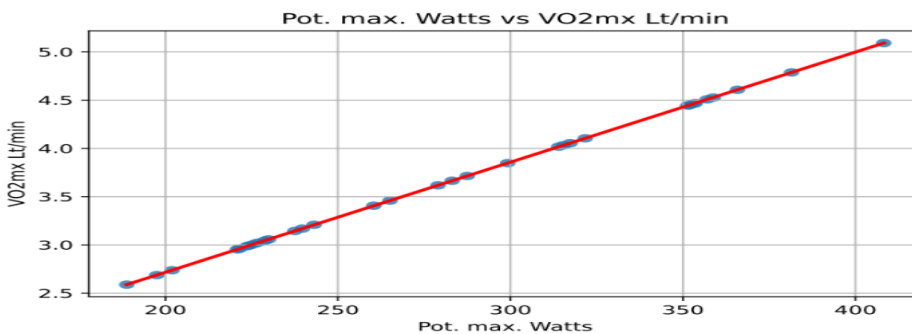
Variable	Consumo máximo de Oxígeno (Vo2max)	Potencia Máxima aeróbica (Watts)	Frecuencia Cardiac Máxima (FCM)	Frecuencia Cardiac Reposo (FCR)	Potencia Relativa (KG/W)
Consumo máximo de Oxígeno (Vo2max)	1.00	1.00	0.09	-0.47	0.89
Potencia Máxima aeróbica (Watts)	1.00	1.00	0.09	-0.47	0.89
Frecuencia Cardiac Máxima (FCM)	0.09	0.09	1.00	0.33	-0.34
Frecuencia Cardiac Reposo (FCR)	-0.47	-0.47	0.33	1.00	-0.76
Potencia Relativa (KG/W)	0.89	0.89	-0.34	4.5	1.00

Como podemos ver en el resultado entre vo2Max y la potencia máxima indica una correlación elevada ( $r=1.00$ ), lo que refleja una asociación directa en la capacidad aeróbica máxima y el rendimiento en términos de producción de potencia. Asimismo, podríamos decir que si el Vo2max Aumenta la potencia máxima aumentara. A continuación, podemos ver el grafico de dispersión entre consumo máximo de oxígeno (Vo2Max) y Potencia máxima aeróbica a

continuación podemos rectificar esta correlación ya que todos los sujetos están sobre la línea de regresión lo que significa que el Vo2max encaja perfectamente con la relación estimada sobre potencia máxima aeróbica.

## Imagen 2

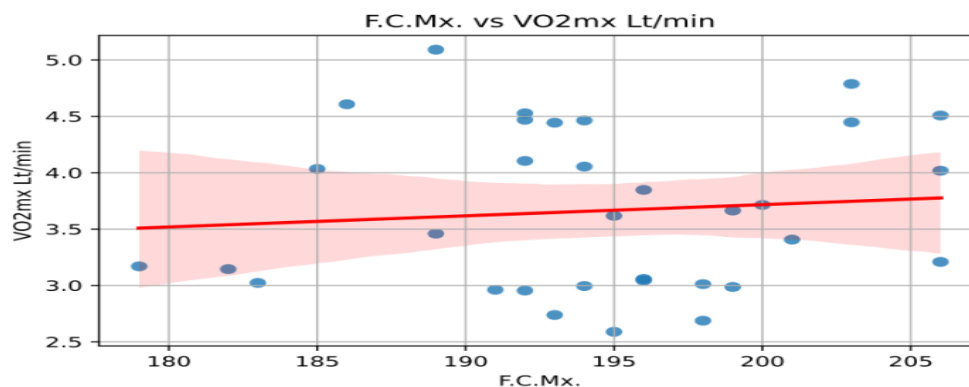
Gráfico de dispersión entre Vo2Max y Potencia máxima



Al analizar la correlación del Vo2Max y la Frecuencia cardiaca máxima, presento una correlación muy débil ( $r = 0.09$ ) indica una relación poco significativa o casi nula entre ambas variables, se encontró que no depende de si el Vo2max aumenta lo hará la FCM, porque la FCM depende más de la genética y edad que del nivel de entrenamiento, por eso no refleja de forma directa la capacidad aeróbica. A continuación, vamos a ver el gráfico de dispersión entre Vo2Max y FCM, donde se ven que todos los sujetos están por fuera de la línea de regresión lo que nos dice que entre estas dos variables la correlación es nula.

## Imagen II

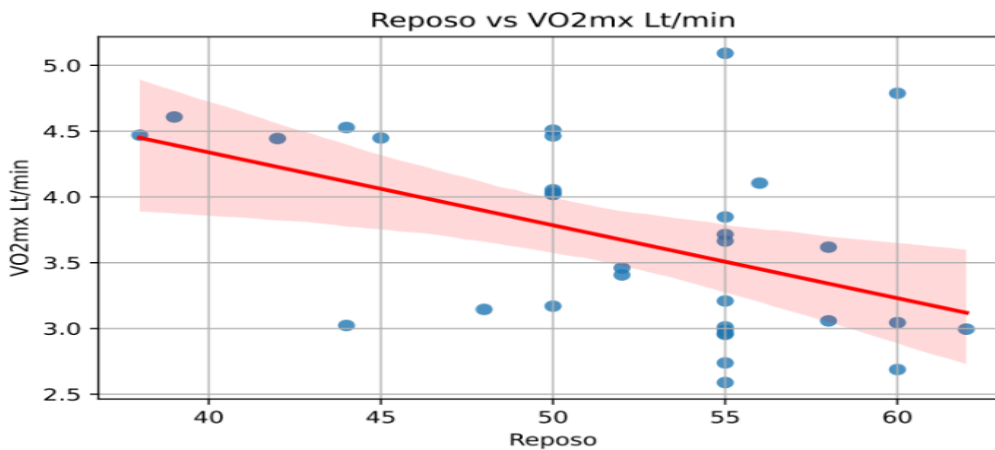
Gráfico de dispersión entre Vo2Max y FCM



Por otro lado, la correlación entre Vo2Max y la Frecuencia cardiaca en reposo. Mostro u correlación negativa moderada ( $r = -0.47$ ) es decir que los sujetos con menor frecuencia cardiaca basal tienden a presentar un mayor consumo de oxígeno. Asimismo, cuanto mejor condición física aeróbica presente la frecuencia cardiaca en reposo será más baja. Como podemos ver a continuación en el grafico de dispersión entre Vo2max y FCR hay una relación negativa moderada entre ellas.

### Imagen III

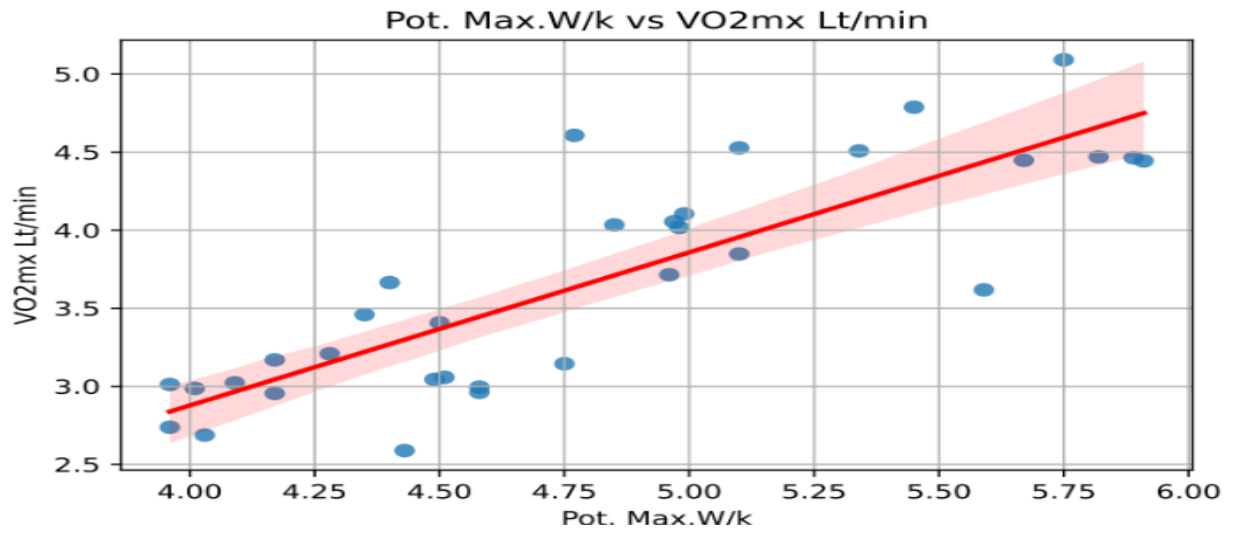
Gráfico de dispersión entre Vo2Max y FCR



En la tabla 1 nos indica que entre vo2max y la potencia relativa hay una correlación directa positiva ( $r = 0.89$ ) es decir a mayor consumo de oxígeno mayor potencia relativa, al relacionar los vatios con el peso corporal refleja el rendimiento ajustado al tamaño del cuerpo. Atletas más eficientes tienen alta potencia relativa y alto vo2max. Como podemos ver en el grafico de dispersión los sujetos esta muy cerca o en la línea de regresión. Lo que confirma la correlación directa positiva.

**Imagen IV**

Gráfico de dispersión entre Vo2Max y Potencia Relativa W/KG



## **Discusión**

Los resultados de esta investigación es respaldar la importancia del consumo máximo de oxígeno como indicador fisiológico del desempeño aeróbico en deportistas de ciclismo. No obstante, además de validar su relación con factores como la potencia máxima, potencia relativa y Frecuencia cardiaca en reposo, este análisis multivariable proporciona una visión más profunda sobre la forma en que diversas variables fisiológicas influyen en el rendimiento del ciclismo.

Es ampliamente reconocido que los atletas profesionales del world tour cuentan con una frecuencia cardiaca en reposo baja, se dice que es una bradicardia en reposos la cual oscila entre 30 latidos por minutos, (Boyett, 2012) de hecho en nuestra investigación el atleta con la menor FCR es de 36 pulsaciones por minuto con 18 años y actualmente está en el equipo EF Education First, el cual la cantera del equipo world tour EF Pro Cycling.

Al momento de obtener los resultados estadísticos sobre el consumo máximo de oxígeno y frecuencia cardiaca máxima se rompe un mito coloquial de que si el ciclista tiene la FCM muy alta es sinónimo de entrenamiento, con estos resultados podemos decir que la frecuencia cardiaca máxima depende netamente de la genética y de la edad (Yun Ju Sung, 2011) la FCM en un persona entrenada solo es un valor al cual este puede llegar en un esfuerzo exhaustivo, también podemos decir que esta persona puede tener cien pulsaciones por minuto mientras sube un escalera y otra persona con la misma condición física sube la misma cantidad de escaleras en el mismo tiempo puede tener 120 pulsaciones por minutos ya que depende netamente de la fisiología y genética de cada deportista (Mark A. Sarzynski, 2011),

Sin embargo, cabe aclarar que un ciclista que entrene y realice sus trabajos sobre potencia o resistencia aeróbica o combinados, es indicador clave que separa un ciclista bien entrenado de los ciclistas de elite (JAMES HOPKER, 2012), por consiguiente, los ajustes de la bicicleta para mayor aerodinámica la posición de conducción es un factor biomecánico clave que influye en el rendimiento del ciclista además de la prevención de lesiones gracias a la mejor posición posible es se sumamente importancia que cada ciclista tenga su bicicleta específicamente para él. (JAMES HOPKER, 2012). Estudios recientes han hablan de utilizar un Angulo de rodilla de 25 grados es más económico en comparación con tanto el 109% de la longitud de la entrepierna, es muy difícil reproducir estas posiciones exactas para cada ciclista ya que no tienen en cuenta las variaciones individuales en la longitud del fémur, tibia y el pie.

Cabe resaltar que el consumo máximo de oxígeno es uno de los términos más investigados en toda la literatura en cuanto al rendimiento deportivo de resistencia, durante las pruebas de resistencia aeróbica pueden presentarse fatiga prematura si este está muy cerca de su Vo2Max, el consumo máximo de oxígeno se ve drásticamente influido por la capacidad cardiovascular de la persona, concretamente por el gasto cardiaco, el cual ha sido considerado el factor principal que contribuye al rendimiento deportivo de la resistencia aeróbica. (Passfield, 2012).

Ahora bien, el trabajo en el gimnasio es de suma importancia, un error común en ciclistas es que entrenan como si fuera deportistas de halterofilia, lo cual los hace más lentos, en ciclismo nunca debe llegar al fallo ni trabajar con un porcentaje muy alto de la repetición máxima, a contrario se debe trabajar entre en 35% a 45% siempre teniendo en cuenta la velocidad de ejecución, cuando el deportista tarde en realizar el ejercicio o se vuelva más lento, es momento de parar la serie. (YEAGER, 2012) en la actualidad se cuenta con un dispositivo deportivo llamado ADR Encoder el cual facilita la medición directa y continua de recorrido y el tiempo de una carga externa conocida, lo que ayuda a los entrenamientos de potencia sean más eficaces y no generen una fatiga en el deportista. (España Patente nº 1, 2023).

### **Conclusión**

El estudio confirmó que el Vo2Max es un indicador clave del rendimiento en ciclistas, mostrando una correlación elevada con la potencia máxima aeróbica y una relación positiva con la potencia relativa, mientras que con la frecuencia cardiaca en reposo presentó una correlación negativa moderada y prácticamente nula con la frecuencia cardiaca máxima. Estos hallazgos respaldan que el rendimiento aeróbico depende de más de la capacidad cardiovascular y la relación peso- potencia que la frecuencia cardiaca máxima, la cual está determinada principalmente por factores genéticos y de edad, así la integración de evaluaciones fisiológicas y antropométricas permite perfilar con mayor precisión las características asociadas al éxito en el ciclismo, optimizando así la planificación del entrenamiento y la preparación física para los ciclistas

### Agradecimientos

Agradezco al equipo Avinal El Carmen de Viboral por su disposición y colaboración en la recolección de datos, especialmente a su director ejecutivo, William David Vargas Gómez, por autorizar el uso de la información necesaria para el desarrollo de este estudio. A la nutricionista deportiva Luisa Monsalve Giraldo por su apoyo en la toma de las variables fisiológicas y antropométricas, y al científico de datos por el análisis estadístico que hizo posible obtener los resultados presentados. Finalmente, a todo el cuerpo técnico del equipo —entrenadores, auxiliares, masoterapeutas, mecánicos— por su compromiso con el desarrollo y rendimiento de los ciclistas.

### Bibliografía

- Boyett, M. R. (2012). Is e resting bradycardia in athletes the result of remodeling of the sinoatrial node rather than high vagal tone. *Journal of applied physiology*, 9. doi:<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01126.2012>
- Campbell, T. K.-J. (2021). Trail Use, Motivations, and Environmental Attitudes of 3780 European Mountain Bikers: What Is Sustainable? *international Journal of Environmental Research and Public Health*, 1-15. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph182412971>
- Goran Rankovic 1, V. M. (2010). Aerobic capacity as an indicator in different kinds of sports. *National Library of Medicine*, 20-52. doi:10.17305/bjbms.2010.2734
- James Hopker, P. A. (2012). *Performance Cycling the science of success*. London: Bloomsbury Publishing Plc .
- Kothari, S. S. (2024). Assessment of Maximal Oxygen Uptake (VO2 Max) in Athletes and Nonathletes Assessed in Sports Physiology Laboratory. *Cureus Journal of Medical Science*, 8-16. doi:10.7759/cureus.61124
- Mark A. Sarzynski, I. T. (2011). Heritability of submaximal exercise heart rate response to exercise training. *National library of medicine*, 6.
- Monsalve, E. G. (2025). Vo2 Maximo como variable clave de rendimiento en ciclistas profesionales y amateurs: Un estudio correlacional multiariable. *Repositorio Institucional Universidad de Antioquia*.
- Morales, A. E. (2023). *España Patente n° 1*.

- 
- Passfield, L. (2012). *Performance cycling the science of success*. London: Bloomsbury Publishing Plc .
- Torres, J. I. (2021). Movilidad sostenible durante la pandemia Covid-19: Lecciones del crecimiento del ciclismo urbano en Lima Metropolitana. *Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona*, 1-12. Obtenido de <https://hdl.handle.net/2445/180621>
- Uribe Rojas, S. (2022). Diseño de un sistema para el registro de la posición de los ciclistas de ruta usando sensores inerciales para potenciar el gesto deportivo. *Universidad Autónoma de Bucaramanga*, 20-29. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12749/17711>
- Yeager, S. (2012). *Strength Training for Cycling Performance: The Vortex Method's Ultimate Training Program*. Louisiana USA: Menachem Brodie.
- Yun Ju Sung, M. A. (2011). heritability of submaximal exercise heart rate response to exercise training. *Human Genomics Laboratory, Pennington Biomedical Research Center, Louisiana State University System, Baton Rouge,*, 6.  
doi:doi:10.1152/jappphysiol.01287.2011