

Article

# Revisiones BJSM: A-Z de los Suplementos Nutricionales: Suplementos Dietarios, Alimentos para la Nutrición Deportiva y Ayudas Ergogénicas para la Salud y el Rendimiento: Parte 8

L. M. Castell<sup>1</sup>, L. M. Burke<sup>2</sup>, S. J. Stear<sup>3</sup> y R. J. Maughan<sup>4</sup>

<sup>1</sup>University of Oxford, Oxford, UK

<sup>2</sup>Australian Institute of Sport, Canberra, Australia

<sup>3</sup>Performance Influencers Limited, London, UK

<sup>4</sup>School of Sport, Exercise and Health Sciences, Loughborough University, Loughborough, UK

## CARBOHIDRATOS

---

### Comentarios introductorios

Los carbohidratos son una parte esencial de la dieta humana y son los macronutrientes que aportan la mayor proporción de la ingesta de energía total en la mayoría de las personas. Debido a su papel central en el metabolismo de energía durante el ejercicio, desempeñan un papel vital en la dieta de los atletas. Aunque la correcta selección de alimentos puede satisfacer las necesidades de carbohidratos en muchas situaciones, los suplementos de carbohidratos pueden ser útiles antes, durante y después de los ejercicios para ayudar a los atletas a alcanzar sus metas nutricionales. Estos suplementos pueden presentarse en forma de sólidos, líquidos o geles y pueden contener o no otros nutrientes. La selección detallada de alimentos y suplementos con carbohidratos en la dieta global y alrededor de las sesiones de ejercicio puede ayudar a los atletas a optimizar el entrenamiento y el rendimiento en las competencias. En esta revisión, los autores han incluido dos tablas con las recomendaciones actuales para la ingesta de carbohidratos en el ámbito deportivo y una serie de productos que pueden ayudar a cumplir con estas metas.

### Carbohidratos

L. M. Burke y R. J. Maughan

El término “carbohidrato” hace referencia a los miembros de una gran familia de compuestos orgánicos que están formados por carbono, hidrógeno y oxígeno, y tienen una fórmula general  $C_m(H_2O)_n$ . Los carbohidratos pueden existir como moléculas aisladas (monosacáridos) tales como la glucosa (una hexosa de seis carbonos con la fórmula  $C_6H_{12}O_6$ ), o pueden polimerizarse para formar cadenas de diferente longitud que varían de dos (disacáridos) a miles de unidades de glucosa

(polisacáridos). “Azúcares” es el término que se utilizaba para los monosacáridos como la glucosa (dextrosa) y fructosa (azúcar de la fruta), y para el disacárido sacarosa (azúcar de mesa que está formada por una molécula de glucosa y una de fructosa) y lactosa (azúcar de la leche: formada por glucosa más galactosa). Dentro de las pentosas de cinco carbonos está la ribosa que es parte fundamental de algunas moléculas importantes como los nucleótidos de adenina (ATP, ATP y AMP) y ARN. El glucógeno, la forma en que se almacenan los carbohidratos en el hígado y en el músculo, tiene una estructura compleja de polímero de glucosa y es bastante similar al almidón que actúa como una forma de almacenamiento de carbohidratos en las plantas. La forma polimerizada ocupa mucho menos lugar pero también, al ser casi insoluble, puede ser almacenada sin que se necesite una gran cantidad de agua extra retenida dentro de las células.

La cantidad total de carbohidratos almacenados en el cuerpo es pequeña, con un máximo de aproximadamente 100 g en el hígado y 400-500 g en los músculos: estas cantidades dependen de la dieta precedente y pueden ser menores durante el ayuno y a causa del ejercicio. El glucógeno hepático puede ser transformado en glucosa que es liberada al torrente sanguíneo a través del cual se encuentra disponible para todos los tejidos y actúa como combustible. La misma es importante sobre todo para el cerebro que depende fuertemente de la glucosa sanguínea como combustible, y para otros tejidos como los glóbulos rojos que utilizan glucosa sanguínea como su único sustrato. Las reservas musculares de glucógeno son las que se encuentran disponibles más rápidamente cuando los músculos trabajan, pero no se encuentran tan rápidamente disponibles para otros tejidos. Los músculos en descanso pueden cumplir con la mayor parte de la demanda de energía gracias a la oxidación de cualquier combustible disponible, incluidas las grasas y los carbohidratos. Durante el ejercicio, la proporción de utilización de carbohidratos, y su contribución con la mezcla de combustibles total, varía según un rango de factores entre los que se incluye la intensidad y la duración del ejercicio, el nivel de entrenamientos del atleta y los efectos de la ingesta de carbohidratos antes y durante la sesión (1).

Hay varias maneras en que las reservas corporales de carbohidratos son críticas para el rendimiento deportivo. Los carbohidratos son el principal combustible para el trabajo de alta intensidad cuando la demanda metabólica requiere el reclutamiento de fibras musculares altamente glucolíticas; las reservas inadecuadas de glucógeno limitarán el rendimiento de series únicas o repetidas de alta intensidad. En ejercicios de intensidad moderadas y larga duración, el agotamiento del glucógeno muscular se asocia con fatiga y reducción en la capacidad de trabajo porque el músculo depende de las grasas como sustrato de energía. Durante el ejercicio también puede disminuir la concentración de glucosa sanguínea debido a una desconexión entre la liberación hepática de glucosa y el consumo muscular de glucosa. En algunos atletas o eventos, esto puede avanzar hasta provocar hipoglucemia y señales obvias de fatiga y desorientación, y afectar la capacidad de trabajo. Sin embargo, la fatiga central (o rendimiento sub-óptimo) puede ser producida por cambios más sutiles en las concentraciones sanguíneas de glucosa o en la disponibilidad de carbohidratos para el sistema nervioso central. Esto se puede manifestar en términos de una capacidad sub óptima de realizar trabajo a través de la disminución de las estrategias de ritmo o reclutamiento de fibras musculares, o por un deterioro en las habilidades y en la concentración necesaria para obtener resultados en muchos deportes. Para una mayor discusión recomendamos a los lectores consultar las revisiones sobre carbohidratos y metabolismo durante los ejercicios (1).

Las reservas corporales totales de carbohidratos son limitadas, y a menudo son sustancialmente menores a los requisitos de combustibles que tienen las sesiones de entrenamiento y competencias de alta intensidad. Por lo tanto se recomienda que los atletas consuman fuentes dietéticas de carbohidratos para evitar o demorar el agotamiento de las reservas de carbohidratos corporales durante el ejercicio (2). En la Tabla 1 se presenta un resumen de las recomendaciones actuales de ingesta de carbohidratos para para los atletas. A partir de este resumen es necesario destacar que los lineamientos de nutrición no promueven una dieta “rica en carbohidratos” para todos los atletas. En cambio, se proporcionan ejemplos generales para que los atletas puedan cumplir con los requisitos de combustibles de carbohidratos según sus entrenamientos específicos y sus cronogramas de competencias establecidos, con sugerencias sobre las cantidades totales de carbohidratos que pueden ser consumidos durante un día y metas de ingesta antes y durante el ejercicio o durante el período de recuperación entre una sesión y la siguiente. Hay suficiente evidencia que respalda que las estrategias de ingesta de carbohidratos que mantienen una disponibilidad alta de carbohidratos durante el ejercicio y evitan el agotamiento de los carbohidratos están asociadas con una mayor resistencia y un mayor rendimiento (1). Tales estrategias incluyen la súper compensación de glucógeno antes de los eventos de resistencia y ultra resistencia; ingerir una comida rica en carbohidratos en las horas previas a los eventos de ejercicios prolongados sostenidos (>90 min) o ejercicio intermitente; ingesta de carbohidratos durante ejercicios de alta intensidad sostenidos con una duración de ~60 min o ejercicio prolongado sostenido/intermitente, y en el período de recuperación entre dos series de ejercicios que requieren carbohidratos (3-7). Los carbohidratos son un ingrediente esencial de las bebidas deportivas efectivas; el agua y los carbohidratos tienen efectos de mejora del rendimiento independientes y aditivos cuando son ingeridos durante el ejercicio de resistencia.

**Tabla 1.** Resumen de las recomendaciones actuales sobre ingesta de carbohidratos para atletas (adaptado de Burke (8)).

<b>Situación</b>	<b>Ingesta de carbohidratos recomendada</b>
<b>Situación aguda</b>	
Almacenamiento óptimo de glucógeno muscular diario (ej, para la recuperación post ejercicio, para recuperar combustibles o para realizar la carga con carbohidratos antes de algún evento)	7-12 g/kg de masa corporal/día
Recuperación rápida del glucógeno muscular post ejercicio en donde la recuperación entre las sesiones es <8 h	1-1,2 g/kg inmediatamente después del ejercicio; repetir cada hora hasta cumplir con el cronograma de comidas. Consumir los carbohidratos en forma de series de pequeños bocadillos cada 15-60 minutos en la fase temprana de la recuperación puede ser beneficioso
Comida previa al evento para incrementar la disponibilidad de carbohidratos antes de una sesión de ejercicio prolongado.	1-4 g/kg consumidos 1-4 hs antes del ejercicio.
Ingesta de carbohidratos durante ejercicio de intensidad moderada o intermitente con una duración mayor a 1 hora.	Ejercicio de 1 hora: pequeñas cantidades de carbohidratos (incluso hasta el enjuague bucal con una bebida con carbohidratos) Ejercicio con una duración superior a 90 min: 0,5-1 g/kg/h (30-60 g/h). Ejercicio con una duración superior a 4 horas: las tasas máximas de oxidación de los carbohidratos ingeridos se producen con ingestas de aprox. 1,5-1,8 g/min de carbohidratos para múltiples transportadores.
<b>Situación crónica o cotidiana</b>	
Recuperación diaria o necesidades de combustible para atletas que poseen un programa de entrenamiento muy liviano (ejercicio de baja intensidad o ejercicios basados en habilidades); estos objetivos pueden interesar particularmente a atletas que tienen una gran masa corporal o que necesitan reducir la ingesta de energía para perder peso	3-5 g/kg/día *
Recuperación diaria o necesidades de combustible para atleta con un programa de ejercicios moderado (ej 60-90 min)	5-7 g/kg/día *
Recuperación diaria o necesidades de combustible para atletas de resistencia (ej, 1-3 h de ejercicio de intensidad moderada a alta)	7-12 g/kg/día*
Recuperación diaria o necesidades de combustible para atletas que realizan un programa de ejercicios extremo (ej.>4-5 h de ejercicio de intensidad moderada a alta como el Tour de Francia)	≥10-12 g/kg/día *

*\*Esta ingesta de carbohidratos debe ser distribuida durante el día para promover la disponibilidad de los combustibles para las sesiones de entrenamiento importantes, o sea, deben ser consumidos antes, durante y después de estas sesiones.*

La fuente principal de carbohidratos es la dieta, y los alimentos ricos en azúcar y almidón pueden contribuir con los requerimientos de energía y de combustible, y pueden aportar otros nutrientes útiles para la salud y el rendimiento. Sin embargo, los productos especiales para deportes que contienen cantidades sustanciales de carbohidratos aportan una valiosa ayuda nutricional en algunas situaciones (Tabla 2). Las ventajas de estos productos incluyen sabor atractivo, aporte de una cantidad conocida de carbohidratos para alcanzar una meta de nutrición deportiva específica, aporte simultáneo de otros nutrientes importantes para las metas de nutrición deportiva y características gastrointestinales que promueven una digestión y absorción rápidas. Otros beneficios se relacionan con las características que hacen que los productos sean prácticos para el consumo en las sesiones de ejercicio (ocupan poco espacio, están convenientemente empaquetados) o para el estilo de vida del atleta (preparaciones portátiles, no perecederas, mínimas). Cuando estos productos deportivos son utilizados por un atleta para alcanzar las metas de nutrición deportiva o para cumplir con las recomendaciones resumidas en este artículo, es probable que produzcan una mejora en el rendimiento. De hecho, los beneficios de rendimiento que se alcanzan por evitar una situación que podría provocar una baja disponibilidad de carbohidratos son sólidos, lo que posiciona a los suplementos de carbohidratos entre los mejoradores de rendimiento con mayor base de evidencia en la nutrición deportiva.

**Tabla 2.** Suplementos deportivos que contienen carbohidratos.



<b>Suplementos</b>	<b>Presentaciones disponibles</b>	<b>Composición típica</b>	<b>Uso asociado a los deportes</b>
Bebidas deportivas	Polvo o líquido listo para beber	4-8% de carbohidratos, en forma de mezclas de glucosa, fructosa, sacarosa y maltodextrina. Electrolitos (sodio y potasio). Pueden contener otros compuestos tales como proteínas/aminoácidos o cafeína.	Reposición óptima de fluidos y carbohidratos durante los ejercicios para lograr la hidratación y la recuperación de combustible. Rehidratación post ejercicio.
Geles deportivos	Sachets (30-40 g) o tubos más grandes que contienen un líquido semisólido de carbohidratos (gel)	Solución de carbohidratos al 60-70% (aprox. 25 g de carbohidratos por sachet) Puede contener otros compuestos como electrolitos o cafeína.	Recuperación de combustibles durante el ejercicio. Suplemento para las dietas de entrenamiento con alto contenido de carbohidratos o dietas con carga de carbohidratos. Recuperación de combustibles post ejercicio.
Suplementos nutricionales líquidos	Polvo (para ser disuelto en agua o leche) o bebidas listas para consumir.	Bebida elaborada con un polvo cuya composición típica cada 100 g de polvo es: 60-70 g de carbohidratos 20-30 g de proteínas Contenido de grasas bajo o moderado. Generalmente fortificado con vitaminas y minerales. Puede contener ingredientes con (supuestos) efectos ergogénicos.	Porciones de reemplazo de comidas que ocupan poco lugar (especialmente alimentos que se consumen antes de un evento). Recuperación post ejercicio que promueve la síntesis de proteínas y la recuperación de combustibles. Suplemento rico en nutrientes para dietas con elevado contenido de energía/carbohidratos (especialmente durante entrenamientos pesados/competencias o ganancia de peso) Nutrición portátil para los atletas que viajan
Barras deportivas	Barra (50-60 g)	40-50 g de carbohidratos 5-10 g de proteínas (algunas barras tienen un contenido de proteínas mayor). Generalmente con bajo contenido de grasas y fibra. Frecuentemente están fortificadas con vitaminas y minerales. Muchas contienen ingredientes con (supuestos) efectos ergogénicos.	Aporte de combustibles durante el ejercicio. Recuperación post ejercicio (promueve la recuperación de combustibles y algunas proteínas van hacia la síntesis de proteínas. Suplementos para una dieta con elevado contenido de energía y elevado contenido de carbohidratos. Nutrición portátil para los atletas que viajan.

## COMENTARIOS FINALES

---

En el mundo de los deportes donde se comercializan millones de productos con ingredientes especiales que supuestamente mejoran el rendimiento, es irónico que los alimentos deportivos que contienen un nutriente cotidiano (carbohidratos) sean los que mejor pueden cumplir estas demandas. Si bien algunos de estos alimentos deportivos como las bebidas deportivas han ingresado a los circuitos nutricionales generales y se consumen fuera del contexto deportivo, cuando se utilizan adecuadamente para reforzar las necesidades de carbohidratos que plantean los ejercicios y la recuperación, es probable que provoquen beneficios evidentes.

**Intereses de competencia** Ninguno.

**Procedencia y revisión por pares:** Sin revisión externa de pares.

## REFERENCIAS

---

1. Maughan R.J., Gleeson M. (2004). The biochemical basis of sports performance. *Chapter 4. Oxford: Oxford University Press.*
2. Rodriguez N.R., Di Marco N.M., Langley S. (2009). American Dietetic Association; Dietitians of Canada; American College of Sports Medicine. *American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. Med. Sci. Sports Exerc.41:709-31.*
3. Hawley J.A., Schabert E.J., Noakes T.D., et al. (1997). Carbohydrate-loading and exercise performance. *An update. Sports Med.24:73-81.*
4. Hargreaves M., Hawley J.A., Jeukendrup A. (2004). Pre-exercise carbohydrate and fat ingestion: effects on metabolism and performance. *J. Sports. Sci. 22:31-8.*
5. Burke L.M, Wood C., Pyne D.B., et al. (2005). Effect of carbohydrate intake on half-marathon performance of well-trained runners. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.15:573-89.*
6. Coyle E.F. (2004). Fluid and fuel intake during exercise. *J. Sports Sci.22:39-55.*
7. Fallowfield J.L., Williams C. (1993). Carbohydrate intake and recovery from prolonged exercise. *Int. J. Sport Nutr.3:150-64.*
8. Burke L.M. (2007). Practical sports nutrition. *Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers,12.*

### Cita Original

L. M. Castell, L. M. Burke, S. J. Stear, R. J. Maughan. (2010). BJSM reviews: A-Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance Part 8. *Br. J. Sports Med. 44:486-470*