

# PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO BAJO PROTOCOLO DE INGESTA DE CARBOHIDRATOS EN CICLISTAS AFICIONADOS

## PERCEPTION OF EFFORT LOW CARBOHYDRATE INTAKE PROTOCOL IN AMATEUR CYCLISTS

**Galindo Barco, V<sup>1ACF</sup>; Quintero Salazar, IC<sup>2ABF</sup>; Valderrama González, MA<sup>3ABF</sup>**

<sup>1</sup> Universidad CES, Colombia, galindo.valentina@uces.edu.co

<sup>2</sup> Universidad CES, Colombia, quinteros.isabel@uces.edu.co

<sup>3</sup> Universidad CES, Colombia, valderramag.maria@uces.edu.co

### Responsabilidades

<sup>A</sup> Diseño de la investigación; <sup>B</sup> Recolector de datos; <sup>C</sup> Redactor del trabajo; <sup>D</sup> Tratamiento estadístico; <sup>E</sup> Apoyo económico; <sup>F</sup> Idea original y coordinador de toda la investigación.

### RESUMEN

**Introducción:** Una ingesta óptima de carbohidratos permite un buen desempeño y recuperación en deportes de resistencia como en el ciclismo de ruta. **Objetivo:** Evaluar la percepción del esfuerzo según los criterios de “la escala de Borg” bajo la implementación de acompañamiento nutricional que controla de manera individual la ingesta de carbohidratos en los momentos del antes y el durante un entrenamiento de resistencia de 4 horas de duración, en ciclistas aficionados. **Materiales y métodos:** Se realizó una investigación evaluativa, con dos momentos de medición transversal; uno sin acompañamiento nutricional y un segundo momento, con prescripción alimentaria para el antes y durante un entrenamiento. Para ello, se seleccionaron por conveniencia 8 ciclistas recreativos de la ciudad de Medellín. **Resultados:** No se mostraron diferencias estadísticamente significativas en la percepción del esfuerzo tras la prescripción de carbohidratos para el antes y durante, respecto a la percepción del esfuerzo obtenida previa a dicha prescripción. **Conclusión:** Como principal hallazgo se identificaron variables metabólicas y de composición que pueden ser tenidas en cuenta en futuras intervenciones para establecer correlaciones fisiológicas y de alimentación en deportes de resistencia.

### PALABRAS CLAVE

glucógeno, rendimiento, fatiga, adaptación, tolerancia

### ABSTRACT

**Introduction:** An optimal intake of carbohydrates allows good performance and recovery in endurance sports such as road cycling. **Objective:** To evaluate the perception of effort according to the criteria of "the Borg scale" under the implementation of nutritional support that individually controls the intake of carbohydrates before and during a 4-hour resistance training. in amateur cyclists. **Materials and methods:** An evaluative investigation was carried out, with two moments of transversal measurement; one without nutritional accompaniment and a second moment, with a food prescription for before and during a workout. For this purpose, 8 recreational cyclists from the city of Medellín were selected for convenience. **Results:** There were no statistically significant differences in the perception of effort after the carbohydrate prescription for before and during, compared to the perception of effort obtained prior to said prescription. **Conclusion:** As the main finding, metabolic and composition variables were identified that can be taken into account in future interventions to establish physiological and nutritional correlations in endurance sports.

## **KEY WORDS**

glycogen, performance, fatigue, adaptation, tolerance

## **INTRODUCCIÓN**

El ciclismo de ruta, como deporte de resistencia, requiere un acompañamiento nutricional que le suministre al atleta los nutrientes necesarios para el rendimiento. La alimentación constituye un aspecto indispensable en la preparación del deportista donde; proteínas, carbohidratos y grasas juegan un papel específico. En especial, el consumo de carbohidratos resulta de interés ya que estos se relacionan con la mejora del rendimiento en los deportes de resistencia, siendo el sustrato energético más empleado a intensidades moderadas y altas (1). Una ingesta de estos antes y durante un evento permite potenciar la capacidad y el rendimiento físico, de lo contrario, un consumo insuficiente podría generar agotamiento de las reservas de glucógeno, mayor fatiga, trabajo reducido y disminución de rendimiento deportivo (2).

Las investigaciones han evidenciado el papel del consumo de carbohidratos en deportes de resistencia y su impacto en la disminución del esfuerzo percibido, correspondiente a la valoración subjetiva de la capacidad incrementada en la tolerancia de un estímulo repetido. Dichas alteraciones también son consideradas por cambios metabólicos durante el ejercicio (3). Se ha observado, que el consumo de carbohidratos puede mejorar el rendimiento en el ejercicio prolongado si se suministra en el momento y en la cantidad adecuada (4). Las recomendaciones alimentarias antes y durante la actividad deportiva consideran tanto el volumen como la intensidad. Se sugiere el consumo de 1 gramo de carbohidratos por kilogramo de peso una hora antes de la actividad y un consumo de 60-90 gramos de carbohidratos por hora durante eventos que superen 3 horas (5, 6). Si bien, las pautas mencionadas, han sido implementadas por deportistas de élite, que cuentan con acompañamiento

nutricional individualizado, algunos deportistas aficionados, no cuentan con este tipo de acompañamiento, por lo que desconocen las recomendaciones establecidas y su posible impacto en la mejora de la percepción del esfuerzo. Por lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la percepción del esfuerzo bajo criterios de “Escala de Borg” (3) tras la implementación de un acompañamiento nutricional que controle de manera individual la ingesta de carbohidratos en los momentos antes y durante un entrenamiento de resistencia de más de 3 horas, en ciclistas aficionados entre los 30 y 45 años, pertenecientes al equipo llamado PCT, de la ciudad de Medellín, Antioquia. Esto, con el fin de comparar las valoraciones de percepción del esfuerzo obtenidas previas al acompañamiento nutricional y posterior a él.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Diseño del estudio y participantes:

Este estudio consistió en una investigación evaluativa de 7 etapas; con dos momentos de medición transversal con captación prospectiva del dato, donde se evaluó la respuesta a la percepción del esfuerzo en un entrenamiento de más de 3 horas tras la implementación de una prescripción alimentaria individual de ingesta de carbohidratos, antes y durante el entrenamiento, en ciclistas aficionados (figura 1).



Figura 1. Esquema descriptivo de las etapas que componen el proceso de investigación presentes en el estudio.

La población de estudio fue seleccionada por conveniencia; el total de la muestra fue de 8 ciclistas recreativos pertenecientes al equipo PCT, los cuales participaron en eventos deportivos del año 2022. Los criterios de inclusión fueron: sujetos mayores de edad, con un tiempo de entrenamiento superior a 3 años, en la ciudad de Medellín, activos en la participación de eventos recreativos y competitivos del 2022, los criterios de exclusión fueron: ciclistas con lesiones, patologías y/o estado de salud que limitara las capacidades del desempeño deportivo.

Este estudio estuvo ceñido a los principios éticos que regulan la investigación en seres humanos y respeta la Declaración de Helsinki, fue aprobado por El Comité Institucional de Ética de Investigación en Humanos Universidad CES (Acta N.º 211).

Todos los participantes dieron su consentimiento informado después de recibir los detalles del estudio tanto verbalmente como por escrito.

### **Procedimientos:**

En la primera etapa, se realizó el recaudo de datos de ingesta alimentaria durante la consulta nutricional individual; se hizo un recordatorio de 24 horas sobre los alimentos consumidos, tipo de alimento, cantidad en medida casera (cucharas, tazas), momento de consumo, bebidas ingeridas. Además, se profundizó sobre la ingesta regular antes y durante un entrenamiento de más de 3 horas.







Durante la consulta se realizó toma de peso con báscula seca 813 y talla con estadiómetro portátil seca 213 bajo los estándares internacionales para la valoración antropométrica que sugiere la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK).



En la segunda etapa, se realizó la primera salida de campo, se acompañó a los ciclistas en un entrenamiento de más de 3 horas. El recorrido inició a las 6:00 a.m, logrando un total de 134 km. Durante el acompañamiento se recolectaron datos sobre el consumo de alimentos y al finalizar la ruta, se evaluó el esfuerzo percibido por medio de la “escala de Borg”, la cual consistió en una valoración subjetiva de la intensidad del entrenamiento que el individuo manifestó. En la Escala de Borg originalmente, cada sujeto que realiza el ejercicio debe asignar un número del 1 al 20 para representar la sensación subjetiva de la cantidad de trabajo desempeñado. (7). En el presente estudio, con el fin de optimizar el recaudo de datos, se redujo la escala de Borg a 3 niveles de percepción del esfuerzo : máximo, moderado y leve.

En la tercera etapa, se realizó la prescripción individual de consumo de carbohidratos. Para el momento antes, 15 minutos previos a la actividad, un consumo de un gel energético con un aporte de 30 g de carbohidratos, mezcla de glucosa y fructosa. Para el momento durante, se realizó un aumento progresivo en el consumo de carbohidratos, alcanzando en la tercera hora de

entrenamiento una prescripción de 95 g de carbohidratos. Para esto, se implementó el consumo de suplementos tipo alimento como se muestra en la (tabla 1.)

Tabla 1. Prescripción de carbohidratos durante un entrenamiento de más de 3 horas de duración.

Momento	Alimento		Aporte de carbohidratos por alimento (g)	Aporte total de carbohidratos (g)
1 hora		500 ml de bebida hidratante	30	60
		90 g de gel deportivo	30	
2 hora		500 ml de bebida hidratante	30	75
		90 g de gel deportivo	30	
		1 barra de cereal	15	
		500 ml de bebida hidratante	30	

3 hora		180 g de gel deportivo	60	95
		30 g de gel energético	10	

En la cuarta etapa, se explicó la prescripción de ingesta de carbohidratos a cada uno de los sujetos según la intervención de dicho entrenamiento. Adicionalmente, se realizó educación nutricional para informar la importancia de los carbohidratos en deportes de resistencia.

En la quinta etapa, seis semanas después, se replicó el entrenamiento ejecutado en segunda etapa, implementando la prescripción de consumo de carbohidratos (figura 2). Al finalizar con el entrenamiento se dio paso a la sexta etapa, en la cual se realizó el recaudo de datos de percepción del esfuerzo por medio de la escala de Borg.

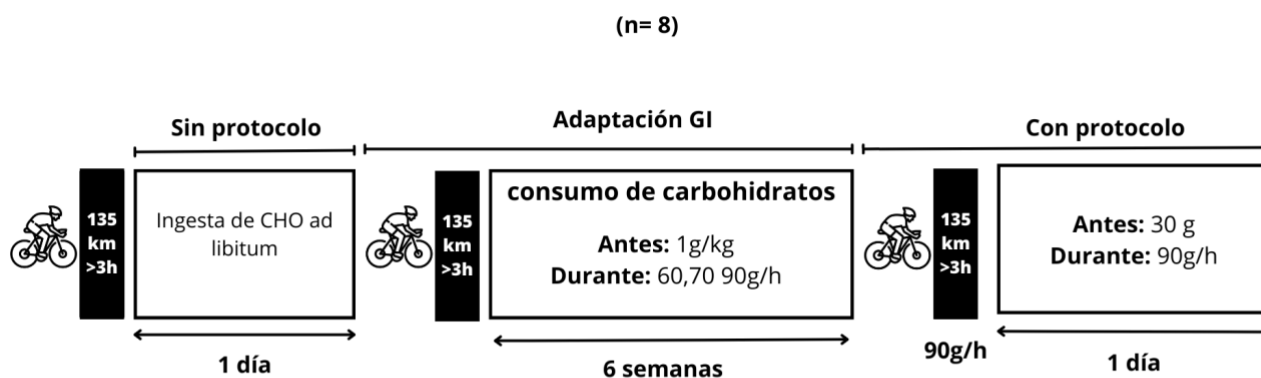


Figura 2. Descripción ingesta de carbohidratos durante la ejecución de la investigación del objeto de estudio.

En la séptima etapa, se realizó la comparación y evaluación de los resultados obtenidos de la percepción del esfuerzo tanto del recorrido inicial (sin acompañamiento nutricional) como el segundo recorrido (bajo el acompañamiento nutricional), arrojados por la escala de Borg. Finalmente, se realizaron las respectivas conclusiones.

**Instrumentos:**

Se realizaron dos formatos; el primero permitió diligenciar variables cualitativas del sujeto: nombre y sexo y variables cuantitativas: edad, fecha de nacimiento, peso y talla. Además, conocer la ingesta alimentaria regular de los participantes por medio de un recordatorio de 24 horas. Por otro lado, la recolección de datos asociada a los entrenamientos; el total de horas por semana y el día o los días en los que el entrenamiento tenía una duración entre las 3 y más horas. El segundo permitió recolectar los datos de consumo de alimentos de los participantes previo y durante sus entrenamientos. El formato contaba con una planilla que clasificaba el tipo de alimento, el momento, la cantidad ingerida y los carbohidratos correspondientes a dicho consumo.

Para la recolección de datos que describieron el esfuerzo percibido, se utilizó la escala reducida de percepción del esfuerzo, conocida como “escala de Borg”, la cual consistió en 3 puntajes que relacionaban la ejecución de un movimiento y el nivel de intensidad, siendo 1 “leve”, 2 “moderado” y 3 “máximo”.  
(3)

### **Análisis de datos**

La descripción de los resultados de la percepción del esfuerzo fue analizada con el software Jamovi versión 2.2.5 por medio de frecuencias absolutas y relativas en las variables cualitativas y estadísticos descriptivos en las variables cuantitativas. Posteriormente se compararon los resultados del antes y el después utilizando estadística no paramétrica con comparación entre variables continuas y el uso de pruebas T-test y (W wilcoxon) conforme a la distribución de los datos.

## **RESULTADOS**

De acuerdo con los datos sociodemográficos, se evidenció que los participantes del estudio tenían entre 32 y 37 años de edad, con una masa corporal total entre los 62 y 74 kilogramos. En cuanto a las horas de entrenamiento semanal, se evidenció que los participantes entrenaban de 11 a 16 horas y en promedio, realizaban un entrenamiento de más de 3 horas un día a la semana.

En la tabla 2 se muestra el consumo de alimentos fuente de carbohidratos realizado por cada uno de los participantes del estudio antes de un entrenamiento de más de 3 horas sin previo acompañamiento nutricional. Este consumo se cuantificó por medio de la tabla de composición de alimentos de acuerdo al tipo de alimento y cantidad ingerida referida por el deportista, vale aclarar que no se realizó análisis químico. Respecto a la ingesta antes del entrenamiento, se pudo observar que algunos de los deportistas no realizaron ningún consumo de carbohidratos mientras que, el deportista que mayor consumo realizó tuvo una ingesta de 54 gramos de carbohidratos. Por otra parte,



se evidenció heterogeneidad al momento de seleccionar los alimentos ya que todos informaron alimentos diferentes.

Tabla 2. Consumo de alimentos fuente de carbohidratos , y aporte total de carbohidratos, de cada deportista antes de un entrenamiento de más de 3 horas, sin acompañamiento nutricional.

Ingesta de alimentos fuente de carbohidratos y aporte total de gramos de carbohidrato por deportista, antes de un entrenamiento de 3 horas, sin prescripción nutricional				
Deportista	Tipo de alimento	Cantidad de alimento	Gramos de carbohidratos ingeridos	Gramos totales de carbohidratos ingeridos
<b>Deportista A</b>	Agua de panela	1 pocillo	15	15
<b>Deportista B</b>	Dulce de pulpa de guayaba	1 unidad	24	39
	Barra de cereal	1 unidad	15	
<b>Deportista C</b>	Pan	2 tajadas	30	30
	Café en agua	1 pocillo	0	
<b>Deportista D</b>	Huevos	2 unidades	0	19
	Café en agua	1 pocillo	0	
	Arepa	1 unidad	19	
<b>Deportista E</b>	Pan	1 tajada	15	15
	Jamón	1 loncha	0	
	Queso	1 loncha	0	
<b>Deportista F</b>	N/C		0	0
<b>Deportista G</b>	N/C		0	0
<b>Deportista H</b>	Banano	1 unidad	20	54
	Leche	1 pocillo	12	
	Gel deportivo	1 sachet	22	

La tabla 3 muestra el consumo de alimentos fuente de carbohidratos y la ingesta total de carbohidratos de cada deportista durante un entrenamiento de más de 3 horas sin prescripción nutricional. Se pudo evidenciar que la ingesta máxima de carbohidratos fue de 98 gramos en el total del recorrido mientras que el consumo mínimo fue de 15 gramos de carbohidratos para el mismo recorrido. Por otra parte, 2 de los participantes tuvieron un consumo cercano a los 40 gramos de carbohidratos durante el entrenamiento.

Entre los alimentos consumidos por los participantes del estudio, se encontraron alimentos como papillas de fruta, barras de cereal, pan y dulce de



guayaba. Únicamente uno de los participantes hizo uso de suplementos como geles deportivos. Finalmente, ninguno de los participantes realizó un consumo de 90 gramos de carbohidratos por hora de entrenamiento.

Tabla 3. Consumo de alimentos fuente de carbohidratos, y aporte total de carbohidratos, de cada deportista durante un entrenamiento de más de 3 horas de duración sin prescripción nutricional.

Ingesta de alimentos fuentes de carbohidratos y aporte total en g de carbohidrato por deportista, durante un entrenamiento de 3 horas, sin prescripción nutricional			
Tipo de alimento	Cantidad de alimento	Cantidad de carbohidratos ingeridos	Gramos totales de carbohidratos
Dulce de pulpa de guayaba	1 unidad	24	54
Queso	1 tajada	0	
Jamón	1 tajada	0	
Pan	2 unidades	30	
Papilla de fruta	1 cucharada colmada	12	81
Pan	2 tajadas	30	
Dulce de pulpa de guayaba	1 unidad	24	
Barra de cereal	1 unidad	15	39
Papilla de fruta	2 unidades	24	
Barra de cereal	1 unidad	15	98
Crema de maní	1 cucharada colmada	0	
Pan	2 tajadas	30	
Queso	2 tajadas	0	
Gel deportivo	2 unidades	44	
Gomas deportivas	4 unidades	24	57
Papilla de fruta	1 sachet	12	
Pan	2 unidades	30	
Queso	2 unidades	0	
Barra de cereal	1 unidad	15	42
Papilla de fruta	1 unidad	12	

Barra de cereal	2 unidades	30	
Barra de cereal	1 unidad	15	15
Turrón de coco	1 unidad	16	70
Barra de cereal	2 unidades	30	
Papilla de fruta	2 unidades	24	

La tabla 4 muestra la ingesta total de gramos de carbohidratos durante un entrenamiento de más de 3 horas con y sin prescripción nutricional de ingesta de carbohidratos. De acuerdo con los resultados, previo al acompañamiento nutricional el consumo mínimo de carbohidratos durante el entrenamiento fue de 15 gramos mientras que, posterior a la prescripción nutricional, el consumo mínimo fue de 60 gramos de carbohidratos lo cual evidencia un aumento de ingesta de carbohidratos durante el entrenamiento una vez implementada la estrategia.

Tabla 4. Consumo total gramos de carbohidratos durante un entrenamiento de más de 3 horas de duración con y sin protocolo de ingesta.

<b>Ingesta total de gramos de carbohidratos durante el entrenamiento</b>		
	<i>Sin protocolo</i>	<i>Con protocolo</i>
<b>n</b>	8	8
<b>Media ± DE</b>	49,3 ± 26,6	71,3 ± 13,3
<b>Mediana (Q1 – Q3)</b>	48,5 (27-63)	67.5 (60,0-78,8)
<b>Mínimo</b>	15	60
<b>Máximo</b>	90	90

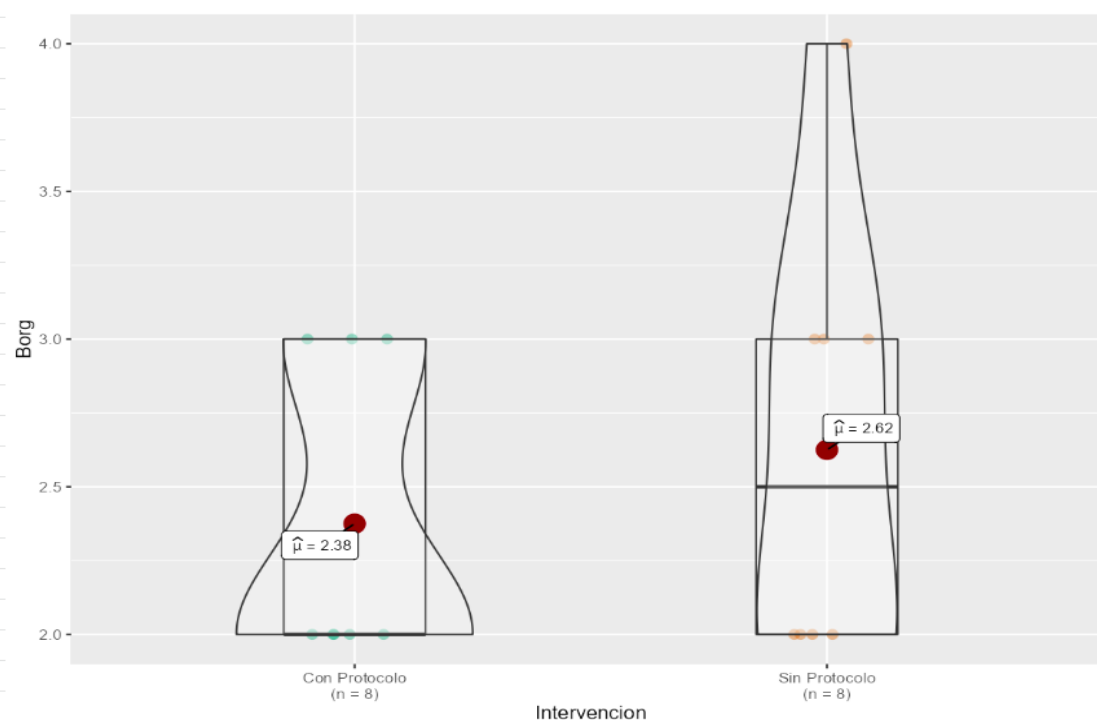
La tabla 5 muestra el esfuerzo percibido por los participantes durante el entrenamiento de más de 3 horas con y sin prescripción de consumo de carbohidratos. Se evidencia que, previo a la prescripción nutricional, 50 % de los participantes reportaron un esfuerzo “leve” mientras que, una vez implementada la estrategia de consumo de carbohidratos este valor aumentó al 62,5% según lo registrado; se resalta que la categoría “leve” es la puntuación más baja de percepción del esfuerzo en la escala Borg. Por otro lado, posterior a la prescripción nutricional, ninguno de los participantes reportó un esfuerzo “máximo”; siendo ésta la mayor puntuación para el esfuerzo percibido. Sin embargo, los resultados arrojados no mostraron diferencias estadísticamente significativas en la percepción del esfuerzo una vez implementado el protocolo de ingesta de carbohidratos.

Tabla 5. Percepción del esfuerzo durante un entrenamiento de más de 3 horas de duración con y sin prescripción nutricional para consumo de carbohidratos.

<b>Percepción del esfuerzo</b>				
<b>Escala de Borg</b>	Sin protocolo		Con protocolo	
	<b>n</b>	<b>% del total</b>	<b>n</b>	<b>% del total</b>
Leve	4	50%	5	62.5%
Moderado	3	37,5%	3	37,5%
Máximo	1	12,5%	0	0%
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>100%</b>	<b>8</b>	<b>100%</b>
<b>Análisis cuantitativo del puntaje</b>	2,6 ± 0,74*		2,4 ± 0,51*	
	2,5 (3,00 - 2,00)**		2 (3,00 - 2,00) **	
<b>P- Value</b>	0,55 (Prueba de Wilcoxon)			
Media (DE) *; Mediana (RI) **				

Finalmente, el gráfico 1 compara el esfuerzo percibido durante el entrenamiento de más de 3 horas sin acompañamiento nutricional y sin prescripción de carbohidratos antes y durante la actividad; con el esfuerzo percibido una vez implementado el protocolo de consumo de carbohidratos. No se evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre las medianas, es decir, entre el esfuerzo percibido del entrenamiento con y sin acompañamiento nutricional. Sin embargo, desde una valoración global se observa una disminución en la mediana de la percepción del esfuerzo una vez se implementa el protocolo para el antes y el durante el entrenamiento, se resalta sin embargo que esta observación no es estadísticamente significativa.

Gráfico 1. Comparación de percepción del esfuerzo antes de la prescripción de ingesta de carbohidratos en los momentos previos y durante el entrenamiento y la percepción del esfuerzo implementado el consumo de carbohidratos antes y durante la actividad.



Comparación entre variables continuas.  
Muestras independientes T-test.  $\log_e$  (W wilcoxon) = 3,28;  $p = 0,550$  estadística = 26,5; CI 95%

## DISCUSIÓN

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la percepción del esfuerzo según criterios de la “Escala de Borg” (3) bajo la implementación de un acompañamiento nutricional que controló de manera individual la ingesta de carbohidratos en los momentos antes y durante un entrenamiento de resistencia de más de 3 horas de duración, en ciclistas aficionados entre los 30 y 42 años, pertenecientes al equipo PCT, de la ciudad de Medellín, Antioquia. Estudios similares se han realizado sobre la implementación de estrategias múltiples para maximizar la disponibilidad de carbohidratos endógenos y exógenos en ejercicios de resistencia, como en las carreras de fondo. Burke y colaboradores realizaron un estudio en el que se incluía un protocolo de entrenamiento de 2 semanas con mayor ingesta de carbohidratos para una supercompensación de glucógeno e ingesta de carbohidratos durante la actividad de aproximadamente 2 horas, donde se concluyó que a pesar de ser bien tolerada la estrategia para aumentar la disponibilidad de carbohidratos, no se tradujo en una mejora en el rendimiento de la carrera que la observada en el grupo control. (8)

Así mismo, en el presente estudio, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre el esfuerzo percibido durante los entrenamientos con y sin protocolo de ingesta de carbohidratos; esto pudo ser debido al tamaño de la muestra, siendo poco representativo para generar respuestas con el protocolo establecido. Sin embargo, estudios han demostrado que un adecuado consumo

de carbohidratos antes y durante una actividad tiene un papel clave en el rendimiento físico de los atletas debido a que las estrategias que mantienen una alta disponibilidad de carbohidratos permiten equilibrar las reservas de glucógeno y de glucosa sanguínea (9) con las demandas de combustible propias del entrenamiento mientras que la disminución y agotamiento de las mismas, se relaciona con la presencia de fatiga, deterioro del rendimiento y aumento de la percepción del esfuerzo(10,11).

Por un lado, la alimentación antes de la actividad debe incluir estrategias para almacenar glucógeno en cantidades suficientes con las necesidades del entrenamiento (12). Además se ha demostrado que la prescripción dietética y la disponibilidad de carbohidratos endógenos y exógenos, antes y durante el ejercicio puede influir en las respuestas agudas al ejercicio de resistencia y así generar mejoras en la potencia y la velocidad del ciclismo (13,14). Los alimentos inadecuados o en grandes cantidades pueden deteriorar el rendimiento deportivo o alimentos insuficientes pueden generar una pronta disminución de la energía y esto, tener consecuencias en la percepción del esfuerzo (8). Se han realizado otras estrategias respecto al consumo de carbohidratos, por ejemplo, manipular la disponibilidad de carbohidratos antes y durante las sesiones de entrenamiento promueve mejoras significativas en la economía del ciclismo y el tiempo de carrera de 10 kilómetros en atletas de resistencia entrenados. (15)

En el presente estudio, los participantes no contaban inicialmente con acompañamiento nutricional, ni con recomendaciones específicas para el consumo de carbohidratos antes y durante un entrenamiento de larga duración por lo que 5 de ellos tenían un consumo total de carbohidratos inferior o igual a 20 g de carbohidratos antes de la actividad; 3 de ellos realizaban este tipo de entrenamientos en ayunas, lo cual posiblemente era insuficiente para la duración e intensidad del entrenamiento y pudo tener consecuencias en la percepción del esfuerzo reportando un esfuerzo “muy- muy muy pesado”.

Es bien sabido que los carbohidratos son el macronutriente más importante en deportes de resistencia debido a que el cuerpo depende en su mayoría de estos como fuente de energía durante los entrenamientos de larga duración (16). Las pautas actuales de nutrición deportiva sugieren un consumo de 1 a 4 gramos de carbohidratos por kilogramo de masa corporal de 1 a 4 horas previas al ejercicio (8). Sin embargo, también se ha evidenciado que, 15 minutos antes de la ejecución de una actividad deportiva de resistencia, el consumo de un gel energético deportivo con un aporte de 25 g de carbohidratos de múltiples transportadores (glucosa:fructosa) puede mejorar la resistencia y rendimiento en ejercicios prolongados (9,17). Esto último fue lo que se aplicó en los participantes del estudio a quienes se les prescribió un gel con un aporte de 30 g de carbohidratos múltiples antes de la actividad, con el fin de brindarles disponibilidad de combustible para el entrenamiento. Según las estrategias de nutrición contemporáneas, esa ingesta previa es particularmente importante para eventos que se realizan en la mañana, como en el presente estudio (6:00

am), donde la ingesta de carbohidratos puede restaurar el glucógeno hepático después de un ayuno nocturno, así como proporcionar suministro continuo de energía para la actividad (8, 18). Es importante mencionar que las estrategias para almacenar glucógeno previas al evento no dependen únicamente de la ingesta previa; sino que se asocian a las ingestas de carbohidratos durante las 24 horas antes (19,20). Esto último pudo ser una de las principales limitantes del estudio ya que no se controló la ingesta alimentaria de los participantes que pudiera contribuir a la supercompensación de glucógeno teniendo un impacto en el rendimiento y en los resultados obtenidos de percepción del esfuerzo.

Por otro lado, la ingesta de carbohidratos durante el ejercicio puede mejorar el rendimiento por medio de la entrega de sustratos adicionales frente a la disminución de las reservas endógenas, así como la prevención de la hipoglucemia y la activación de centros de recompensa en el sistema nervioso central (2,19). Existen ya directrices que recomiendan el consumo de 30-60-90 gramos por hora, incluso 120 gramos por hora en deportes de ultra resistencia (21,22). Con el presente estudio, se pretendió implementar una estrategia que permitiera aumentar la disponibilidad de energía para el entrenamiento de más de 3 horas; si bien en la mayoría de los participantes el consumo de carbohidratos se realizó en cantidades inferiores a 90 gramos por hora, la mayoría cumplió con un consumo mínimo de carbohidratos para esta actividad (60 gramos por hora) que permitió la disminución de 0,24 puntos en la mediana de la percepción del esfuerzo. En un estudio reciente, se evidenció que los aumentos adicionales de carbohidratos para lograr una alta disponibilidad de los mismo durante la actividad, no confirió ventajas adicionales sobre los rangos más bajo de las pautas actuales de nutrición deportiva, por lo que se sugiere a los deportistas cumplir con las pautas mínimas de ingesta de carbohidratos (6).

De igual importancia, mencionar que, las fuentes de carbohidratos prescritas provenían de suplementos comerciales, con carbohidratos de múltiples transportadores, lo que permitió una mejor optimización de los mismos durante el entrenamiento. Datos similares han sido reportados en otros estudios en los que se ha visto que la ingesta de glucosa y fructosa en forma de hidrogel mejora el rendimiento respecto a un placebo; así como permite una mayor oxidación de carbohidratos exógenos, disminución de la oxidación de grasas y reducción de síntomas gastrointestinales (23, 2).

Finalmente, y como principal hallazgo se identificaron variables fisiológicas, de composición corporal y metabólicas que limitaron los resultados obtenidos. Entre ellas; variables como la frecuencia cardíaca, potencia por unidad wattio, velocidad total, glicemia, nivel deportivo, lactato, estado de hidratación y porcentaje de grasa que, en el presente estudio, no se tuvieron en cuenta. Sin embargo, para futuras intervenciones se recomienda considerar dichas variables con el fin de establecer correlaciones fisiológicas y de alimentación en deportes de resistencia.

## CONCLUSIONES

Este estudio implementó una estrategia para aumentar la disponibilidad de carbohidratos exógenos durante un entrenamiento de resistencia de ciclismo de ruta de más de 3 horas de duración. La estrategia incluía un protocolo de consumo de carbohidratos en dos momentos; antes de la actividad un consumo de 30 g de carbohidrato 15 minutos previos al inicio y durante la actividad 90 gramos de carbohidratos por hora. Hubo una disminución en los valores totales de las medianas de la percepción del esfuerzo una vez implementado el protocolo de consumo de carbohidratos, sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas posiblemente debido a que no se tuvieron en cuenta variables fisiológicas, metabólicas ni de composición corporal que pudieran generar un impacto en la percepción del esfuerzo.

## REFERENCIAS

1. Henselmans M, Bjørnsen T, Hedderman R, Vårvik FT. The Effect of Carbohydrate Intake on Strength and Resistance Training Performance: A Systematic Review. Vol. 14, *Nutrients*. 2022.
2. Vitale K, Getzin A. Nutrition and supplement update for the endurance athlete: Review and recommendations. *Nutrients*. 2019;11(6):1–20.
3. Rodríguez N, I., & Gatica S, D. (2016). Percepción de esfuerzo durante el ejercicio: ¿Es válida su medición en la población infantil? *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 32(1), 25–33.  
<https://doi.org/10.4067/s0717-73482016000100005>
4. Travis DT, Erdman KA, Burke LM, MacKillop M. Nutrición y Rendimiento Deportivo. *PubliCE*. 2016 (Dc):1–40.
5. Rodríguez AH. Sistema de alimentación para deportistas de larga duración a base de chontaduro. 2019;45–6. Available from: [https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/43450/Documento final tesis de grado MDIPS AHR.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/43450/Documento%20final%20tesis%20de%20grado%20MDIPS%20AHR.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
6. King AJ, Etxebarria N, Ross ML, Garvican-Lewis L, Heikura IA, McKay AKA, et al. Short-Term Very High Carbohydrate Diet and Gut-Training Have Minor Effects on Gastrointestinal Status and Performance in Highly Trained Endurance Athletes. *Nutrients*. 2022;14(9).
8. Burke LM, Jeukendrup AE, Jones AM, Mooses M. “Contemporary Nutrition Strategies to Optimize Performance in Distance Runners and Race Walkers” *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* Title: Contemporary Nutrition Strategies to Op. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2019;117–29. Available from: <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2019-0004>



9. Rebić N, Ilić V, Zlatović I. Effects of a low carbohydrate diet on sports performance. *Trends Sport Sci.* 2021;28(4):249–58. SI
10. Travis DT, Erdman KA, Burke LM, MacKillop M. Nutrición y Rendimiento Deportivo. 2016;(Dc):1–40.SI
11. Kerksick CM, Arent S, Schoenfeld BJ, Stout JR, Campbell B, Wilborn CD, et al. International society of sports nutrition position stand: Nutrient timing. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017;14(1):1–21.
12. Nørregaard AJ, Gram M, Vigelsoe A, Wiuff C, Birk A. Organisation of Dietary Control for Nutrition-Training Intervention Involving Periodized Carbohydrate (CHO) Availability and Ketogenic Low CHO High Fat (LCHF) Diet. *Int J Sport Nutr Exerc.* 2014;28(5):480–9.
13. Rothschild JA, Kilding AE, Plews DJ. What should I eat before exercise? Pre-exercise nutrition and the response to endurance exercise: Current prospective and future directions. *Nutrients.* 2020;12(11):1–23.
14. Brooke NK, Cosio-Lima L. Nutrition in Cycling. *Phys Med Rehabil Clin N Am* [Internet]. 2022;33(1):159–72. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2021.08.011>
15. Marquet LA, Brisswalter J, Louis J, Tiollier E, Burke LM, Hawley JA, et al. Enhanced endurance performance by periodization of carbohydrate intake: “Sleep Low” strategy. *Med Sci Sports Exerc.* 2016;48(4):663–72.
16. Costa RJS, Knechtle B, Tarnopolsky M, Hoffman MD. Nutrition for ultramarathon running: Trail, track, and road. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2019;29(2):130–40. SI
17. Ormsbee MJ, Bach CW, Baur DA. Pre-exercise nutrition: The role of macronutrients, modified starches and supplements on metabolism and endurance performance. *Nutrients.* 2014;6(5):1782–808.
18. Rothschild JA, Kilding AE, Plews DJ. What should i eat before exercise? Pre-exercise nutrition and the response to endurance exercise: Current prospective and future directions. *Nutrients.* 2020;12(11):1–23.
19. Burke LM, Hawley JA, Jeukendrup A, Morton JP, Stellingwerff T, Maughan RJ. Toward a common understanding of diet-exercise strategies to manipulate fuel availability for training and competition preparation in endurance sport. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2018;28(5):451–63.
20. Gonzalez JT, Wallis GA. Carb-conscious: the role of carbohydrate intake in recovery from exercise. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* [Internet]. 2021

21. Viribay A, Arribalzaga S, Mielgo-ayuso J, Castañeda-babarro A. Effects of 120 g / h of Effects of 120 g/h of Carbohydrates Intake during a Mountain Marathon on Exercise-Induced Muscle Damage in Elite Runners. *Nutrients*. 2020;12(5), 1367.
22. Tiller NB, Roberts JD, Beasley L, Chapman S, Pinto JM, Smith L, et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: Nutritional considerations for single-stage ultra-marathon training and racing. *J Int Soc Sports Nutr*. 2019;16(1):1–23.
23. Rowe JT, King RFGJ, King AJ, Morrison DJ, Preston T, Wilson OJ, et al. Glucose and Fructose Hydrogel Enhances Running Performance, Exogenous Carbohydrate Oxidation, and Gastrointestinal Tolerance. *Med Sci Sports Exerc*. 2022;54(1):129–