

# MATERIAL PRÁCTICO DE ESTUDIO PARA LA INTERVENCIÓN NUTRICIONAL EN EL ENTRENAMIENTO Y LA COMPETICIÓN EN DEPORTES DE RESISTENCIA.

Daniel Giménez-Monzó (1,2), José Miguel Martínez-Sanz (2,3), Rocío Ortiz-Moncada (1,2).

1. *Área de Medicina Preventiva y Salud Pública, Departamento de Enfermería Comunitaria, Medicina Preventiva y Salud Pública e Historia de la Ciencia. Universidad de Alicante.*

2. *Grupo de Investigación de Alimentación y Nutrición (ALINUT). Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Alicante.*

3. *Departamento de Enfermería. Universidad de Alicante.*

**Lugar y Fecha de publicación:** Alicante, junio 2023

**Material docente:** dirigido a estudiantes y profesionales de la dietética y nutrición.

**Objetivo:** Mediante el material docente los estudiantes serán capaces de comprender los procesos fisiológicos y las rutas metabólicas implicadas en la práctica deportiva. Con ello se dotará de herramientas necesarias para realizar intervención nutricional para el rendimiento y la recuperación en esta disciplina deportiva.

**Metodología docente:** Bases fisiológicas, pautas dietéticas, y suplementación deportiva aplicada a deportes de resistencia, y colección de infografías para facilitar la comprensión y aplicación de la parte teórica.

**Resumen:** Los deportes de resistencia abarcan una amplia gama de deportes, conocer las bases fisiológicas es esencial para poder intervenir a nivel nutricional para la mejora del rendimiento deportivo y la recuperación tras los entrenamientos y la competición.

## **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

### **1. Vías energéticas**

- 1.1. Anaeróbico aláctico (vía de los fosfagenos)
- 1.2. Anaeróbico láctico
- 1.3. Glucolisis aerobia
- 1.4. Oxidación de grasas
- 1.5. Durante la práctica deportiva

### **2. Digestión y absorción de hidratos de carbono (CH)**

- 2.1. Sistema digestivo
- 2.2. Absorción de CH
- 2.3. Entrenar el sistema digestivo

### **3. Necesidad diarias**

- 10.3.1. Energía y macronutrientes

### **4. Ayudas ergogénicas**

- 10.4.1. Fuentes de nutrientes
- 10.4.2. Aumento del rendimiento

### **5. Pautas nutricionales en los entrenamientos**

### **6. Pautas dietéticas antes de la competición: estrategias de carga de HC**

### **7. Pautas dietéticas antes de la competición: horas antes de la competición**

### **8. Pautas dietéticas post-competición**

### **9. Deportes de medio fondo: 800m, 1500m, 3000m**

### **10. 10K**

### **11. Media maratón**

### **12. Maratón**

### **13. Problemas médico-nutricionales.**

### **14. Colección de infografías.**

### **15. Bibliografía.**

Los requerimientos energéticos, composición de la dieta en los diferentes deportes de medio fondo y fondo dependerá de la distancia que se entrena o compite, éstos abarcan distancias de carrera a pie que van desde los 800m, 1500m y 3000m, a los 10km, 21km (media maratón) y 41,19 km (maratón). Las necesidades energéticas y de nutrientes vendrán definidas por la duración de la prueba y la intensidad lo cual marcará las vías metabólicas de utilización de las diferentes fuentes de combustible. A su vez la alimentación durante los entrenamientos vendrá definida por las características individuales del deportista y la fase del entrenamiento.

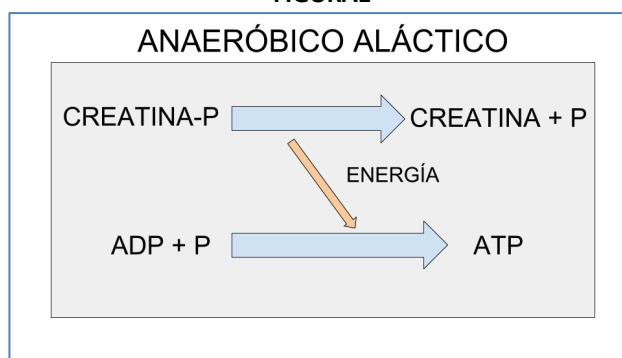
## 1. VÍAS ENERGÉTICAS EN LOS DEPORTISTAS DE MEDIO FONDO Y FONDO

Toda activa física conlleva contracción muscular y por consiguiente movimiento. El ATP es la molécula o sustrato para poder realizar contracción muscular. La actividad física depende de un suministro energético adecuado a las fibras musculares responsables del proceso de contracción. Esta energía proviene de las moléculas de ATP y se libera por reacción de hidrólisis simple y/o transferencia de fosfatos. El ATP se encuentra en cantidad limitada en el músculo por lo que es necesario sintetizarlo de forma continua y para poder mantener la actividad muscular, excepto los primeros segundos, es necesario que se vaya formando continuamente ATP. Esto es posible gracias a la ruptura de moléculas más complejas por medio de diferentes series de reacciones químicas. Los sustratos energéticos de la fibra muscular son los mismos que los de cualquier otra célula, hidratos de carbono (HC), grasas (G) y proteína (P), en este caso además fosfocreatina (PC). Las vías para generar energía en forma de ATP se clasifican en vías aerobias (obtención de ATP en presencia de oxígeno a partir de grasa o de glucosa) y las vías anaeróbicas (obtienen ATP sin presencia de oxígeno, vías anaeróbica láctica y glucólisis anaeróbica).

### 1.1 Anaerobio aláctico (sistema de fosfágenos)

Es la vía energética más potente, y utiliza la creatina fosfato (CP) para generar moléculas de ATP partir del ADP (Figura1). No requiere de oxígeno pero esta vía metabólica esta limitada a la cantidad de creatina disponible a nivel muscular. Esta vía se utiliza en los 6-20 segundo iniciales de ejercicio explosivo (100 m lisios, arrancada en halterofilia). Cabe señalar que cuando se produce la hidrólisis de CP para generar ATP la reacción capta iones  $H^+$  que se produjeron en la ruptura de moléculas de ATP, de esta forma la reacción amortigua la acidosis muscular y retrasa la aparición de fatiga.

FIGURA1



Existe otro sistema en el músculo para para resisntetizar ATP utiliando 2 moléculas de ADP y que es llevado a cabo por la encima miokinasa (MK)

### **ATP + ADP → ATP + AMP**

Esta reacción solo ocurre en condiciones extremas. La cantidad de energía producida es muy limitada pero produce AMP (adenosina monofosfato) que es un importante metabolito regulador de numerosos procesos metabólicos. De hecho, niveles altos de AMP spn indicadores de bajos niveles de energía a nivel muscular, esta vía produce un depleción celular de los adenilato.

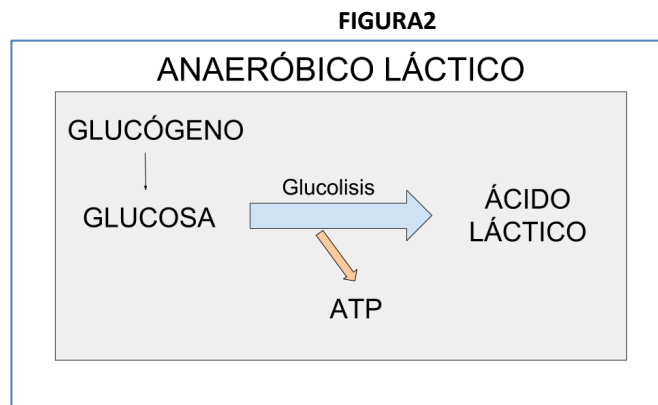
## **1.2. Anaerobica láctica (glucolisis en condiciones anaerobias)**

Esta vía utiliza como fuente de energía los hidratos de carbono (concretamente la glucosa) molécula que a través de esta vía se convierte en ácido láctico y ATP, para obtener energía (Figura2). El ácido láctico puede servir como combustible en el ejercicio físico, aunque la acumulación del mismo forma parte del cuadro complejo que favorece la aparición de fatiga en el deportista. Esta reacción no utiliza oxígeno por lo que este sistema puede obtener energía rápidamente aunque no tanto como la vía de los fosfágenos, no se puede utilizar por tiempo prolongado.

La vía anaeróbica láctica, depende de los depósitos de glucógeno, y se activa en gran medida en aquellos deportes de fuerza-resistencia, es decir generación de grandes cantidades de fuerza durante un tiempo relativamente largo (30"-9'). Así aquellos deportes como el remo olímpico, atletismo 400-3000 metros... tiene un gran componente anaeróbico láctico. Las reservas de glucógeno en un deportista relativamente musculado pueden llegar a ser de unos 400-500g, equivalente a 1600 2000 kcal, no obstante, su potencia baja considerablemente cuándo: 1) disminuyen los depósitos de glucógenos (series repetidas) o 2) porque esta vía genera acidosis por la disociación del acido láctico. Lo cual la utilización elevada de esta vía genera toxicidad metabólica, a través de la generación de acidosis celular, lo cual puede haber sustrato suficiente pero también una limitación periférico-muscular.

Esta vía se produce cuando las células musculares necesitan resisntetizar ATP de forma rápida, pueden degradar moléculas de glucosa mediante esta vía. En este sistema las moléculas de glucosa se transforman en ácido láctico mediante una serie de 12 reacciones enzimáticas que tienen lugar en ausencia de oxígeno en el citoplasma de las células. La glucosa deriva de dos distintos orígenes: la glucogenolisis o degradación de las reservas intramusculares de glucógeno o la glucosa sanguínea. La glucosa de la sangre puede provenir directamente de la dieta o bien formarse por de la degradación del glucógeno hepático o por gluconeogénesis o síntesis hepática; esta última se realiza a partir de metabolitos intermediarios como el ácido láctico y el ácido pirúvico, la alanina, el glicerol y otros. La liberación hepática de glucosa es proporcional a la intensidad y duración del esfuerzo; en un principio procede de la glucogenolisis hepática, pero a medida que la duración del esfuerzo aumenta, la actividad gluconeogénica hepática también se incrementa, produciéndose una mayor captación hepática de precursores gluconeogénicos. La ganancia neta del proceso es de 3

moléculas de ATP si se parte de las reservas de glucógeno o de 2 moléculas de ATP si se parte de glucosa, pues en este último caso 1 molécula se utiliza para la conversión de glucosa a glucosa 6-fosfato. Aunque la producción de ATP no es muy grande, la utilización conjunta de este sistema y el del ATP-fosfocreatina permite mantener la actividad durante los primeros minutos de ejercicios de alta intensidad. Un inconveniente de este sistema energético es la generación y acumulación de ácido láctico en los músculos y líquidos corporales. La reducción del pH muscular afecta negativamente la contracción del músculo y la actividad de las enzimas implicadas en la degradación del glucógeno muscular.



### 1.3. Glucólisis en condiciones aerobias

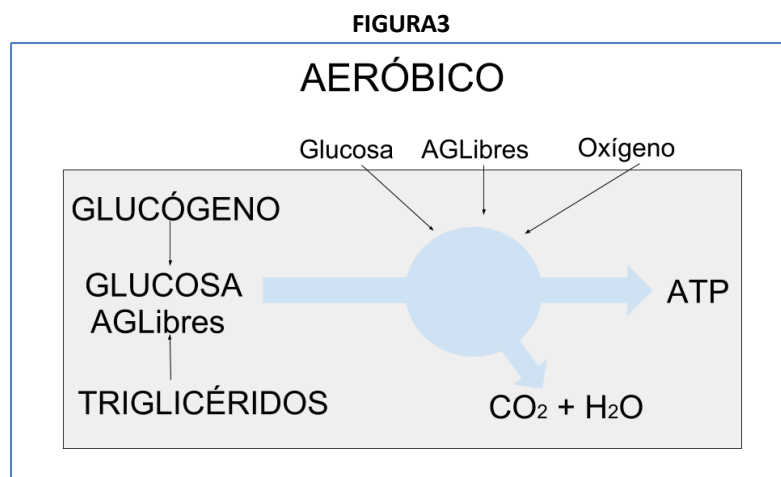
La glucosa puede también utilizarse como combustible mediante la vía oxidativa aeróbica, en la que se produce la combustión completa mediante la participación de sus intermediarios metabólicos en el ciclo de Krebs y la transferencia de sus electrones por la cadena respiratoria hasta el oxígeno (Figura3). El proceso tiene lugar en las mitocondrias, ampliamente distribuidas en el sarcoplasma y en las proximidades de las miofibrillas, y supone la descomposición hasta  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , subproductos que, a diferencia del ácido láctico, no modifican el pH ni ocasionan fatiga alguna. El sistema oxidativo genera 38 moléculas de ATP; es decir, es 19 veces más rentable que la vía anaeróbica.

Esta vía metabólica de resíntesis de ATP precisa de oxígeno, utilizándose principalmente en actividades prolongadas que requieren resistencia. La glucólisis aeróbica es la vía energética prioritaria en esfuerzos de duración entre 3 y 30-40 minutos. La utilización de la glucosa por una vía aeróbica o anaeróbica dependerá de la disponibilidad del oxígeno para satisfacer las demandas energéticas de la célula muscular. Sólo si ésta es insuficiente el flujo metabólico se dirigirá en mayor o menor medida hacia la producción de ácido láctico.

### 1.4. Oxidación de grasas en condiciones aerobias

El principal almacén de grasa en el cuerpo humano es el tejido adiposo, este tejido adiposo está formado por triglicéridos, estos a su vez están formados por una molécula de glicerol y 3 moléculas de ácido graso. Las enzimas lipasa (hay de varios tipos) son las que se encargan de hidrolizar los triglicéridos en diferentes pasos (triglicérido,

diglicérido, glicerol + 3 ácidos grasos), es decir, rompen la molécula de triglicérido liberando glicerol y 3 ácidos grasos. La lipasa es sensible a varias hormonas como la insulina (inhibe a la lipasa), el glucagón, el cortisol, la hormona de crecimiento, y las catecolaminas activan a esta molécula. El glicerol resultante es transportado al hígado donde puede tener 3 objetivos: síntesis de triglicéridos (via glicerol fosfato), formación de glucosa o se incorpora a una vía glucolítica. Los 3 ácidos grasos se unen a una proteína albumina y son transportados por el torrente sanguínea hasta el músculo. Estos ácidos grasos serán utilizados por el músculo en actividades físicas que transcurren a intensidades moderadas (70% de VO<sub>2</sub>). El musculo también tiene reservas de triglicéridos (triglicéridos intramusculares) , de forma que tras la lipólisis éstos pueden ser directamente utilizados por el músculo (Figura3). En el músculo los ácidos grasos son convertidos a acetyl-CoA pasan a las mitocondrias musculares y entran en el ciclo de Krebs (ciclo de los ácidos tricarbóxicos). El objetivo final de este ciclo de Krebs es obtener ATP y sobretodo NADH+ y FADH<sub>2</sub>, que serán utilizados en la cadena de transporte electrónico en presencia de oxígeno para sintetizar ATP.



### 1.5. Durante la práctica deportiva

Durante el ejercicio o actividad físico todos los mecanismos de obtención de energía funcionan, pero en función de la intensidad y duración del ejercicio que se este realizando predominaran unos u otros. Los depósitos musculares y hepáticos de glucógeno. Durante ele ejercicio el glucógeno almacenado en el musculo se escinde liberando o degrada para obtener glucosa que posteriormente será utilizada para generar energía. El hígado también puede liberar glucosa que puede ser captada y utilizada por el músculo. Cuanto mayor sea el almacén de glucógeno hepático y muscular que el deportista tenga antes de comenzar la actividad física, mas tiempo será capaz de realizar una actividad sin que aparezca fatiga debido al agotamiento de los depósitos de glucógeno. Existen técnicas para optimizar las reservas de glucógeno aumentando el consumo de CH para incrementar el almacenado de CH en el glucógeno muscular antes de una prueba de resistencia aeróbica. Se ha visto que lo deportistas entrenados aumentan su capacidad de utilizar la grasa como combustible (triglicéridos intramusculares). Así disminuye la utilización de durante el ejercicio, por lo que sus depósitos de glucógeno tardaran mas tiempo en agotarse (**Tabla1**).

**TABLA1. Resumen vía metabólicas**

	<b>ANAERÓBICO ALÁCTICO</b>	<b>ANAERÓBICO LACTICO</b>	<b>AERÓBICO</b>
<b>Velocidad</b>	Inmediata	Rápida	Lenta
<b>Modalidad deportiva</b>	Muy corta en intensa (<30s).	Corta e intensa (1-3 min)	Ejercicios de resistencia o prolongados
<b>Sustratos</b>	Fosfocreatina ATP	Hidratos de carbono	Hidratos de carbono Grasas Proteínas
<b>Deportes</b>	Carreras de 100 y 200m	Carreras de 400m	800m, ..., Media maratón, maratón

## **2. DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE CH**

La ingesta de alimentos ricos en CH durante la práctica deportiva se asocia con una mejora del rendimiento deportivo en deportes de duración media-larga. La utilización de estos CH para la obtención de energía (oxidación) esta influenciada por la composición en CH de los alimentos que se toman per-entreno/competición y la velocidad de absorción en el sistema digestivo.

### **2.1. Sistema digestivo**

El sistema digestivo cobra una especial importancia en deportistas respecto a las personas que no practican deporte esto se debe a la mayor demanda de nutrientes y a la necesidad de un aprovechamiento mas eficaz en deportistas. La irrigación en el tracto digestivo aumentará cuando deben digerirse los alimentos y cuando se absorben los nutrientes digeridos en la zona esplénica. Cuando se hace ejercicio físico la irrigación sanguínea se redirige a la musculatura periférica y hacia algunas zonas de la piel para la termorregulación, esta circunstancia hace que el flujo sanguíneo dirigido al sistema digestivo se vea comprometido. Esta situación se acentúa cuando el esfuerzo se alarga en el tiempo, cuando el nivel o estado de condición física del deportista es bajo, cuando hay una elevada temperatura ambiental y cuando el estado post-pre-prandial no es óptimo. La importancia de la ingesta de CH y otros nutrientes durante la práctica de deportes de resistencia de larga duración esta fuera de toda duda, una elevada ingesta de CH antes o durante la actividad física puede producir trastornos gastrointestinales. La motilidad gastro-intestinal hace que los alimentos ingeridos, solutos, soluciones pasen por el sistema digestivo, (estomago) para dirigirse al intestino donde serán absorbidos. Esta motilidad gástrica se debe disminuido con la práctica del ejercicio físico, además el tono del esfínter esofágico disminuye, produciendo pirosis o reflujo gastroesofágico. Además el vaciado gástrico depende de diversos factores y estímulos que ralentizan o aselaran la mezcla de la comida con las secreciones gástricas necesarias para la digestión y la absorción de nutrientes. Algunos de los factores que afectan al vaciado gástrico son: la cantidad de comida y las calorías ingeridas (mas comida mas vaciado, mas calorías menor vaciado), Composición de los contenidos gástricos(menor ritmo de vaciado con hipertónicos), temperatura de la comida(el frío favorece el vaciado), pH de la comida (el pH bajo reduce el vaciado) y la intensidad del ejercicio (más

intensidad menor vaciado). Es por esto que el sistema digestivo cobra una importancia especial en deportistas de medio fondo y fondo, de modo que la planificación de la ingesta dietética antes y durante del ejercicio deberá adaptarse a las condiciones ambientales, idiosincrasia del deportista, y deberán adaptarse los alimentos y bebidas a estas características (Glucosa, maltodextrina, alimentos líquidos, semisólidos) etc...

## 2.2. Absorción de CH

Durante el ejercicio de intensidad moderada los carbohidratos y las grasas son los dos combustibles importantes y su contribución relativa depende de un número de factores, incluyendo las reservas de carbohidratos antes del ejercicio, la intensidad y duración del ejercicio y el estado de entrenamiento del sujeto. Durante el ejercicio intenso (y por lo tanto, en la mayoría de competiciones) los carbohidratos son el combustible fundamental, y la reducción de las reservas de glucógeno muscular se ha vinculado al rendimiento en el ejercicio, por ello los almacenes altos de glucógeno muscular al inicio del ejercicio (carga de carbohidratos) influyen directamente sobre el rendimiento en la prueba deportiva. El consumo de carbohidratos durante el ejercicio puede aumentar la capacidad de ejercicio (tiempo hasta el agotamiento) y mejorar el rendimiento en el ejercicio. A grandes rasgos los CH se pueden dividir en dos categorías: carbohidratos que se oxidan rápidamente (hasta 60 g/h o 1 g/min) y carbohidratos oxidados de manera relativamente lenta (hasta 30 g/h o 0.5 g/min). Los carbohidratos que se oxidan rápidamente incluyen glucosa, maltosa, sacarosa, maltodextrina y almidón de amilopectina. Los carbohidratos que se oxidan lentamente incluyen fructosa, galactosa, isomaltulosa, trehalosa y amilosa

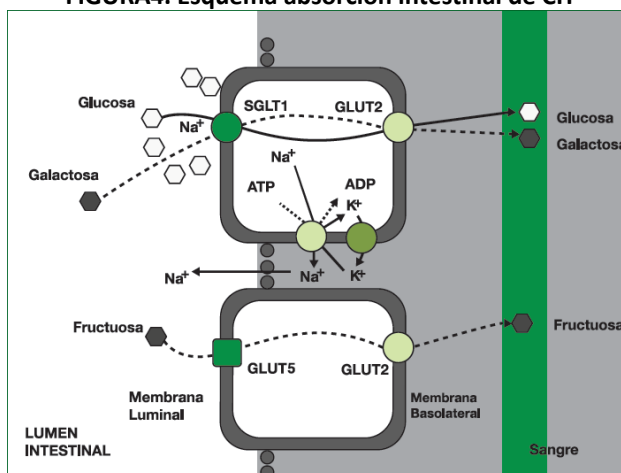
Durante el ejercicio la mayoría de la oxidación de los carbohidratos se lleva a cabo en el músculo, y los estudios han demostrado que casi la totalidad de los CH ingeridos aparece en la circulación y son utilizados por el músculo. Cuando se consumen carbohidratos desde el inicio del ejercicio y posteriormente a intervalos regulares, aumenta la oxidación de los carbohidratos ingeridos hasta que pasados 60-90 minutos ya no aumenta la oxidación. De esta forma el el vaciamiento gástrico, la síntesis de glucógeno en el hígado, la captación de glucosa en el músculo no explica la limitación en la oxidación de CH por hora. El factor limitante parece ser la absorción de éstos en el intestino.

Los monosacáridos glucosa y galactosa se transportan a través de la membrana luminal del epitelio intestinal usando un transportador de glucosa dependiente de sodio SGLT1. Esta proteína transportadora en la membrana del borde en cepillo tiene una alta afinidad por la glucosa y la galactosa pero no por la fructosa. Por ello la limitación para la oxidación de carbohidratos exógenos es la saturación de los transportadores SGLT1 en la membrana del borde en cepillo del intestino, lo que puede ocurrir a tasas altas de ingesta de glucosa, se cree que este transportador se satura cuando la ingesta de glucosa es de alrededor de 60g/h. Así, esencialmente cuando un carbohidrato que utiliza SGLT1 se ingiere a una tasa de 1 g/min, este transportador se puede saturar y la ingesta de más de un carbohidrato específico puede no resultar en un aumento en la aparición de ese carbohidrato en la circulación. La absorción de fructosa sigue un camino completamente diferente y no se ve afectada por la saturación de SGLT1. Se absorbe de forma



independiente por un transportador independiente de sodio llamado GLUT5. Así, la ingesta combinada podría resultar en un aumento de la absorción de CH hacia la circulación y el aumento de la oxidación por el músculo (Figura4).

**FIGURA4. Esquema absorción intestinal de CH**



Fuente: Jeukendrup A. Carbohidratos de transporte múltiple y sus beneficios.. Sports Science Exchange. 2013;108:1-5.

Además parece que la ingesta conjunta de fructosa y glucosa mejora el vaciado gástrico cuando se consume solo con la glucosa, aumentando además la absorción de fluidos con esta mezcla. Con el aumento de la velocidad de vaciado gástrico, el aumento de la absorción intestinal (no quedan residuos en el intestino), se reducen los problemas gastrointestinales. Junto al aumento de la oxidación de carbohidratos los estudios han descrito una disminución de la fatiga y una mejora del rendimiento. De esta forma la recomendación en cuanto a la ingesta de mezcla de CH:

Para eventos prolongados (> 2.5 h) los atletas que compiten y están bien entrenados deben considerar aumentar su consumo de carbohidratos a 90 g/h. La fuente de carbohidratos debe ser una mezcla de glucosa y fructosa, o maltodextrina (presenta la ventaja de tener un sabor menos dulce) y fructosa en una proporción de aproximadamente 2:1, por lo que serían 60 g/h de glucosa o maltodextrina (para saturar los transportadores SGLT1) y 30 g/h de fructosa adicional para la oxidación.

El único factor limitante parece ser que para llegar a altas tasa de oxidación glucosa-fructosa hay que saturar los transportadores SGLT1 a razón de 60g de glucosa o maltodextrina por hora, lo cual no siempre es posible desde un punto de vista práctico.

### 2.3. Entrenar el sistema digestivo

Se ha demostrado que los atletas que no están acostumbrados a la ingestión de líquidos y alimentos durante el ejercicio tiene el doble riesgo de desarrollar síntomas gastrointestinales que atletas que estaban acostumbrados a tomar líquidos y alimentos durante el ejercicio. Parece que aquellos deportistas que durante los entrenamientos ingieren grandes cantidades de CH, mejoran la absorción intestinal de estos y por tanto aumentan la oxidación. Así mismo la alimentación durante la práctica deportiva debe hacerse de forma regular fijando pautas dietéticas y estrategias nutricionales que ayudarán al deportista a que sea capaz de asimilar una gran cantidad de nutrientes y a evitar problemas gastrointestinales.

### 3. NECESIDADES DIARIAS

El cálculo de las necesidades energéticas diarias (NEED) del deportista es un tema complejo debido a que se debe conocer parámetros antropométricos, nutricionales, bioquímicos, de entrenamiento deportivo, estilo de vida, ritmos circadianos, hábitos y costumbres, preferencias alimentarias personales, aspectos psicológicos etc... serán de gran ayuda para decidir el tipo de consejo nutricional que se debe dar.

#### 3.1. Necesidad de energía y macronutrientes

En la Unidad 9 se dieron las claves y las formas de calcular las NEED para los diferentes deportes y deportistas siendo en este caso un paso previo y necesario la evaluación antropométrica del deportista. Las características individuales de los deportistas hacen que las recomendaciones generales para el colectivo de corredores no sean aplicables de igual manera para todos los individuos, mientras algunos deportistas son capaces de asimilar gran cantidad de nutrientes por hora otros por el contrario apenas alcanzaran los mínimos.

La fase del entrenamiento de resistencia marcará la capacidad de resistencia y fuerza a desarrollar **tabla2**

**TABLA2. Tipos de trabajo y momento de la temporada**

	Periodo preparatorio general	Periodo específico	Periodo competitivo
<b>Fuerza</b>	Fuerza general y fuerza-resistencia anaeróbica	Fuerza máxima (hipertrófica) y Fuerza-resistencia aeróbica general	Fuerza resistencia aeróbica específica
<b>Resistencia</b>	Eficiencia aeróbica (Metabolismo aeróbico lipolítico)	Capacidad aeróbica (metabolismo aeróbico glucolítico) y potencia aeróbica inespecífica (metabolismo anaeróbico láctico)	Eficiencia aeróbica específica y fuerza-resistencia

La ruta energética predominante en cada uno de los periodos del entrenamiento marcará las necesidades energéticas y de nutrientes en cada uno de estos periodos, de forma general el cálculo de las necesidades de energía y macronutrientes del deportista en los entrenamientos y competición es el que se muestra en la **tabla3**

**TABLA3. Ingesta de nutrientes antes/durante/después competición**

	Dieta general	Dieta pre-competición	3-4h antes comp.	Durante	Después

<b>Energía</b>	40-45 kcal/kg	--	--	--	--
<b>HC</b>	5-9g/kg peso y día	9-12g/kg peso y día	1-4g/kg peso y hora	Pequeñas cantidad – 90g/kg peso y hora	1-1,5g/kg peso y hora ó 30-40g
<b>Proteínas</b>	1,2 – 1,8g/kg peso y día	--	--	--	0,5g/kg peso y día ó 20-25g
<b>Grasa</b>	25-30% ingesta Kcal total diaria	--	--	--	--
<b>Agua/isotónica</b>	2400-3000ml	2400-3000ml	400-600ml	0,5-1l/h	150-200% peso perdido

La modificación de la dieta según las fases del entrenamiento y objetivos específicos es otro de los puntos clave en la individualización del consejo nutricional.

#### 4. AYUDAS ERGOGÉNICAS

Una ayuda ergogénica es todo procedimiento de tipo nutricional (toma de suplementos) encaminada a mejorar el rendimiento de los deportistas y a acelerar su recuperación, quedan excluidas todas las sustancias consideradas dopaje.

##### 4.1. Ayudas ergogénicas en deportes de fondo y medio fondo: fuentes de nutrientes.

Son preparados comerciales de distinta consistencia que combinan agua, hidratos de carbono, sales minerales y otras sustancias (aminoácidos ramificados, glutamina, cafeína etc...). Su objetivo es cubrir las necesidades energéticas de deportista, aportar sales minerales y agua cuando no es posible ingerir alimentos naturales. Según su consistencia podemos clasificarlos en:

###### 1. Líquidos: bebidas isotónicas, bebidas energéticas

Para que una bebida isotónica ayude a la hidratación, reposición de electrolitos y aumente el rendimiento y la resistencia en la práctica deportiva tienen que aportar entre 80-350Kcal/l (75% de CH simples); entre 460mg/l y 1150mg de Na y que además su concentración este comprendida entre 200-330mOsm/kg de agua.

**TABLA4. Composición de las bebidas isotónicas según volumen**

	1 litro de bebida	500 ml de bebida	330 ml de bebida	100 ml de bebida
<b>Kcal</b>	80 - 350	40 - 175	26,4 - 115,5	8 - 35

<b>Hidratos de carbonos (g)</b>	60 -90	30 - 45	19,8 - 29,7	6 - 9
<b>Sodio g (mg)</b>	0,46 (460 mg) – 1,15 (1150 mg)	0,23 (230 mg) – 0,58 (580 mg)	0,15 (150 mg) – 0,15 (379,5mg)	0,046 (46 mg) – 0,12 (115 mg)

Las bebidas energéticas hacen referencia aun tipo de bebidas que contienen una cantidad elevada de hidratos de carbono (mayor cantidad por litro que las bebidas isotónicas) y en ocasiones electrolitos, son básicamente alimento líquido y su objetivo es suministrar HC durante el peri-entreno/competición, estas bebidas suelen contener distintos tipos de HC (maltodextrina, amilopectina, fructosa, glucosa ...).

### 2. *Semisólidos: geles y gominolas.*

Los geles son los mas populares, son ligeros, fáciles de transportar, existe una amplia oferta comercial. Los geles combinan distintos tipos HC para que la oxidación de estos se produzca a diferentes velocidades, optimizando así la disponibilidad energética durante la práctica deportiva. Las gominolas son como los geles pero en formato semi-sólido, son muy cómodos de llevar aunque para que tengan esa consistencia solida suelen ponerle una pulpa de fruta y pectinas que pueden enlentecer el vaciado gástrico y producir molestias (igual que sucede con la toma de fructosa para algunos deportistas).

### 3. *Sólidos: barritas de carbohidratos*

Las barritas carbohidratos son sólidas por ello sus digestión es menos ágil y su uso suele recomendarse para el ciclismo o para aquellos deportistas que son capaces de soportar una carga gástrica importante sin tener molestias. Son energéticamente muy concentradas con un alto aporte de hidratos de carbono, sales minerales y otros nutrientes.

A nivel práctico la ingesta de estos alimentos debe de hacer acompañado de agua (unos 200ml), la ingesta junto a bebidas isotónicas aumentaría al concentración de solutos en el estomago pudiendo producir molestias.

## **4.2. Ayudas ergogénicas en deportes de fondo y medio fondo: suplementos que aumentan el rendimiento.**

Según la Comisión Australiana del Deporte son 5 los suplementos con evidencia A que pueden mejorar el rendimiento en deportistas: el bicarbonato, el zumo de remolacha, la cratina y la beta-alanina. De todos ellos el bicarbonato, la cafeína y la beta-alanina pueden tener aplicación en los deportes de fondo y medio fondo.

- La ingesta de cafeína aumenta el rendimiento en ejercicios de resistencia, aumenta la capacidad de resistencia, reduce la relación entre el esfuerzo percibido y esfuerzo realizado durante la práctica deportiva. La recomendación es de 3-4 mg de cafeína / kg de peso corporal (algunos protocolos recomiendan hasta 6 mg de cafeína / kg de peso corporal) una hora antes de comenzar la prueba de resistencia (el pico de cafeína en sangre se produce aproximadamente una hora después de ingerirla y tarde en eliminarse hasta 6 horas o más). Una

estrategia para hacer frente a una prueba como la maratón es ingerir la cantidad de cafeína adecuada una hora antes del inicio de la prueba e ingerir aproximadamente en el km 30 un gel con cafeína puede ayudar a pasar “el muro” de los 30km.

- Creatina: aumenta la disponibilidad de ATP en el músculo y mejora el rendimiento de acciones explosivas y de fuerza máxima en acciones de menos de 20 segundos de duración, en este sentido puede ser interesante en aquellos entrenos o mesociclos donde se trabajen sesiones de fuerza máxima e hipertrofia, incluso de series de muy corta duración. Se ha definido un protocolo de carga rápida de 20g de creatina (monohidrato de creatina) al día repartida en 5 tomas a lo largo del día durante 5 días seguido de un protocolo crónico de 0.08g de creatina /kg de peso corporal. El protocolo crónico sería 0.08g de creatina /kg de peso corporal sin carga rápida.
- El bicarbonato y la beta-alanina tienen un efecto tampón sobre la acumulación de ácido láctico y acidosis muscular con lo cual retrasan la fatiga. El bicarbonato tiene el gran inconveniente de producir molestias gástricas a la mayoría de deportistas que se suplementan con él, la beta-alanina puede producir parestesias (picos y hormigueo en diferentes partes del cuerpo).

## 5. ALIMENTACIÓN EN LOS ENTRENAMIENTOS

La alimentación del deportista tiene como objetivo mejorar el rendimiento del deportista, acelerar su recuperación, mantener y mejorar su salud. En los entrenos de los deportes de fondo y medio fondo hay dos puntos muy importantes: el descanso y la alimentación

1. El tiempo de descanso entre los entrenamientos es tan importante como los propios entrenamientos, estos descansos permiten asimilar y adaptarse al entrenamiento, reponer los depósitos de glucógeno muscular y hepático y recuperar fibras musculares.
2. Aportar alimento y agua que permita al deportista rendir en los entrenos, preferiblemente alimentos naturales, ya que un consumo excesivo de ayudas ergogénicas nutricionales (geles, barritas, isotónicas etc...) en el día a día desplazaría los alimentos naturales necesarios para una alimentación saludable.

La hidratación durante los entrenamientos preferiblemente agua sobre bebidas isotónicas a pequeños sorbos durante todo el entreno siempre que este lo permita, aprovechando por ejemplo los descansos entre series, o durante los rodajes más largos. En los días más calurosos lo más recomendable es bebida isotónica diluida con agua o solo bebida isotónica. Las comidas se distribuirán según los horarios de entrenamiento, por lo general los entrenos suelen realizarse a muy primera hora de la mañana, antes de la comida medio día, a media tarde o por la noche. Si tenemos suficiente tiempo para hacer la digestión (unas dos horas) las principales comidas del día podrían ser:

- Desayuno: 1 lácteo o fruta, algún cereal en forma de cereales de desayuno no azucarados o pan integral , con algo de grasa (aceite de oliva o frutos secos) y algo de proteína (pavo, jamón york bajos en grasa, tofu ...).
- Media Mañana: Un par de frutas, con yogur desnatado y algún cereal (galletas sin azúcar, barritas de cereales etc ...) y frutos secos.
- Comida: Ensalada (variedad de colores y texturas) con plato principal en forma de arroz, pasta, legumbres, etc ... tomando de postre algo de fruta
- Merienda: Igual que la media mañana de forma que si hemos tomado fruta por la mañana, tomaremos un lácteo (o alguna alternativa) y cereales por la tarde y viceversa.
- Cena: Siempre algo de verdura, si al medio día hemos tomado ensalada, por la noche verdura cocida (vapor, hervida, microondas) o a la plancha y viceversa. Tomar algo de carne, pescado o huevo. Acompañando con pan integral, con arroz integral o con algo de sémola. De postre fruta y/o yogur.

Para los entrenos matutinos en los que no es posible dejar al menos 2-3 horas para hacer la digestión, para no salir en ayunas a entrenar podemos optar por alimentos con alta densidad calórica como dátiles, plátanos, orejones, pasas y en su caso geles, barritas y otros tipos de suplementos (siempre que la duración del entrenamiento supera los 90 minutos) pudiendo acomodarlos en cualquier bolsillo, en cinturón de hidratación, y tomarlos poco a poco con pequeños sorbos de agua durante el entreno. Después de los entrenos por lo general coincidirán con la comida del medio día o cena, o con el tentempié de media mañana o merienda. Algunos ejemplos de tentempiés post-entrenamientos:

- Una pieza de fruta y un puñado de frutos secos (al natural, sin sal sin freír) aporta hidratos de carbono y proteínas en proporción 4/1, aproximadamente 240 kcal, unos 7 gramos de proteína ( 1 gramo de aminoácidos ramificados), 15 gramos de grasa.
- Un sándwich de pan blanco con pavo aporta hidratos de carbono y proteínas en proporción 3/1 y unas 100 calorías.
- Un plátano y un yogur desnatado aportan hidratos de carbono y proteínas en proporción 4/1 y 160 calorías.
- ½ puñado de pasas, pan blanco con queso fresco y miel.

Las opciones son muchas, y la selección de los alimentos dependerá de las necesidades y referencias del deportista. Estos alimentos no se añadirán de mas en la dieta del deportista sino que se reservarán para el post-entrenamiento.

Cuando los requerimientos energéticos son muy elevados en entrenamientos muy largos, o cuando se entrena por la tarde y por la mañana y el volumen de alimentos para cubrir las necesidades energéticas es muy elevado, existe la opción de sustituir parte de la ingesta de alimentos por preparados de hidratos de carbono y/o proteínas (batidos, geles, barritas etc...).

## **6. ALIMENTACIÓN ANTES DE LA COMPETICIÓN. ESTRATEGIAS PARA LA SOBRECARGA DE HIDRATOS DE CARBONO.**

A lo largo de los años se han desarrollado diferentes estrategias con el fin de conseguir una supercompensación de los depósitos de glucógeno antes de la competición, de forma que una mayor disponibilidad energética durante la competición mejoraría el rendimiento de los deportistas.

Método clásico o escandinavo se basaba en realizar 3 entrenamientos intensos con una ingesta diaria del 10% de HC, en los 3 días antes de la competición la ingesta de CH era del 90% de las calorías totales. La técnica Astrand se basaba en una dieta donde el aporte calórico de los CH suponía entre el 0-10% de las calorías totales y los días previos el 80-90%. Otras técnicas como la de Sherman-Costil se basaba en una ingesta de 60-70% de HC en la cual el volumen e intensidad de los entrenos se va reduciendo y el día previo a la prueba no se entrenaba. Fairchild-Fournir desarrollaron un protocolo para ciclistas en el cual se realizaba un calentamiento seguido de 3 min de alta intensidad para agotar el glucógeno seguido de un periodo de 24 horas donde no se hacía ejercicio se ingerían 10,3g de HC/kg de peso corporal (12,2 si son masa magra).

Hoy en día la recarga de glucógeno muscular y la sobrecarga de hidratos de carbono son las técnicas mas ampliamente utilizadas por la facilidad de realización aportando mas beneficios que las técnicas clásicas.

Para las modalidades de medio fondo donde la duración de la prueba es inferior a 90 minutos un aumento de ingesta de HC (dieta baja en fibra, grasa y proteína) y una disminución progresiva de la intensidad y volumen de los entrenamientos será suficiente para optimizar los depósitos de glucógeno. En esta estrategia de carga se recomienda al ingesta de 7-9 g de HC/kg de peso y día en los días previos a la prueba (2, 3 días).

Cuando la duración de la prueba es de mas de 90 minutos puede hacerse una sobrecarga de hidratos de carbono estrategia que combina entrenamiento y nutrición para maximizar los niveles de glucógeno antes de una prueba o competición de resistencia. Este método puede aumentar significativamente los niveles de glucógeno, hasta alcanzar valores superiores a los considerados como normales en reposo (50-100%). Los niveles de glucógeno muscular se sitúan normalmente en un intervalo de 100-129 mmol/kg de peso húmedo y la carga de carbohidratos permite que se incrementen hasta 150-200 mmol/kg. Este aumento puede mejorar potencialmente el rendimiento en actividades de resistencia al permitir que los deportistas mantengan un ritmo óptimo durante más tiempo. Esta estrategia recomienda la ingesta de 9-12g de HC/kg de peso y día y es recomendable cuando el deportista haya experimentado sensación de falta de energía en pruebas previas, cuando el deportista tiene 2-3 días para hacer una ingesta elevada de HC.

Es necesario que el deportista pruebe antes la tolerancia que tiene su cuerpo a la sobrecarga de glucógeno muscular, ya que ésta puede ir acompañado de un aumento de 1-3 kg (cada 1g de glucógeno retiene 3 g de agua) por eso algunos deportistas se

sienten más pesados al seguir esta pauta. La cantidad de glucógeno retenido dependerá de la cantidad de músculo que tiene el deportista. Un deportista con una elevada masa muscular retendrá más agua y puede llegar a sentirse más pesado.

## **7. ALIMENTACIÓN ANTES DE LA COMPETICIÓN: LAS HORAS PREVIAS**

La comida, desayuno o tentempié que el deportista ingiere en las 4 horas previas a la prueba deportiva son muy importantes, esta ingesta tiene como objetivo reponer los depósitos de glucógeno perdidos durante el ayuno nocturno (cuando la prueba se realiza en horario de mañana), conseguir un nivel óptimo de glucosa en sangre, optimizar y asegurar el llenado de los depósitos de glucógeno, evitar tanto la sensación de hambre como las molestias gástricas, además conseguir un nivel óptimo de hidratación.

La recomendación más generalizada para los deportes de fondo y medio fondo es la toma de 3-4 g de hidratos de carbono por kg de peso en las 3-4 previas a la prueba lo cual coincidirá la mayoría de las veces con el desayuno. También hay que tener en cuenta que en las 2 horas previas se deberían en teoría ingerir 2 g de hidratos de carbono por kg de peso y hasta la hora previa 1g de hidrato de carbono por kg de peso, en forma de pequeños tentempiés, bebida isotónica y geles. De esta forma el deportista conseguirá una buena reposición de los depósitos de glucógeno.

En estas horas previas además el deportista debe procurar ingerir unos 6 vasos de agua, esta cantidad dependerá de las características del individuo y de las condiciones ambientales. Aproximadamente una media hora antes de la prueba dejará de tomar líquido para permitir que el cuerpo elimine el exceso de líquido. Un pequeño truco es ir observando el color de la orina procurando que esta sea trasparente lo cual es un indicador de buena hidratación.

Nos vamos a centrar en la toma de alimento que ha de realizarse 3 – 4 horas antes de la prueba. Suponemos un deportista de 70 kg de peso que en teoría debería ingerir entre  $70 \times 3 - 70 \times 4$  g de hidratos de carbono =210 – 280 g de hidratos de carbono, además dicho tentempié debe ser bajo en fibra, grasa y proteínas, debe de ser digerible y bien tolerado por el deportista. Ejemplo: un zumo de naranja natural (250g), 2 plátanos (250g), pan (125g) con mermelada (60g), dátiles (30g).

Estas ingestas de alimento pueden llegar a ser muy voluminosas, por ello es muy importante dejar hacer la digestión durante 4 horas. Las opciones son múltiples y en muchas ocasiones es importante optar por ayudas ergogénicas para evitar problemas digestivos.

## **8. ALIMENTACIÓN POST-ENTRENO Y POST-COMPETICIÓN**



No descansar de forma correcta entre sesiones de ejercicio y no alimentarse de forma adecuada después del entrenamiento/competición influyen negativamente en la salud y recuperación del deportista. Tras un entrenamiento o una competición:

1. Recuperación temprana de los depósitos de glucógeno y recuperación/mejorar los tejidos musculares
2. recuperación del agua y sales minerales perdidas durante la práctica deportiva.

*1. Recuperación temprana de los depósitos de glucógeno muscular y recuperación/mejora los tejidos musculares.*

Durante la práctica deportiva el deportista va agotando los depósitos de glucosa en su organismo (glucosa acumulada como glucógeno muscular) además de otras fuentes de energía como las grasas. La recuperación completa de los depósitos de glucógeno puede llevar varios días en circunstancias normales. Así mismo el esfuerzo muscular realizado deteriora las fibras musculares y otras estructuras implicadas en el esfuerzo. Por ello la alimentación post-ejercicio esta encaminada a la recuperación de los depósitos de glucógeno y la recuperación de las fibras musculares. Una temprana recuperación del esfuerzo es lo más deseable, por ello los minutos posteriores a la práctica deportiva son muy importantes. Alimentos que combinen hidratos de carbono sencillos de índice glucémico alto (dextrinas, maltodextrinas, sacarosa, glucosa, fructosa, sacarosa) y proteínas de alto valor biológico son los más idóneos para el post-ejercicio. Vamos a distinguir entre recuperación post-entreno y recuperación post-competición.

#### a. Entrenamientos

Nada más terminar de entrenar es muy recomendable tomar un tentempié rico en hidratos de carbono sencillos (índice glucémico medio-alto) y en proteínas, no añadiéndolo como un plus a la dieta del deportista sino sencillamente reservando una merienda, un almuerzo etc... justo para tomar al terminar de entrenar. También si el post ejercicio coincide con la comida del medio día o cena aprovecharemos esta toma para recuperar.

#### b. Competición

Hay que tener en cuenta que los entrenamientos pueden ser tan intensos y con un volumen muy similar a una competición, por tanto el protocolo de alimentación para la recuperación post-ejercicio que mostraremos a continuación es perfectamente aplicable a los entrenamientos : Toma de 0,8-1,5 g HC/kg de peso + 0,2-0,3 g proteína/Kg de peso bien forma de alimentos naturales o de un batido recuperador (casero o comercial) justo al terminar la competición/entrenamiento. Muy recomendable que los hidratos de carbono/proteínas estén en proporción 3/1 o 4/1. La combinación de hidratos de carbono frente a proteínas de alto valor biológico por un lado favorece la rápida reposición de los depósitos de glucógeno y por otro lado aumenta la síntesis de nuevas proteínas y la adaptación, recuperación y mejora muscular. Se puede repetir esta pauta cada 2 horas hasta las 6 horas a partir de las cuales se recuperará el patrón normal de las tomas de alimento.

Se ha sugerido que la toma de aminoácidos ramificados (valina, leucina, isoleucina) post-ejercicio podrían tener un efecto positivo en deportes de resistencia, aunque de momento no se conoce la cronología de administración (antes/durante/después), ni la dosis, ni la proporción exacta de estos 3 aminoácidos. Aún así la recomendación de estos es de 0,01g de aa ramificados/kg de peso corporal (50% leucina, 25% valina, 25% isoleucina).

Por ejemplo un deportista de 70 kg de peso, debería consumir después de la competición entre 56-84 g HC + 14g de proteínas ( 0,7 gramos de aminoácidos ramificados), traducido a alimentos:

- Un bocadillo(100g de pan) con un queso fresco desnatado (50g), una cucharada sopera de miel o mermelada y medio puñado de frutos secos.
- Una dosis de batido recuperador. A la hora de seleccionar un batido recuperador este debe aportar hidratos de carbono y proteínas de alto valor biológico en proporción 3/1 o 4/1 y sales minerales. No obstante cualquier batido recuperador puede combinarse con alimentos para obtener la proporción y cantidad adecuada de hidratos de carbono y proteínas.

## *2. Recuperación del agua y sales minerales perdidas durante la práctica deportiva.*

La pérdida de líquidos y sales minerales a través de la sudoración puede variar mucho según las condiciones ambientales y estado físico del deportista. Por ello la recomendación mas generalizada tras una competición/entrenamiento intenso es tomar agua hasta recupera 150% del peso perdido durante la competición, es decir, el deportista tomará agua de forma regular después del ejercicio hasta que su peso corporal se como mínimo el mismo que antes de la prueba.

Imaginemos que se pierden 1,5 litros por sudoración, se recomienda una ingesta de agua de 2,25 litros en esas horas posteriores a intervalos regulares y que este a una temperatura de 10-15°C. Para recupera electrolitos lo mejor es que la bebida contenga 1-1,5g de Na/l, esto es, una bebida hipertónica. La forma de conseguirla es añadir al agua de bebida 1g de sodio por litro, o lo que es lo mismo 2,5g de sal común por litro de agua de bebida.

## **9. DEPORTES DE MEDIO FONDO: 800M, 1500M Y 3000M.**

Una de las principales características de este tipo de pruebas es su corta duración , estamos hablando de tiempos que pueden ir desde los 1,5 minutos los 10-15 minutos. La implicación de las rutas metabólicas preferentes en cada una de las pruebas depende de su intensidad, una menor duración de la prueba (800m) implica una mayor intensidad y por consiguiente una mayor implicación de las vías no dependientes de oxígeno, por ejemplo en las carrera de 800m la vía de la fosfato creatina para aportar ATP puede suponer un 45% del total de energía suministrada, por el contrario en carreras de 300m las vías aeróbicas para la producción de ATP a partir de CH y grasa puede suponer hasta el 90%. De forma general la vía con mayor implicación en este tipo de distancias es la

glucólisis anaeróbica, esta vía mantenida en el tiempo provoca acidosis metabólica, a través de hidrogeniones por acumulación de lactato.

Un deportista de estas disciplinas a lo largo de las temporadas entrena diferentes distancias, intensidad, volumen etc... un entrenamiento altamente dinámico, por lo que el suministro energético lo proporcionarían tanto las vías aeróbicas como las vías anaeróbicas.

Por lo general este tipo de deportistas distribuyen las temporadas en mesociclos: Preparación general (desarrollo aeróbico de resistencia), preparación específica (mejora anaeróbica), competición y descanso. Las diferencias en cuanto a volumen de entrenamiento e intensidad en cada uno de los mesociclos puede llegar a ser muy grande, por ejemplo en el mesociclo de preparación general el volumen de entrenamiento en km puede ser similar a los que entrenan maratón con una fuerte implicación del metabolismo aeróbico (grasas y CH) y las implicaciones nutricionales que conlleva este tipo de entrenamiento, por el contrario en el ciclo de preparación específica el volumen de entrenamiento disminuirá pero la intensidad aumentará. Por ello la ingesta de energía y el aporte de cada uno de los macronutrientes y micronutrientes variará según la fase de entrenamiento.

La progresión a lo largo de la temporada implica un mayor aporte de CH en la dieta del deportista ya que las vías dependientes de glucosa (aeróbicas y anaeróbicas) se hacen más presentes según aumenta la intensidad de los entrenamientos, hecho que sucede cuando el deportista pasa de ciclos de preparación general a preparación específica y competición como puede observarse en la tabla 5.

**TABLA 5. Macronutrientes según momento de la temporada.**

	<b>HC</b>	<b>Proteínas</b>	<b>Grasa</b>
<b>Fases preparatoria general</b>	7-8g/kg y día	0,9-1,4g/kg de peso y día	1-1.5 g/kg peso y día (25-30% Kcal)
<b>Preparación específica</b>	8-10g/kg y día	1,5-1,7g/kg peso y día	1-1.5 g/kg peso y día (20-25% Kcal)
<b>Competición</b>	9-11g/kg y día	1,5-1,7g/kg peso y día	1-1.5 g/kg peso y día (<20% Kcal)
<b>Descanso</b>	4-6g/kg/día	0,8-1,2 g/kg y día	1-1,5 g/kg peso y día (25-30% Kcal)

Las altas demandas en los entrenamientos hacen que el aporte puntual y programado de las tomas de alimento en el peri-entreno estén enfocadas a aumentar el rendimiento en las sesiones y sobre todo a una rápida recuperación especialmente importante cuando el tiempo entre sesiones de entrenamiento es corto. Dependiendo de la modalidad o características del entrenamiento y trabajo que se realizan en las sesiones, las implicaciones nutricionales para la recuperación del entrenamiento pueden presentar diferencias:

- En los entrenamientos para el aumento de la capacidad aeróbica (consumo de grasa y/o CH en presencia de oxígeno, vías glucolíticas) se utiliza fundamentalmente como combustible las grasas (ácidos grasos libres y

- triglicéridos musculares). Tipos de entrenamiento: carrera de fondo (tiradas largas), carrera continua 15-20 minutos a ritmo de carrera, series largas (3x10 minutos). Recomendación: aporte continuo de CH 1-1,4g de HC/hora.
- En los entrenamientos de capacidad anaeróbica los CH cobran importancia y la presencia de grasas como combustible es menor a medida que aumenta la intensidad. Tipos de entrenamiento: series cortas y cuestas. Cuando los tiempos de recuperación entre sesiones de entrenamiento son cortos (menos de 8 horas) se recomienda una ingesta de 1,2-5 g de HC/kg de peso corporal y hora. Cuando el tiempo de recuperación entre sesiones es amplio (más de 20 horas) se recomienda la ingesta de 1g de HC/kg de peso y hora en las horas posteriores al entrenamiento y un consumo de 0,3g de proteína /kg peso corporal y horas, y 0,1g de grasa/kg de peso corporal y hora.
  - En entrenamientos explosivos de fuerza máxima, hipertrofia, fuerza muscular las principales vías metabólicas son las anaeróbicas lácticas (CH y glucógenolisis) y anaeróbicas alácticas (vía cretina fosfato). Tipos de ejercicios: entrenamiento de pesas, sprint etc...Recomendación: 0,5 g de HC/kg de peso corporal y hora, 0,3g de proteína / kg peso corporal y hora, 0,1g de aminoácidos esenciales /kg de peso y hora.

Cuando los tiempos de recuperación son cortos se recomienda que el deportista ingiera de forma frecuente pequeñas cantidades de CH (20-30g cada 20-30 min) para maximizar la recuperación de glucógeno muscular hasta la siguiente sesión. Cuando los tiempos de recuperación son amplios la combinación de CH y proteínas mejorará la resíntesis de glucógeno y la síntesis muscular de proteínas.

## 10. 10K

Son pruebas muy demandantes, los corredores de estas distancias tienen que tener la velocidad de un corredor de 5k y las características de resistencia de un corredor de maratón. Durante la prueba el 90% de la energía suministrada se obtiene a través de vías aeróbicas y anaeróbicas glucolíticas, esto hace que la acumulación de ácido láctico alcance niveles altos ya que la mayoría de la prueba suele correrse muy cerca o por encima del umbral de producción de lactato.

Los entrenamientos se reparten a lo largo de temporada de forma muy similar a los entrenamientos en el apartado anterior destacando varios tipos de entrenamientos:

- Series largas (por ejemplo 10 x 400) y rodajes largos (24 km, 8km) donde la ruta metabólica predominante es la oxidación de ácidos grasos y glucólisis ambas en presencia de oxígeno.
- Series cortas (por ejemplo 10 x 100) donde la ruta metabólica predominante es la anaeróbica láctica con gran implicación de los depósitos de glucógeno muscular.

En ambos casos la alimentación en post-entreno dependerá de tiempo entre sesiones de entrenamiento para la recuperación de depósitos de glucógeno siguiendo para ello las mismas directrices que de alimentación que en el apartado anterior.

La principal diferencia la encontramos en la alimentación durante la competición. Los tiempos para finalizar este tipo de pruebas pueden ir desde tiempos por debajo de los 30 minutos hasta más de una hora. En ambos casos los depósitos de glucógeno muscular serán la principal fuente de glucosa para la obtención de energía, en este sentido en el apartado se describen algunas estrategias para la reposición de depósitos de glucógeno. La hidratación durante la carrera marcarán los ritmos de carrera de forma que para los deportistas más rápidos las posibilidades de deshidratación son mínimas, sin embargo tanto los corredores más lentos como más rápidos pueden beneficiarse de pequeños enjuagues bucales con bebidas ricas en carbohidratos e isotónicas, ya que sin llegar a ingerir la bebida se produce una estimulación del sistema central y una mejora del rendimiento.

## 11. MEDIA MARATÓN

Se trata de una prueba de medio fondo de 21 km cuya duración puede oscilar en tiempos que superan ligeramente la hora hasta más de dos horas para los corredores más populares. La implicación de vías aeróbicas será la que más peso cobre en este tipo de pruebas y el combustible predilecto serán los HC (glucógeno muscular y hepáticos) y en menor medida el uso de triglicéridos intramusculares. Los objetivos de la alimentación peri-competición son:

1. Con seguir un estatus hídrico óptimo, evitar las pérdidas excesivas y reponer el sodio.
2. Conseguir un nivel óptimo de glucógeno muscular pre-competición/entreno y aportar energía en forma de glucosa en su caso.
3. Evitar hambre y problemas gastrointestinales.

El objetivo en los días previos a la competición será aumentar los depósitos de glucógeno muscular, para ello el deportista debe aumentar la ingesta de alimentos ricos en HC y bajos en fibra, proteínas y grasa al mismo tiempo que reduce los volúmenes de entrenamiento. Las *“estrategias para la sobrecarga de depósitos de glucógeno”* están descritas en el correspondiente apartado, así como las estrategias de alimentación en las horas previas descritas en el apartado *“Alimentación antes de la competición: las horas previas”*.

Las estrategias nutricionales para abordar una prueba de media maratón dependen los tiempos de los corredores, por ello los corredores más veloces cuyos tiempos para la prueba superan ligeramente la hora no necesitarán ingerir prácticamente ningún alimento más allá de la reposición de agua y sales minerales mediante pequeños sorbos de bebida isotónica y agua en los avituallamientos, la estrategia de enjuague bucal con pequeñas cantidades de bebida rica en hidratos de carbono puede ser una estrategia a tener en cuenta para aumentar el rendimiento. Si bien los corredores que superan los 90 minutos en estas pruebas deben pautar y regularizar la toma de alimentos, agua y sales minerales tal y como se describe en apartado *“Maratón”*. Una propuesta para un corredor que va a relizar un tiempo de 90 minutos podría ser:

- Minuto 20: 250ml de bebida isotónica
- Minuto 40-45: 200-300ml de agua + gel
- Minuto 60-70: 200ml de bebida isotónica
- Total/hora: 450-500ml de fluido, aprox. 39g de HC (dependerá de la cantidad en isotónica), 200mg de Na.

La temprana ingesta de HC y proteínas según el peso del corredor (preferible ratio 3:1 o 4:1 HC:proteína) ayuda recuperar de forma rápida los depósitos de glucógeno y favorece la síntesis de proteínas musculares. De igual forma la reposición de fluido mediante bebidas ligeramente hipertónicas.

## 12. MARATÓN

Las vías energéticas preferentes en los corredores de fondo son las vías aeróbicas por un lado la de los HC acumulados como glucógeno muscular/hepático y por otro lado los triglicéridos musculares. Aproximadamente a los 90 minutos- 2 horas de carrera los depósitos de glucógeno se agotan lo que conlleva una bajada del ritmo de carrera (el muro), se produce al activarse la vía de oxidación de los aminoácidos ramificados y al no ser totalmente disponible la grasa almacenada. Durante una prueba de maratón los objetivos son:

- Mantener un aporte continuo de HC para contrarrestar la bajada de los depósitos de glucógeno muscular.
- Reponer los fluidos y electrolitos perdidos en la sudoración (agua y sodio).
- Evitar molestias gástricas.

**TABLA6. Alimentación per-competición**

	<b>Cada hora</b>	<b>Indicaciones</b>
<b>Agua</b>	Mínimo 500 ml	Agua y bebidas isotónicas
<b>HC</b>	30-60g de HC	Mezcla 2:1 glucosa/maltodextrina:fructosa
<b>Sodio</b>	Mínimo 230mg – 580mg	Diversas fuentes: isotónica y alimentos

Aunque los deportistas pueden beneficiarse de un aporte de 90g de HC/hora aumentando la oxidación de HC y mejorando el rendimiento en competiciones de duración superior a 2.5-3 horas, es muy difícil alcanzar tales cifras, por un lado la intensidad de la prueba y a la velocidad a la que se corre la maratón no hace viable una ingestión superior a los 60g de HC por hora, además el competir en bipedestación y el consiguiente movimiento y trauma que se genera con la zancada aumentaría el riesgo de padecer molestias gastrointestinales (no sucede así en ciclista, la posición en la bicicleta les permite alcanzar altas tasa de ingesta de HC por encima de los 60g/hora de).

Para hacer frente a una prueba de maratón hay que establecer una estrategia de alimentación para ello se debe pautar la toma de alimentos y agua ya sea a partir de los avituallamientos en la prueba y/o los alimentos que el deportista pueda transportar.

Para alcanzar las ingestas descritas en la tabla el deportista podría ingerir cada hora de prueba 2 vasos de agua y uno de isotónica, acompañado de uno de estos alimentos:

- 0.5 – 1 gel (24g de HC dependiendo de la marca)
- 1 plátano (23g de HC)
- 2-3 orejones (12g de HC)
- ½ barrita de hidratos de carbono

La toma de 1 gel (con Na), 2 vasos de bebida isotónica y un vaso de agua por hora aportaría aproximadamente: 54g de HC, 400mg de Na y 600ml de agua

La toma de 2 higos secos, 2 vasos de bebida isotónica y un vaso de agua aportaría: 45.6g de HC, 320mg de Na y 600ml de agua.

Estos son algunos ejemplos a la hora de afrontar la alimentación durante la maratón, las características individuales del deportista, la intensidad de la carrera, las condiciones ambientales (temperatura y humedad) influirán directamente sobre las necesidades fluidos, sodio e hidratos de carbono que el deportista necesita. Cuando la temperatura ambiental y la humedad son elevadas las necesidades de agua y sodio pueden llegar a ser de 1 litro o mas la hora y 1-1.5g de Na por hora.

#### *Recuperación post-maratón*

Los principales objetivos después de correr una maratón son 1. Reposición de líquidos  
2. Aporte combinado de HC y de proteínas de alto valor biológico.

##### 1. Reposición de líquidos

Para la reposición completa de fluidos perdidos durante la carrera (sudoración, transpiración y orina) se recomienda aportar el 150% del peso perdido durante la carrera o lo que es lo mismo 1.5 ml x peso perdido durante la prueba repartidos durante 6 horas posteriores a la prueba. Para un maratoniano 70 kg que ha perdido 2.5 kg de peso corporal.  $2.5 \times 1.5 = 3.75$  litros de agua durante esas 6 horas en forma de pequeños sorbos de unos 150 ml. Al añadir sal al agua de reposición se consigue una mayor retención hídrica (añadiremos 9.4g de sal común a los 3.75 litros de agua consiguiendo de esta manera un aporte de 1g de Na por litro de agua).

##### 2. Aporte de HC y proteínas

Un aporte de 1-1.5 g de HC/kg de peso corporal y 0.3g de proteína /kg de peso corporal (o 15-20g de proteína) cada 1-2 horas hasta las 6 horas. Para el deportista de 70 kg supone 70 g de hidratos de carbono y 21 g de proteínas cada 2 horas hasta las 6 horas. Esto traducido a alimentos supone cada hora la ingesta de unos 600 ml de agua o isotónica, en combinación con alimentos naturales (un bocadillo de pan blanco con queso fresco desnatado, y miel, un puñado de frutos secos) cada 2 horas, o una dosis de bebida/batido de recuperación cada 2 horas. La fácil digestión, asimilación y control de la composición hacen de los batidos las herramientas fundamentales para la recuperación post-esfuerzo:

**TABLA7. Alimentación post-competición**

<b>Nutrientes</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>
<b>HC</b>	Absorción rápida y lenta	1-1.5 g de HC/kg de peso corporal.
<b>Proteínas</b>	Aislado/concentrado de proteína de suero. Hidrolizado de proteína de suero. HC:proteína	0.3 g/kg de peso corporal (15-25g). Ratio 4:1 o 3:1
<b>Aminoácidos ramificados</b>	Leucina:Valina:Isoleucina	0.01g/kg peso corporal 2:1:1
<b>Agua y sodio</b>	Bebida hipertónica	150-200% peso perdido. 1-1.5g de Na/litro

### 13. PROBLEMAS MEDICO-NUTRICIONALES

#### *Molestias gastrointestinales*

Pueden producirse por diferentes causas principalmente por problemas de vaciado gástrico o por un exceso de toma de agua y de alimentos. Primero hay evaluar que tal le sienta al deportista la fructosa y las diferentes combinaciones de hidratos de carbono. Segundo pautar cantidades de líquidos y alimentos y su forma de administración (controlar la aerofagia) en los entrenamientos y competición.

#### *Hipertermia (aumento de la temperatura corporal)*

Normalmente va a depender de la temperatura ambiental y la humedad, hay que ver cual va a ser la previsión para la prueba e individualizar la ingesta de fluidos. Optar por colores claros en la ropa de competición y otras prendas como gorras y gafas de sol.

#### *Hiponatremia (bajada de sodio en sangre)*

Controlar y pautar la ingesta de sodio con los alimentos y la bebida, no obstante dependerá de la cantidad de sudoración (temperatura y humedad). Son interesantes las pastillas de sales como emergencia en el caso de tirones, calambres y demás síntomas de hiponatremia (importante su prueba de tolerancia en entrenamientos y competición intermedia)

#### *Hipoglucemia (bajada de azúcar en sangre o pájara)*

La pauta por hora del consumo de hidratos de carbono es vital para no padecer una hipoglucemia, otros factores como la temperatura ambiental también pueden influir, por ello se recomienda tomar las mismas precauciones que para la hipertermia e hiponatremia.



## COMPETIR Y COMER FUERA DE CASA: RECARGA/SUPERCOMPENSACIÓN DE DEPÓSITOS DE GLUCÓGENO

**NORMAS BÁSICAS: INVESTIGAR DÓNDE COMER/CENAR, BEBER AGUA Y/O BEBIDAS CON CARBOS, ALIMENTOS CON ALTO APORTE DE CARBOS, BAJOS EN LÍPIDOS, PROTEÍNAS Y GRASA**

**INDIO: ARROZ Y PAN (NAAN, CHAPATI). Salsas y picantes**

**MEXICANO: BURRITOS, ENCHILADAS, FAJITAS (verduras y arroz). Salsas y picante**

**ASIÁTICOS: ARROZ, FIDEOS, PASTA (verduras, arroz. sushi). Salsas y picante**

**ITALIANOS: PASTA, RISSOTO, PIZZA. Salsas y queso**

*Fuente: <https://www.ais.gov.au/>*

# MACROS EN DEPORTES DE RESISTENCIA

ANTES

DURANTE

DESPUÉS



CARBOHIDRATOS

CARBOHIDRATOS

CARBOHIDRATOS

+  
PROTEÍNAS

24 -72 h:

**10g de CH/kg y día**

1-4 h:

**0,5 - 4g de CH/kg y h**

Actividades de menos de 1 - 1,5 h

**enjuague bucal**

Actividades a partir de 1 - 1,5 h

**30g - 90g CH/h**

Glucosa/maltodextrina y fructosa  
en ratio 2:1

(100g de HC/h con diferente ratio)

**0,8 - 1,2 g de HC/kg**

+  
**0,4g de Proteína/kg**

*Timing, Optimal Dose and Intake Duration of Dietary Supplements with Evidence-Based Use in Sports Nutrition. Alireza Naderi/ Erick P. de Oliveira/ Tim N. Ziegenfuss/ Mark E.T. Willems. J Exerc Nutrition Biochem. 2016;20(4):001-012*

\* CH: carbohidrato; kg: kilogramo de peso corporal

## HIDRATACIÓN Y SODIO EN DEPORTES DE RESISTENCIA



FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS NECESIDADES DE **FLUIDOS**: tasa de sudoración, contenido en sodio del sudor, intensidad del ejercicio, temperatura corporal, temperatura ambiental, peso corporal, función renal ...

FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS NECESIDADES DE **SODIO**: tasa de sudoración y el contenido de sodio en el sudor, la intensidad del ejercicio y las condiciones ambientales

### NECESARIA INDIVIDUALIZACIÓN

- Los corredores más ligeros y lentos parece ser que son los que tienen más riesgo de deshidratación.
- La tasa de sudoración de los diferentes individuos es muy variable, entre los 0,3 y los 2,4 litros /h
- Y la media de contenido de sodio en el sudor es de 1g/L



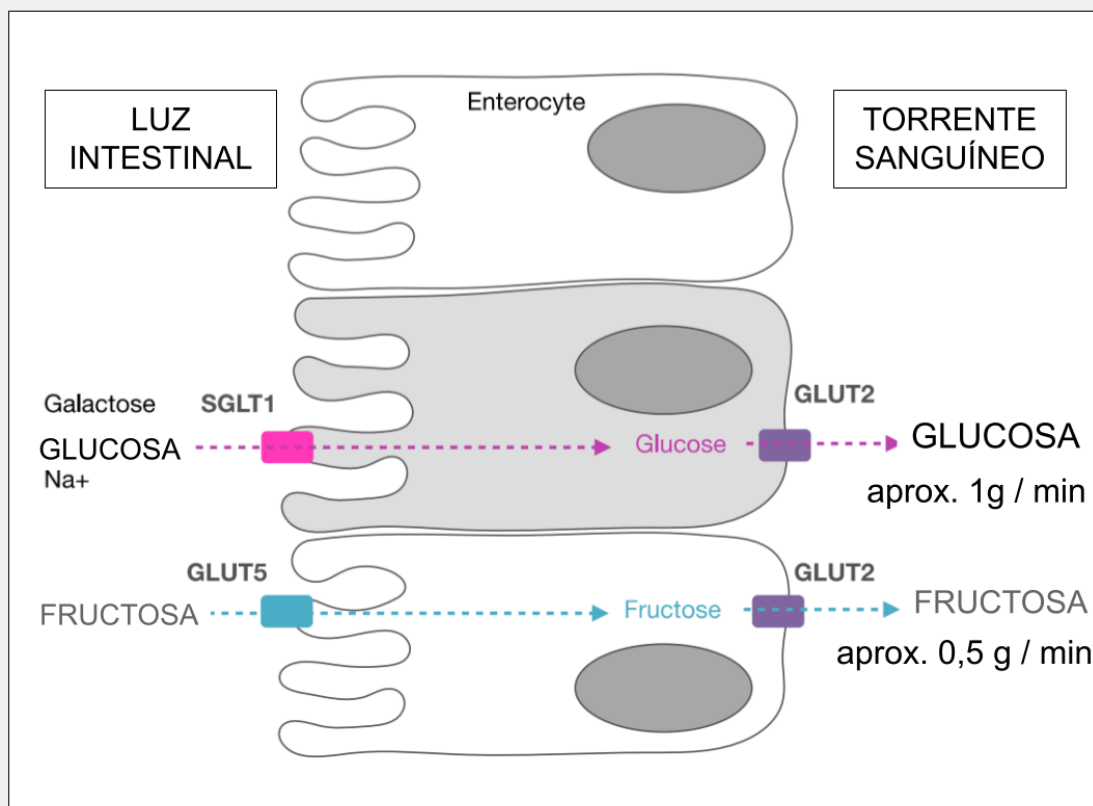
La hiponatremia asociada al ejercicio se define por una concentración de sodio en suero, plasma o sangre por debajo del rango de referencia del laboratorio, que para la mayoría de los laboratorios es  $<135$  mmol / L. Se produce por una ingesta excesiva de fluidos y/o una baja ingesta de sodio. Sus efectos suelen ser mucho peores que la deshidratación

## INGESTA DE CARBOHIDRATOS EN DEPORTES DE FONDO

La ingesta-absorción de carbohidratos (CH) está limitada por:

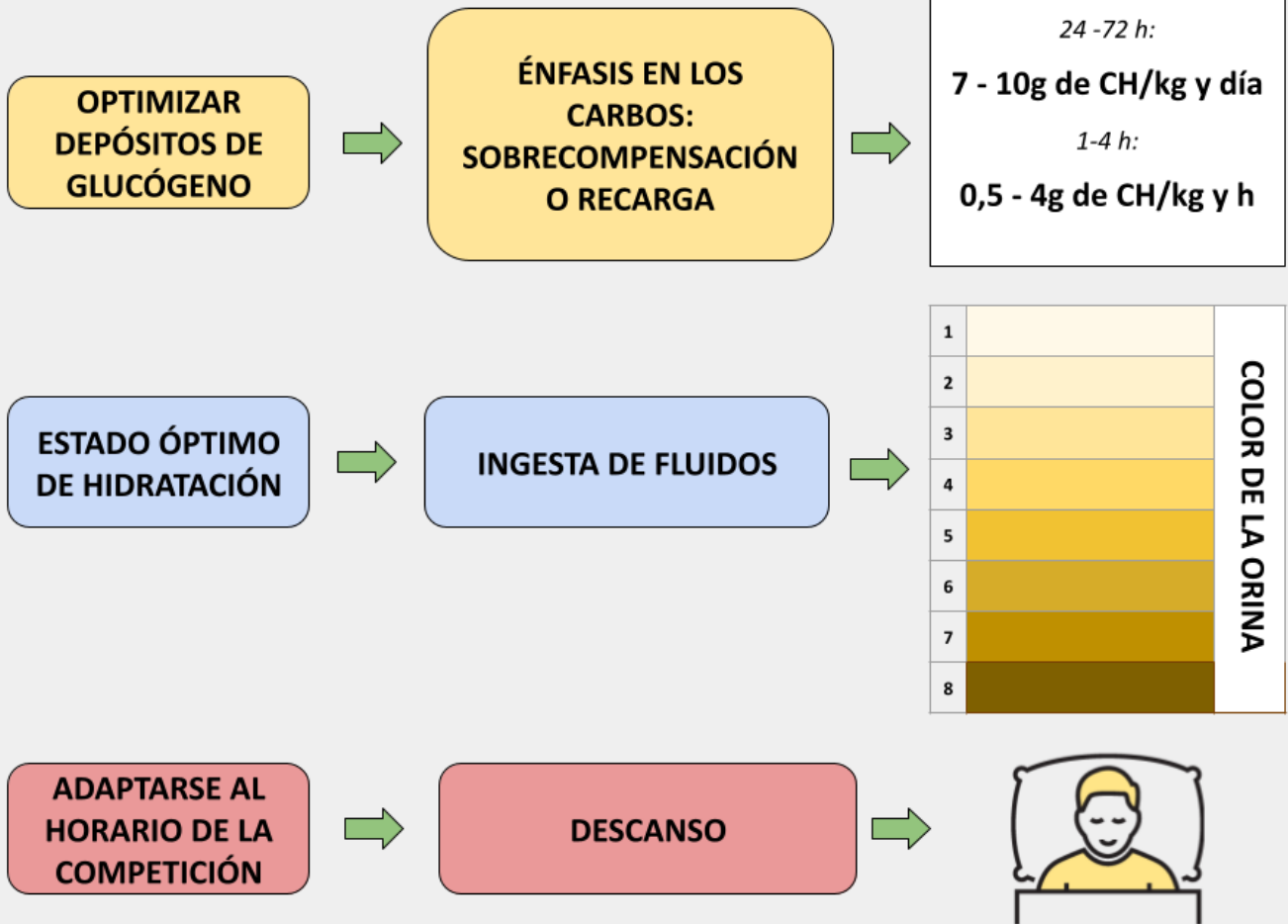
- **Absorción intestinal:** suponiendo que el resto de factores sean óptimos como por ejemplo la co-ingestión con otros nutrientes, digestión y absorción no alteradas etc ...
- **Tipo de deporte e intensidad**
- **Características individuales**
- **Composición en CH y otras sustancias del alimento o suplemento**

*Jeukendrup A. Carbohidratos de transporte múltiple y sus beneficios. Sports Science Exchange. 2013;108:1-5.  
Jeukendrup A. A Step Towards Personalized Sports Nutrition: Carbohydrate Intake During Exercise. Sports Med (2014) 44 (Suppl 1):S25–S33*



Adaptado de "Training the Gut for Athletes. Jeukendrup AE. Sports Med. 2017 Mar;47(Suppl 1):101-110."

# OBJETIVOS PRE-COMPETICIÓN: DEPORTES DE RESISTENCIA



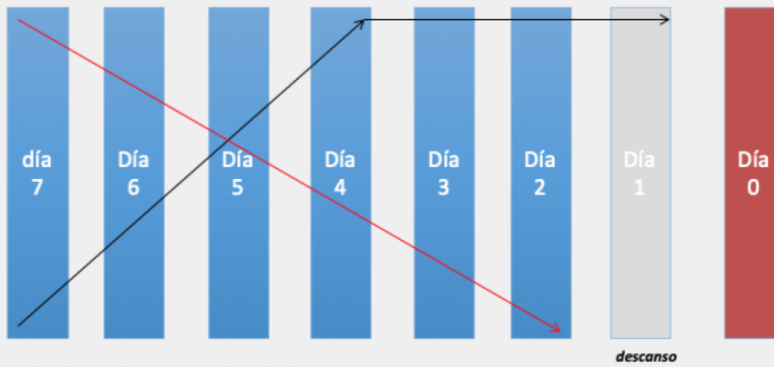
## INGESTA DE CARBOHIDRATOS INTRA-ENTRENO O INTRA-COMPETICIÓN PARA NADADORES

EVENTO	DURACIÓN	CANTIDAD DE HIDRATOS DE CARBONO	TIPS
alta intensidad	45-75 min	pequeñas cantidades (enjuague bucal)	cualquier momento es bueno, desde la botella en el borde de la piscina como los avituallamientos en aguas abiertas. Alimentos sólido y líquidos
resistencia	1 - 2,5 horas	30-60g/h	Entrenamiento nutricional necesario, una alta ingesta se asocia a una mejora del rendimiento
ultra-resistencia	más de 2,5-3 horas	hasta 90g/h	igual que en pruebas de resistencia pero combinando distintos tipos de HC (glucosa/maltodextrina & fructosa)

*Nutrition for swimming. Shaw G, Boyd KT, Burke LM, Koivisto A. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2014 Aug;24(4):360-72.*

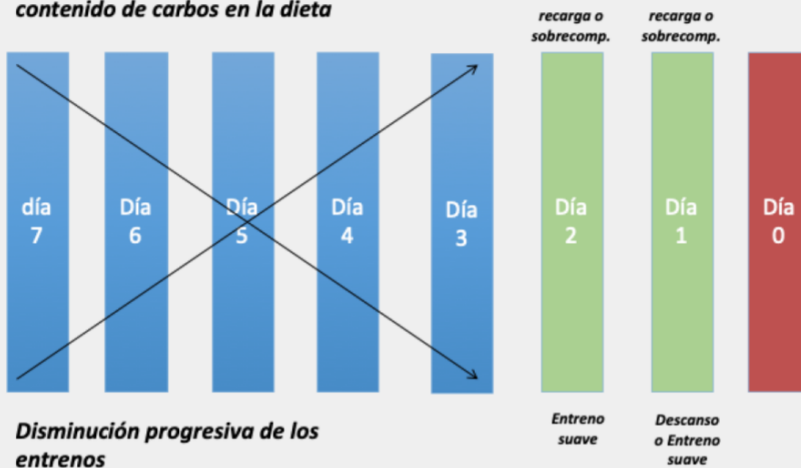
## ESTRATEGIAS PARA OPTIMIZAR LOS DEPÓSITOS DE GLUCÓGENO

**Aumento progresivo de carbohidratos en la dieta**



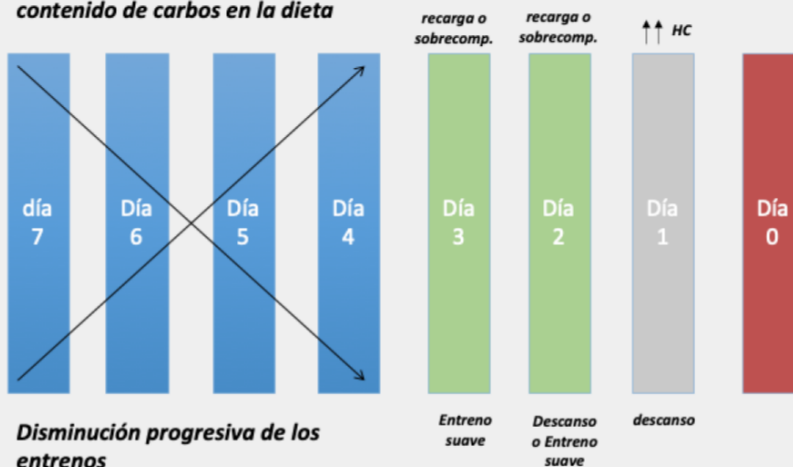
**Disminución progresiva de los entrenos**

**Aumento progresivo del contenido de carbohidratos en la dieta**



**Disminución progresiva de los entrenos**

**Aumento progresivo del contenido de carbohidratos en la dieta**



**Disminución progresiva de los entrenos**

Burke, L. M., van Loon, L., & Hawley, J. A. (2017). Postexercise muscle glycogen resynthesis in humans. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 122(5), 1055–1067.

Carbohydrates for training and competition. Burke LM, Hawley JA, Wong SH, Jeukendrup AE. *J Sports Sci.* 2011;29 Suppl 1:S17-27

# ESTRATEGIAS PARA OPTIMIZAR EL GLUCÓGENO MUSCULAR

## CLÁSICOS

DIETA MUY BAJA EN CARBOS, entrenamiento (en algunos casos muy intenso) seguida de una DIETA MUY ALTA EN CARBOS.

- Método clásico o escandinavo
- Técnica Astrand
- Fairchil - Fournir



## ÚLTIMAS RECOMENDACIONES

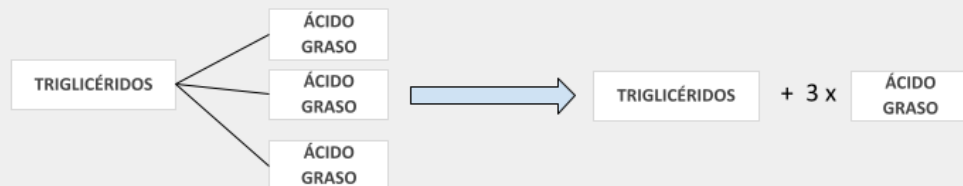
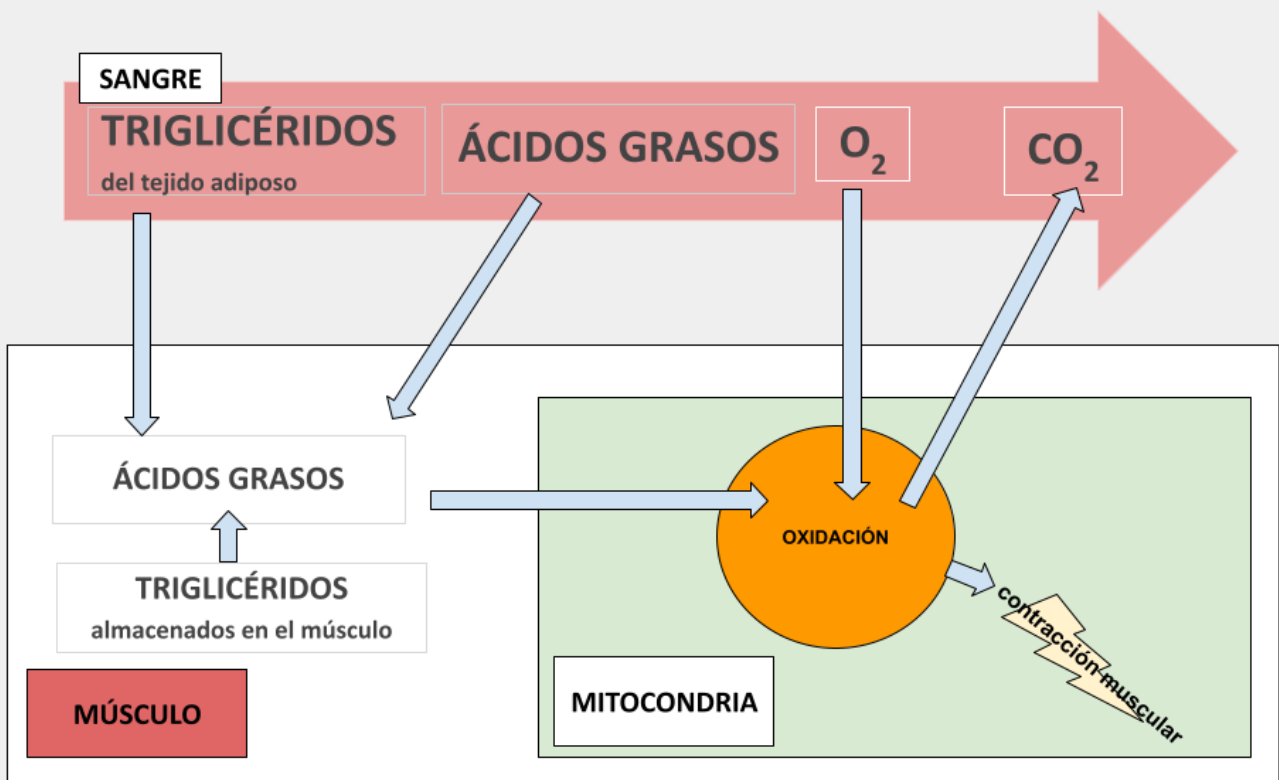
DIETA MUY ALTA EN CARBOS (10g de HC /kg de peso corporal y día) los 3 días previos a competición y disminución progresiva de la carga de entrenamiento



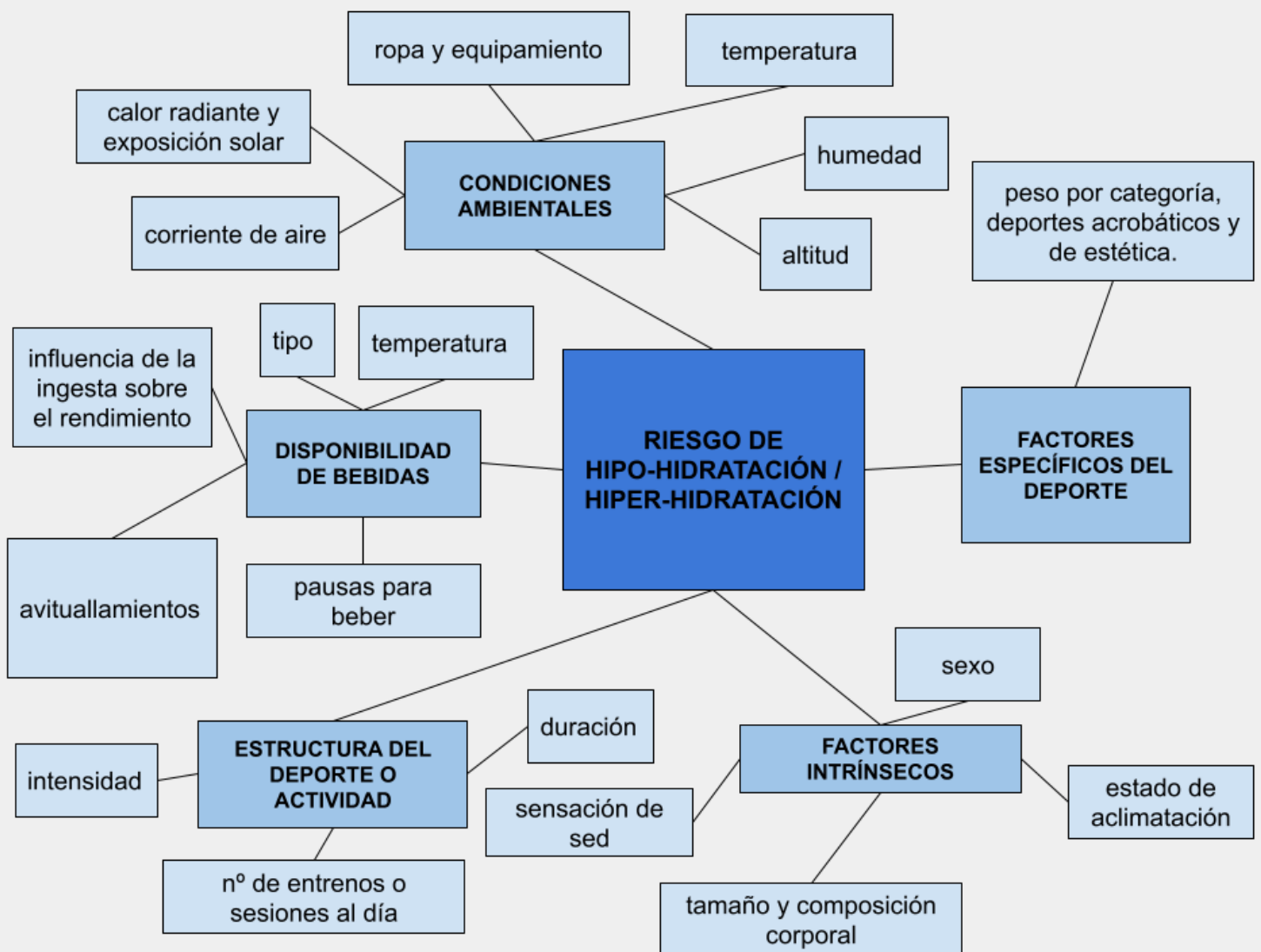
Postexercise muscle glycogen resynthesis in humans. Burke LM, van Loon LJC, Hawley JA. J Appl Physiol. 2017 May 1;122(5):1055-1067



# OXIDACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN EL MÚSCULO



## FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ESTADO DE HIDRATACIÓN DE LOS DEPORTISTAS



# SUPLEMENTACIÓN DEPORTIVA

El sistema de clasificación ABCD clasifica los suplementos para deportistas y sus ingredientes en cuatro grupos según la evidencia científica, además tienen en cuenta otros puntos como que el producto sea seguro, legal y eficaz para mejorar el rendimiento deportivo.

## A

Autorizados para el uso en situaciones específicas utilizando protocolos individualizados y basados en evidencia científica. **SUSTANCIAS PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DEPORTIVO**

### BETA-ALANINA



Aumenta la cantidad de carnosina en el músculo y por tanto aumenta la capacidad de tamponamiento intracelular (2)

Mejora rendimiento en ejercicio continuo e intermitente de 30 segundos a 10 minutos de duración (2)

3-6g (1) o 65 mg/kg peso corporal (2) junto a una comida que contenga carbohidratos y proteínas (1). Dosis dividida en 3 tomas (2)

4-10 semanas (1) o 10-12 semanas (2)

### BICARBONATO



Aumenta la capacidad de tamponamiento extracelular (2)

Mejora del rendimiento de sprints de alta intensidad a corto plazo con una duración de aprox 60 s, con eficacia reducida cuando la duración del esfuerzo supera los 10 min (2)

300-500mg/ kg peso corporal (1); 0,2 - 0,4g /kg peso corporal (2). 60-180 minutos antes junto a comida (1) (2)

1 a 3 días (1)

### CAFEÍNA



Antagonismo del receptor de adenosina; aumento de la liberación de endorfinas; función neuromuscular mejorada; mejor vigilancia y estado de alerta; reduce la percepción del esfuerzo durante el ejercicio (2)

Beneficios en deportes de resistencia y tareas de sprint a corto plazo, supramáximas y / o repetidas. (2)

3-6 mg /kg peso corporal (1); <3 mg / kg peso corporal , aprox 200 mg) (2). 60-90 minutos antes de ejercicio (1); dosis menor administradas antes y durante el ejercicio junto con una fuente de carbohidratos (2)

NE

### MONOHDRATO DE CREATINA



Aumenta la cantidad de creatina almacenada en músculo (2)

Mejora rendimiento de deportes que implican ejercicio repetido de alta intensidad. (2)

20-25g (dosis de carga), 3-5g (dosis de mantenimiento) (1) (2). Ingesta en post-ejercicio junto a comida (bebidas que contengan carbohidratos y proteínas) (1)

5-7 días (dosis de carga) , 4-12 semanas (dosis de mantenimiento) (1) (2)

### ZUMO DE REMOLACHA



Mejora la biodisponibilidad de óxido nítrico a través de la vía nítrico, que modula la función del músculo esquelético y mejora la función de las fibras musculares tipo II/3, reduce el uso de ATP, mayor eficacia de la respiración mitocondrial.

Beneficios en ejercicio submáximo prolongado y esfuerzos de alta intensidad, intermitentes y de corta duración (2)

5-9 mmol (310-560 mg) (1) (300 -500ml de zumo de remolacha. 2 - 2,5 horas antes ejercido. En pre-ejercicio, junto a comida (1)

1-28 días (1)

(1) Timing, Optimal Dose and Intake Duration of Dietary Supplements with Evidence-Based Use in Sports Nutrition. Alreza Nader, Erick P. de Oliveira, Tim N. Ziegenfuss, Mark E.T. Willems. J Exerc Nutrition Biochem. 2016;20(4):001-012

(2) IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. Ronald J Maughan, Louise M Burke, et. al. Br J Sports Med 2018;52:439-455.

# SUPLEMENTACIÓN DEPORTIVA

El sistema de clasificación ABCD clasifica los suplementos para deportistas y sus ingredientes en cuatro grupos según la evidencia científica, además tienen en cuenta otros puntos como que el producto sea seguro, legal y eficaz para mejorar el rendimiento deportivo.

**A** Autorizados para el uso en situaciones específicas utilizando protocolos individualizados y basados en evidencia científica.

## ALIMENTOS PARA DEPORTISTAS

Productos específicos que aportan macro y micronutrientes cuando no es posible tomar alimentos naturales

GELES  
BARRITAS  
GOMINOLAS  
BEBIDAS ISOTÓNICAS  
ELECTROLITOS



CARBOHIDRATOS,  
AZÚCARES,  
MALTODEXTRINAS,  
AMILOPECTINAS



AISLADO / CONCENTRADO  
DE PROTEÍNA DE SUERO  
DE LECHE

## SUPLEMENTOS MÉDICOS

Para tratar problemas clínicos, incluyendo deficiencias de nutrientes diagnosticadas. Requiere de protocolo individualizado y prescripción por un profesional

SUPLEMENTOS DE HIERRO/CALCIO

MULTIVITAMÍNICOS/MINERALES

VITAMINA D

PROBIÓTICOS



## SUSTANCIAS PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DEPORTIVO

Deben utilizarse con protocolos individualizados bajo la supervisión de un profesional



BETA-ALANINA  
BICARBONATO



CAFEÍNA



**B** Pocas pruebas de efectos beneficiosos, necesaria más investigación. Posible uso mediante protocolos individualizados.

Quercetina, bayas exóticas (acai, goji etc...), curcumina, antioxidantes C y E, CARNITINA, HMB, GLUTAMINA, aceite de pescado, GLUCOSAMINA, BCAA (aminoácidos ramificados), CLA (ácido linoléico conjugado), NADH. Todos los que no están incluidos en grupos A, C y D.

**C** No hay pruebas de efectos beneficiosos

Suplementos del grupo A, B cuando se usan sin protocolos individualizados y sin base en evidencia científica. Sustancias no incluidas en grupo D.

**D** Prohibidos, o con alto riesgo de contaminación con sustancias positivas en dopaje

Estimulantes: efedrina, sibutramina, strychnine, methylhexanamine (DMAA), 1,3-dimethylbutylamine (DMBA), otros estimulantes herbales. Prohormonales: DHEA, androsterona, 19-norandrostenedione/ol, otros prohormonales, tribulus terrestris, polvo de raíz de maca. Beta-2-antagonistas: higenamine. Otros: glicerol, colostro (no recomendado por WADA por contener factores de crecimiento).

La alimentación del deportista debe ser aquella que cubra sus necesidades diarias de micro y macronutrientes y le ayude a rendir y a recuperarse de los entrenamientos y competición. La base de la alimentación del deportista es una dieta saludable, en su caso y dependiendo de las características del individuo y de los requerimientos durante los entrenamientos y competición puede plantearse la suplementación bajo la supervisión de un dietista-nutricionista.

\*WADA: World Anti-Doping Agency

\*Fuente: AUSTRALIAN SPORTS COMMISSION [www.ausport.gov.au](http://www.ausport.gov.au)

# SUPLEMENTACIÓN DEPORTIVA

El sistema de clasificación ABCD clasifica los suplementos para deportistas y sus ingredientes en cuatro grupos según la evidencia científica, además tienen en cuenta otros puntos como que el producto sea seguro, legal y eficaz para mejorar el rendimiento deportivo.

## A

Autorizados para el uso en situaciones específicas utilizando protocolos individualizados y basados en evidencia científica. **SUSTANCIAS PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DEPORTIVO**

### MECANISMO ACCIÓN

Aumenta la cantidad de creatina almacenada en músculo (2)

### RENDIMIENTO

Mejora rendimiento de deportes que implican ejercicio repetido de alta intensidad (2)



**MONOHIDRATO  
DE CREATINA**

### DOSIFICACIÓN

20-25g (dosis de carga), 3-5g (dosis de mantenimiento) (1) (2). Ingesta en post-ejercicio junto a comida (bebidas que contengan carbohidratos y proteínas) (1)

### DURACIÓN

5-7 días (dosis de carga) , 4-12 semanas (dosis de mantenimiento) (1) (2)

(1) Timing, Optimal Dose and Intake Duration of Dietary Supplements with Evidence-Based Use In Sports Nutrition. Alireza Naderi, Erick P. de Oliveira, Tim N. Ziegenfuss, Mark E.T. Willems. J Exerc Nutrition Biochem. 2016;20(4):001-012

(2) IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. Ronald J Maughan, Louise M Burke, et. al. Br J Sports Med 2018;52:439-455.

# SUPLEMENTACIÓN DEPORTIVA

El sistema de clasificación ABCD clasifica los suplementos para deportistas y sus ingredientes en cuatro grupos según la evidencia científica, además tienen en cuenta otros puntos como que el producto sea seguro, legal y eficaz para mejorar el rendimiento deportivo.

## A

Autorizados para el uso en situaciones específicas utilizando protocolos individualizados y basados en evidencia científica. **SUSTANCIAS PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DEPORTIVO**

### MECANISMO ACCIÓN

Mejora la biodisponibilidad de óxido nítrico a través de la vía nitrito, que modula la función del músculo esquelético y mejora la función de las fibras musculares tipo II73, reduce de uso de ATP, mayor eficacia de la respiración mitocondrial, aumenta el flujo sanguíneo al músculo) (2)

### RENDIMIENTO

Beneficios en ejercicio submáximo prolongado y esfuerzos de alta intensidad, intermitentes y de corta duración (2)

### DOSIFICACIÓN

5-9 mmol (310-560 mg) (1) (300-500ml de zumo de remolacha). 2 - 2,5 horas antes ejercicio. En pre-ejercicio, junto a comida (1)



### DURACIÓN

1 -28 días (1)

(1) Timing, Optimal Dose and Intake Duration of Dietary Supplements with Evidence-Based Use in Sports Nutrition. Alreza Naderi, Erick P. de Oliveira, Tim N. Ziegenfuss, Mark E.T. Willems. J Exerc Nutrition Biochem. 2016;20(4):001-012

(2) IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. Ronald J Maughan, Louise M Burke, et. al. Br J Sports Med 2018;52:439-455.

# SUPLEMENTACIÓN DEPORTIVA

El sistema de clasificación ABCD clasifica los suplementos para deportistas y sus ingredientes en cuatro grupos según la evidencia científica, además tienen en cuenta otras puntos como que el producto sea seguro, legal y eficaz para mejorar el rendimiento deportivo.

## A

Autorizados para el uso en situaciones específicas utilizando protocolos individualizados y basados en evidencia científica. **SUSTANCIAS PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DEPORTIVO**

### MECANISMO ACCIÓN

Aumenta la cantidad de carnosina en el músculo y por tanto aumenta la capacidad de tamponamiento intracelular (2)

### RENDIMIENTO

Mejora rendimiento en ejercicio continuo e intermitente de 30 segundos a 10 minutos de duración (2)



**BETA-ALANINA**

### DOSIFICACIÓN

3-6g (1) o 65 mg/kg peso corporal (2). Junto a una comida que contenga carbohidratos y proteínas (1). Dosis dividida en 3 tomas (2)

### DURACIÓN

4-10 semanas (1) o 10-12 semanas (2)

(1) Timing, Optimal Dose and Intake Duration of Dietary Supplements with Evidence-Based Use in Sports Nutrition. Alireza Naderi, Erick P. de Oliveira, Tim N. Ziegenfuss, Mark E.T. Willems. J Exerc Nutrition Biochem. 2016;20(4):001-012

(2) IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. Ronald J Maughan, Louise M Burke, et. al. Br J Sports Med 2018;52:439-455.

# SUPLEMENTACIÓN DEPORTIVA

El sistema de clasificación ABCD clasifica los suplementos para deportistas y sus ingredientes en cuatro grupos según la evidencia científica, además tienen en cuenta otros puntos como que el producto sea seguro, legal y eficaz para mejorar el rendimiento deportivo.

## A

Autorizados para el uso en situaciones específicas utilizando protocolos individualizados y basados en evidencia científica. **SUSTANCIAS PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DEPORTIVO**



### MECANISMO ACCIÓN

Aumenta la capacidad de tamponamiento extracelular (2)

### RENDIMIENTO

Mejora del rendimiento de sprints de alta intensidad a corto plazo con una duración de aprox 60 s, con eficacia reducida cuando la duración del esfuerzo supera los 10 min

### DOSIFICACIÓN

300-500mg/ kg peso corporal (1); 0,2 - 0,4g /kg peso corporal (2). 60-180 minutos antes junto a comida (1) (2). Dosificación alternativa: Varias dosis pequeñas misma ingesta total y tiempo de 30-180 min; carga en serie 3-4 dosis pequeñas / día durante 2-4 días consecutivos pre-evento (2)

### DURACIÓN

1 a 3 días (1)

(1) Timing, Optimal Dose and Intake Duration of Dietary Supplements with Evidence-Based Use in Sports Nutrition. Alireza Naderi, Erick P. de Oliveira, Tim N. Ziegenfuss, Mark E.T. Willemis. J Exerc Nutrition Biochem. 2016;20(4):001-012

(2) IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. Ronald J Maughan, Louise M Burke, et. al. Br J Sports Med 2018;52:439-455.



# SUPLEMENTACIÓN DEPORTIVA

El sistema de clasificación ABCD clasifica los suplementos para deportistas y sus ingredientes en cuatro grupos según la evidencia científica, además tienen en cuenta otros puntos como que el producto sea seguro, legal y eficaz para mejorar el rendimiento deportivo.

## A

Autorizados para el uso en situaciones específicas utilizando protocolos individualizados y basados en evidencia científica. **SUSTANCIAS PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DEPORTIVO**

### MECANISMO ACCIÓN

Antagonismo del receptor de adenosina; aumento de la liberación de endorfinas; función neuromuscular mejorada; mejor vigilancia y estado de alerta; reduce la percepción del esfuerzo durante el

### RENDIMIENTO

Beneficios en deportes de resistencia y tareas de sprint a corto plazo, supramáximas y / o repetidas. (2)

### DOSIFICACIÓN

3-6 mg /kg peso corporal (1)(2), 60-90 minutos antes de ejercicio (1). <3 mg / kg peso corporal , aprox 200 mg, antes y durante el ejercicio junto con una fuente de carbohidratos (2)

### DURACIÓN

NE

### CAFEÍNA

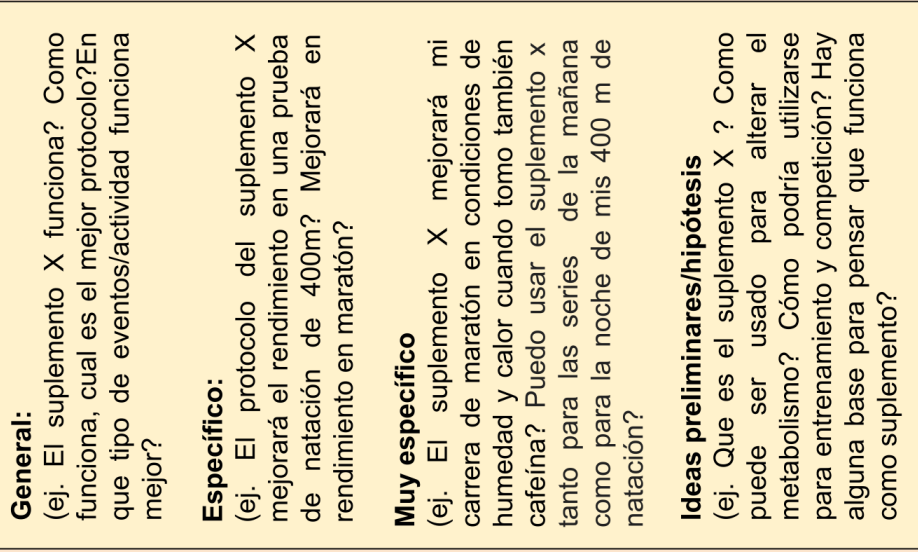


(1) Timing, Optimal Dose and Intake Duration of Dietary Supplements with Evidence-Based Use in Sports Nutrition. Alireza Naderi, Erick P. de Oliveira, Tim N. Ziegenfuss, Mark E.T. Willems. J Exerc Nutrition Biochem. 2016;20(4):001-012

(2) IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. Ronald J Maughan, Louise M Burke, et. al. Br J Sports Med 2018;52:439-455.

# JERARQUÍA DE EVIDENCIA CIENTÍFICA

## MATRIZ DE EVIDENCIA PARA SUPLEMENTOS QUE MEJORAN EL RENDIMIENTO



se usa con menos frecuencia para proporcionar evidencia de los beneficios de los suplementos para el rendimiento

Traducido de: **IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete.** Ronald J Maughan, Louise M Burke, et al. Br J Sports Med 2018;52:439–455.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

1. Urdampilleta A. Valoración fisiológica y bioquímica del deportista de resistencia. EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires. 2002; 181. Disponible en <http://www.efdeportes.com/>
2. Gonzalez M, Farré J, Fernández A, Sauló A, Hierro J. LA dieta inteligente para runners. De Vecchi Ediciones. 2013.
3. Urdampilleta A, Giménez J, Roche E. Bases biológicas para el asesoramiento nutricional y deportivo personalizado. Elikasport, Nutrition, Innovaton & Sport. 2015.
4. Urdampilleta A, Giménez J, Roche E. Planificación nutricional y deportiva personalizada. Elikasport, Nutrition, Innovaton & Sport. 2015.
5. Jeukendrup A. Guía práctica de nutrición deportiva. Ediciones Tutor SA.: 2011.
6. Jeukendrup A. Carbohidratos de transporte múltiple y sus beneficios. Sports Science Exchange. 2013;108:1-5.
7. Prado de Oliveira E, Burini R, Jeukendrup A. Gastrointestinal Complaints During Exercise: Prevalence, Etiology, and Nutritional Recommendations. Sports Med. 2014; 44 Suppl 1:S79–85.
8. Jeukendrup, A. A step towards personalized sports nutrition: carbohydrate intake during exercise. Sports Med. 2014; 44 Suppl 1:25-33.
9. Jeukendrup AE. Nutrition for endurance sports: Marathon, triathlon, and road cycling. J Sports Sci. 2011;29 Suppl 1:S91–99.
10. Salinas-García M, Martínez-Sanz JM, Urdampilleta A, Mielgo-Ayuso J , Norte Navarro A, Ortiz-Moncada R. Efectos de los aminoácidos ramificados en deportes de larga duración: revisión bibliográfica. Nutr Hosp. 2015;31(2):577-589.
11. Nutritional Intake and Gastrointestinal Problems during Competitive Endurance Events. Beate Pfeiffer. Medicine & Science in Sports & Exercise.