



RECORRIENDO LA DISTANCIA: Nutrición para el rendimiento de atletas de resistencia



**GATORADE
SPORTS
SCIENCE
INSTITUTE**

El contenido de esta presentación es proporcionado por GSSI, una división de PepsiCo, Inc. Cualquier opinión o interpretación científica expresada en esta presentación son del autor y no necesariamente representan la posición o política de PepsiCo, Inc.

Esquema de la conferencia



El atleta de resistencia



Energía



Hidratación



Estructura



Mensajes clave



EL ATLETA DE RESISTENCIA



¿Cuáles crees que son algunas características únicas de un atleta de resistencia (piensa en el corredor de maratón o triatleta Ironman) que podrían afectar sus necesidades nutricionales?

Consideraciones en los atletas de resistencia

Todos los atletas

- Utilizan y necesitan combustible para tener energía para entrenar/competir
- Sudar y necesitan hidratarse
- Utilizan músculos y necesitan estar fuertes

El atleta de resistencia en específico

- Tiene entrenamientos y competencias de larga duración– por lo general, más de 2 horas a la vez
 - Ejercicio de baja-moderada intensidad
- Estado estable vs. ejercicio intermitente de alta intensidad
- Específico del deporte: corredores, ciclistas o triatletas
 - Compiten en maratones, triatlón y eventos de ultra resistencia



ENERGÍA 

HIDRATACIÓN

ESTRUCTURA

Los carbohidratos mejoran el rendimiento de resistencia

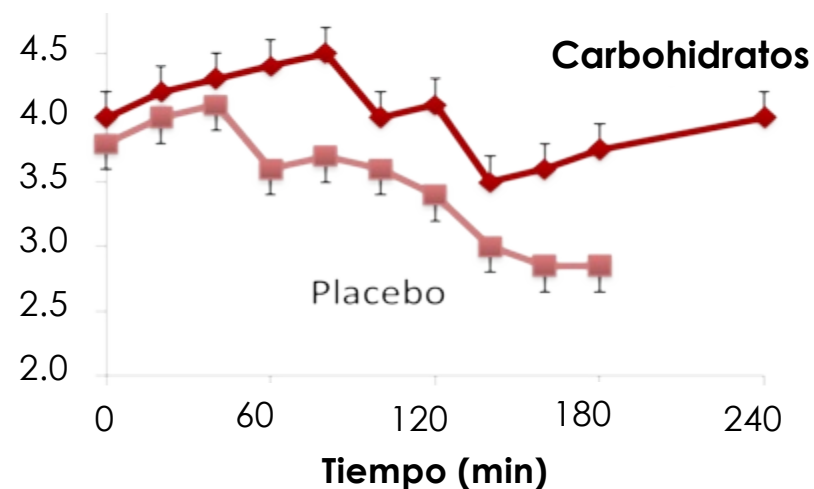
Consumir carbohidratos durante el ejercicio da como resultado:

- Mantenimiento de los niveles de glucosa en sangre
- Mantenimiento de la oxidación de carbohidratos
- Ahorro de las reservas de glucosa muscular y/o hepática

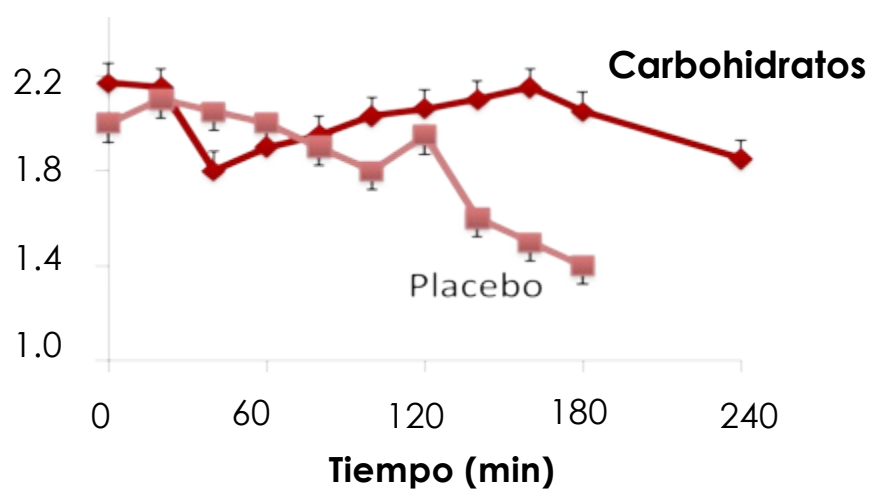


Uno de los primeros estudios en demostrar que la ingesta de **carbohidratos beneficia el ejercicio de resistencia**

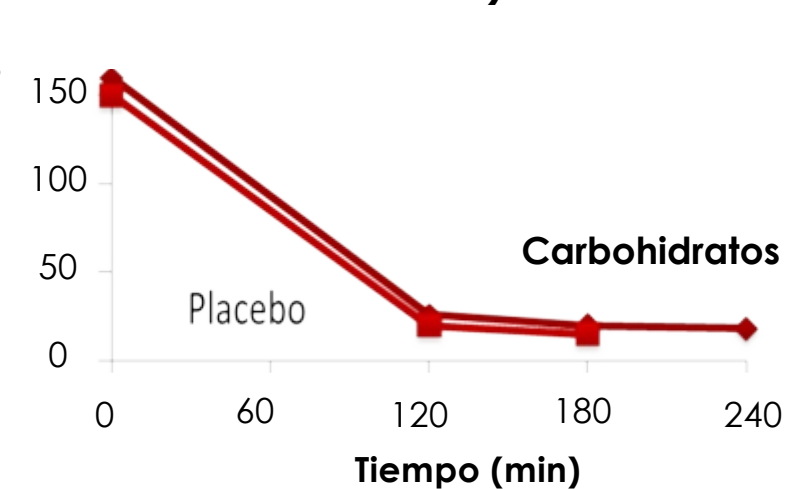
Glucosa en sangre (mmol/L)



Oxidación de CHO (g/min)



Glucógeno muscular (mmol/kg peso húmedo)



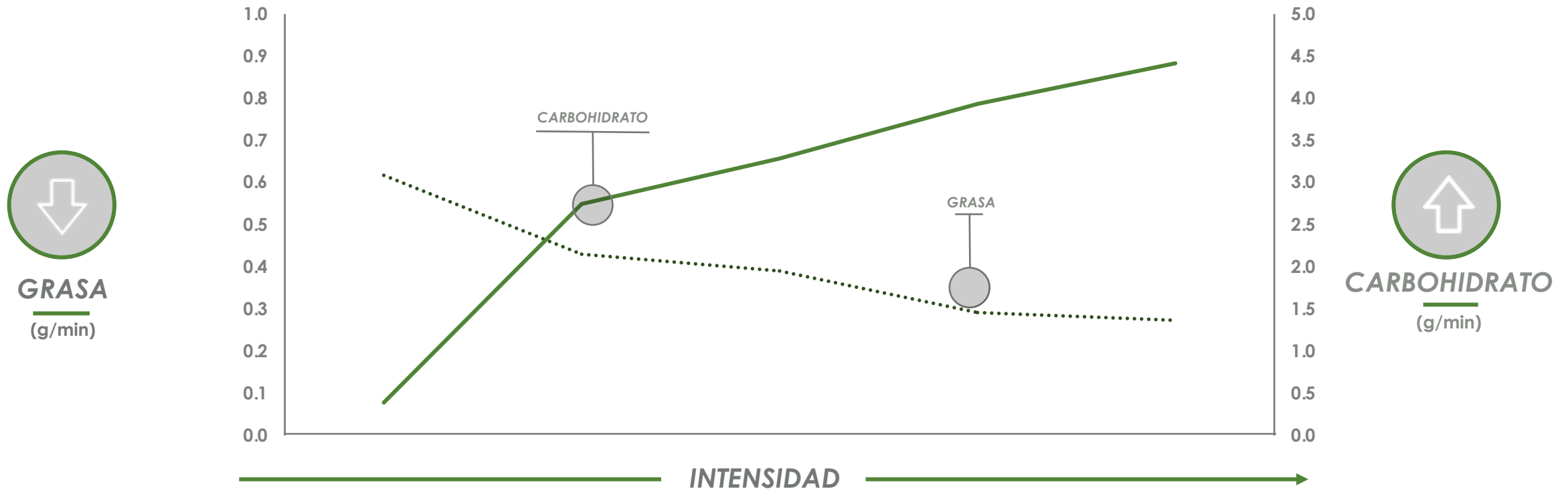


Los carbohidratos son limitados en el cuerpo

La energía se almacena en el cuerpo como grasa y carbohidratos

- Los ácidos grasos se almacenan en el tejido adiposo
 - Todos, incluso los atletas más delgados, tienen suficientes grasas almacenadas para hacer ejercicio durante mucho tiempo
 - El cuerpo depende principalmente de las grasas durante el ejercicio de menor intensidad
- Los carbohidratos se almacenan en el hígado y los músculos
 - Hay una capacidad de almacenamiento limitada de carbohidratos
 - El cuerpo depende principalmente de los carbohidratos durante el ejercicio de mayor intensidad
 - Comer carbohidratos ayuda a reabastecer las reservas de glucógeno

A medida que aumenta la intensidad, el uso de carbohidratos para la energía aumenta y la grasa disminuye

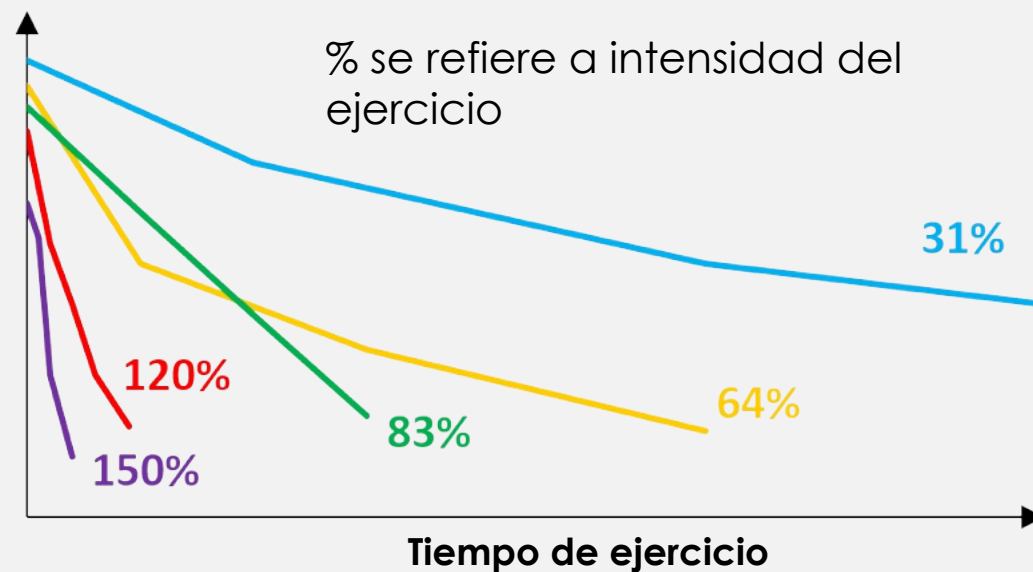


Intensidad del ejercicio y utilización de carbohidratos

La intensidad del ejercicio afecta la rapidez con la que se agotan nuestras reservas de glucógeno muscular

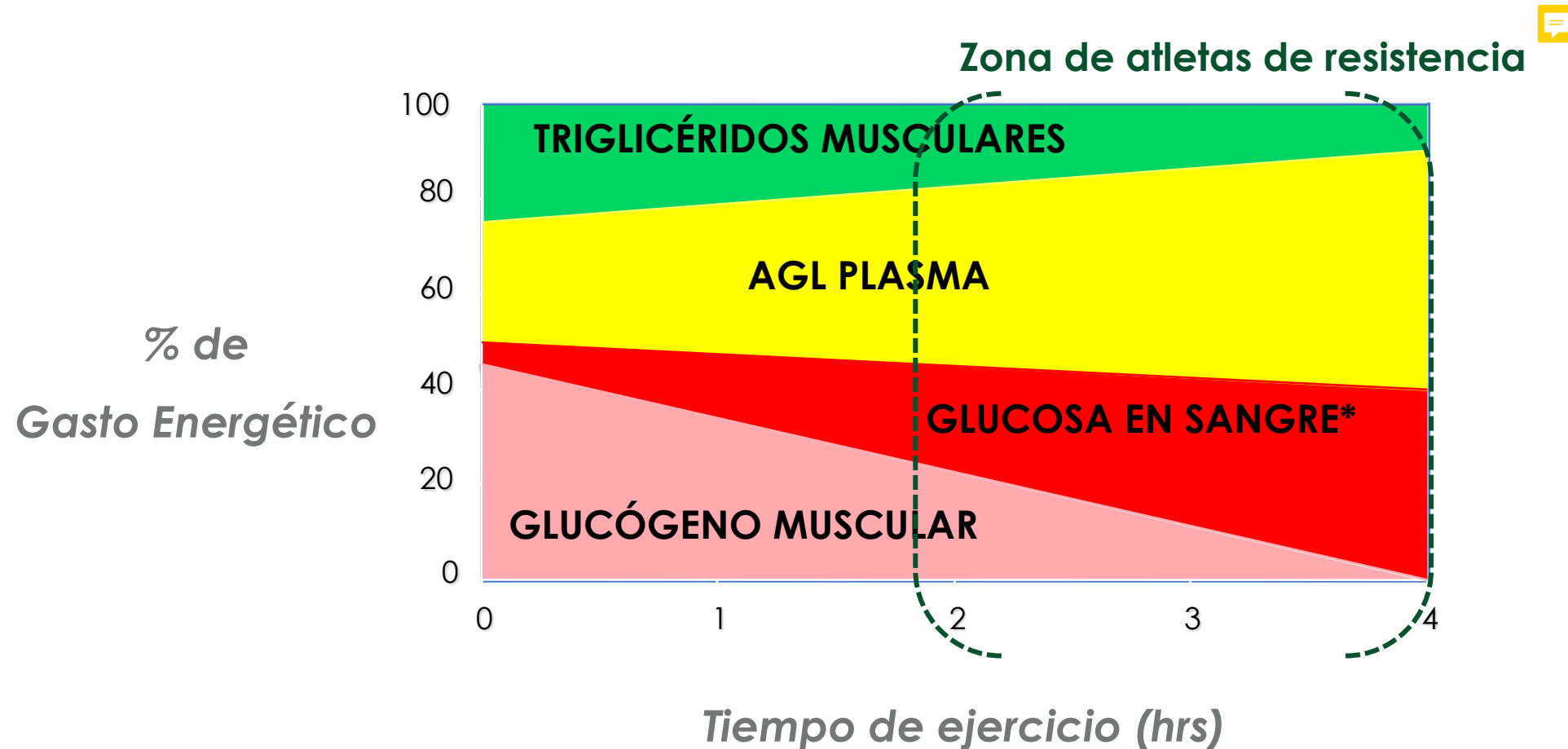
- A niveles más bajos de intensidad del ejercicio, se ahorra la utilización del glucógeno muscular
 - La línea azul que indica una intensidad de ejercicio del 31%, muestra que el tiempo de ejercicio se extiende y el glucógeno muscular disminuye más lentamente
- A niveles altos de intensidad del ejercicio, se acelera la utilización del glucógeno muscular
 - La línea púrpura que indica una intensidad de ejercicio del 150%, muestra que el tiempo de ejercicio es limitado y el glucógeno muscular disminuye drásticamente
- En general, existe una relación dosis/respuesta entre la intensidad del ejercicio y el uso del glucógeno muscular

Glucógeno muscular



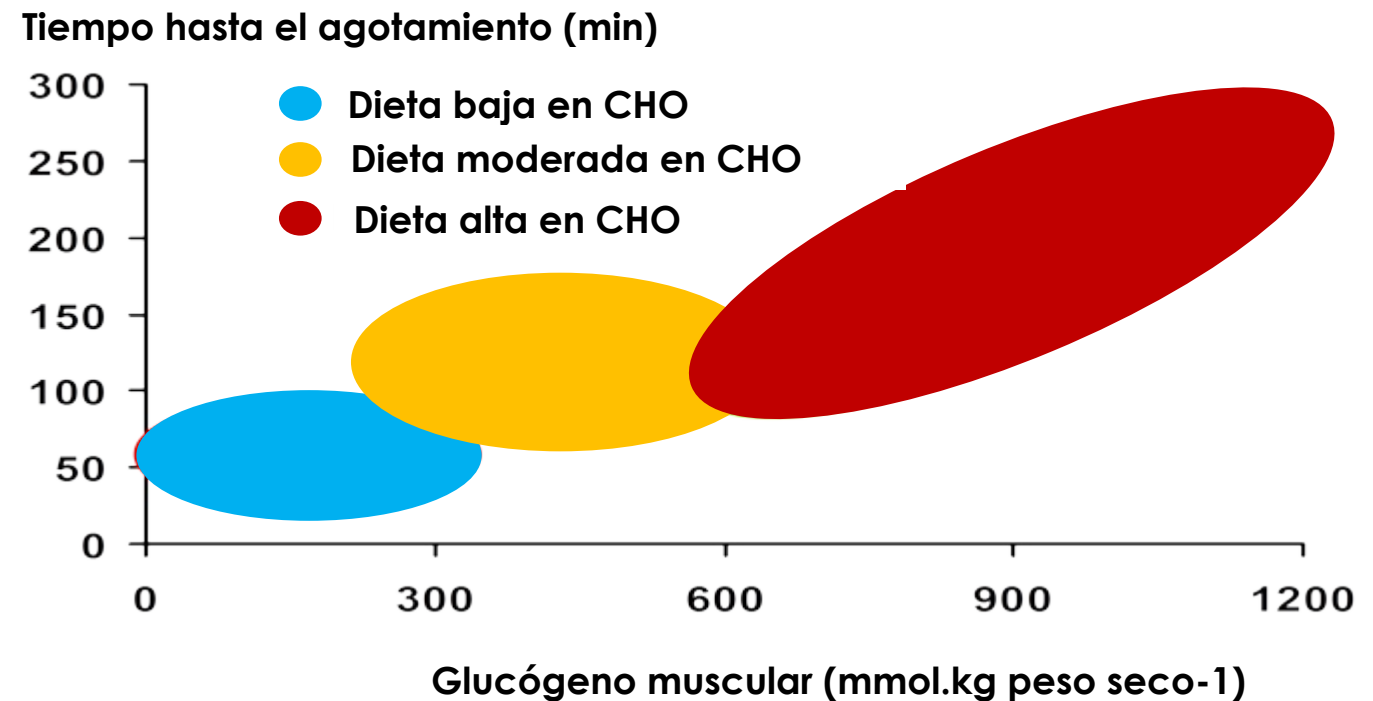
Gollnick et al. J Physiol 1974

Utilización del sustrato y duración del ejercicio



Aumento de las reservas de carbohidratos - crónico

- Podemos adaptar la cantidad de carbohidratos que se almacenan en nuestros músculos a través de la dieta
- En este estudio, aquellos con dieta más alta en carbohidratos (óvalo rojo) tienen significativamente más glucógeno muscular
- Aquellos con dietas más altas en carbohidratos tienen más tiempo hasta el agotamiento



Aumento de las reservas de carbohidratos - agudo

Hay pocas maneras en las que podemos absorber carbohidratos a través de nuestro intestino

- La glucosa se absorbe a través del transportador SGLT1
- Este transportador sólo puede soportar una velocidad de 1.0 g/min o 60 g/h
- Las fuentes de carbohidratos, como la glucosa, se absorben rápidamente

Eso no significa que no haya un papel para un azúcar lento, como la fructosa

- Tiene un transportador separado, el transportador Glut 5
- Se puede absorber además de los 60 g/h de glucosa
- Si el carbohidrato es absorbido lentamente, no querrías consumir mucho más de 30 g/h.

Esta combinación de tipos de carbohidratos es especialmente importante para los atletas de resistencia

Esta es la razón por la que las recomendaciones de carbohidratos no se basan en el peso corporal, sino que son cantidades estándar basadas en la duración del ejercicio

SSE#108





TRANSPORTADORES DE CARBOHIDRATOS



SGLT1 ● GLUCOSA ●

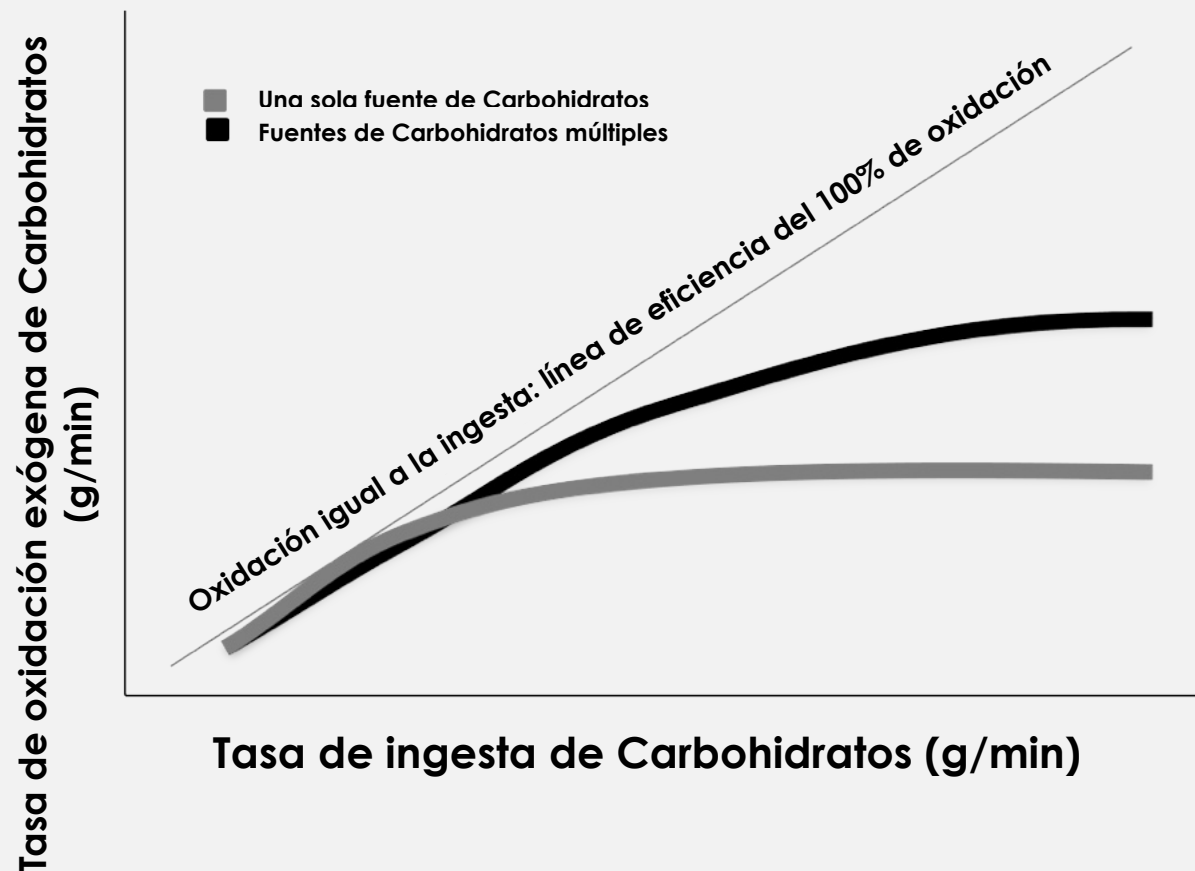
GLUT5 ● FRUCTOSA ●

GLUCOSA
~60 g/h
máx

FRUCTOSA
~30 g/h
máx

TORRENTE SANGUÍNEO

Oxidación Exógena de Carbohidratos

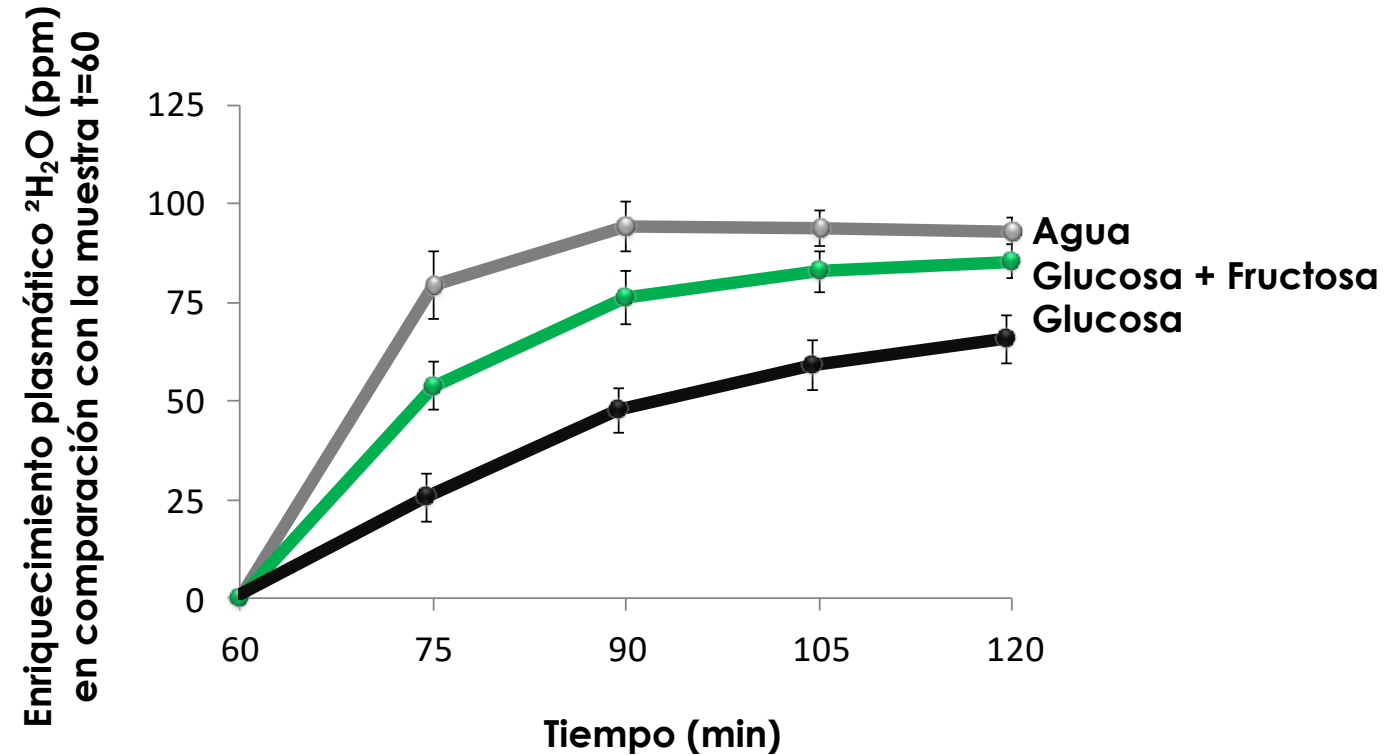


Ingesta y uso de carbohidratos

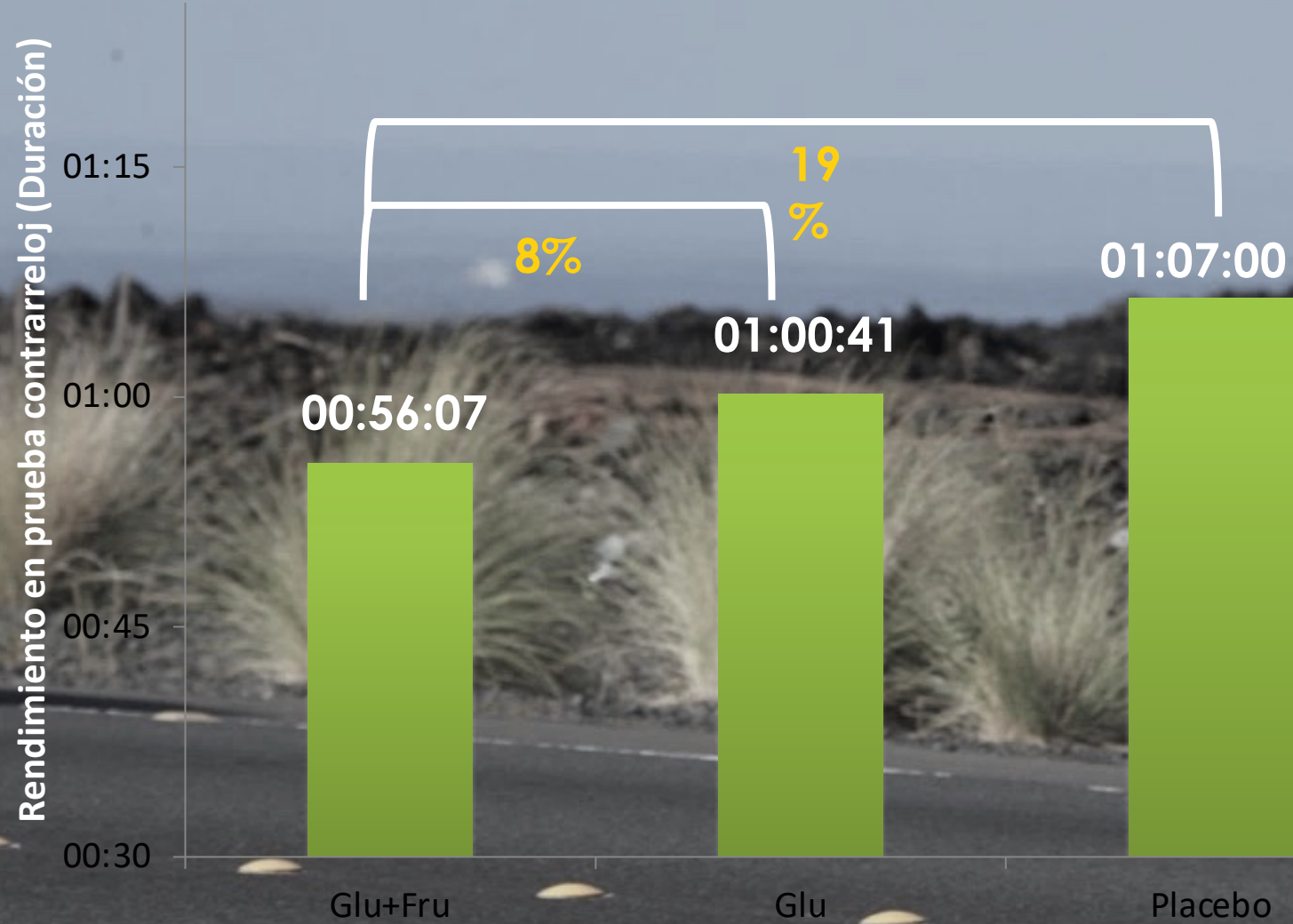
- La capacidad del cuerpo para usar los carbohidratos que consumimos es limitada
- Somos capaces de utilizar alrededor de 1 gramo de glucosa sola por minuto
- Podemos usar más fuentes de carbohidratos múltiples de glucosa y fructosa
 - Podemos aumentarlo a aproximadamente 1.5 gramos por minuto de carbohidratos
- Sin embargo, si tratamos de consumir más de 1.5 gramos por minuto de tipos de carbohidratos combinados, no parece que obtengamos ningún beneficio adicional - y por lo general se acaba con molestias gastrointestinales.

Fuentes de carbohidratos múltiples mejoran la distribución de líquidos

- Fuentes de carbohidratos múltiples de glucosa y fructosa vacían el intestino más rápido
- Esto da como resultado que el líquido y los carbohidratos entren en la sangre más rápido que la glucosa y casi tan rápido como el agua
- Esto significa que el cuerpo puede usar este líquido y combustible más rápido



Mezclas de Carbohidratos y Rendimiento



Carbohidratos durante el entrenamiento y la competencia

Duración	CHO (g/hora)	Tipo
<30 min	Ninguno	-
45-75 min	Cantidades muy pequeñas	La mayoría de las formas de carbohidratos o enjuague bucal
1-2 horas	Hasta 30 g/h	La mayoría de las formas de carbohidratos
2-3 horas	Hasta 60 g/h	Azúcares que se oxidan rápidamente Ejemplos: sacarosa, glucosa, maltodextrina
> 2.5-3 horas	Hasta 90 g/h	Mezclar glucosa + fructosa



Ejemplos de cómo utilizar las cantidades recomendadas de carbohidratos



Problemas GI con la ingesta de carbohidratos

- El estómago es un órgano que se puede entrenar
- Es importante que el atleta aumente gradualmente la cantidad de líquido y la ingesta de energía durante el ejercicio para cumplir con las recomendaciones
- Consumir más líquido o carbohidratos de los que el atleta utiliza, puede resultar en un estómago "fangoso" y otras molestias gastrointestinales (GI) más intensas

**Entrena tu
intestino**



Resumen: Energía

- Los carbohidratos son bien conocidos por mejorar la resistencia
- Las reservas endógenas son limitadas y desaparecen más rápido a medida que aumenta la intensidad del ejercicio
- Crónicamente, a través de la dieta, podemos manipular las reservas endógenas
- De manera aguda, al consumir carbohidratos antes y durante el ejercicio, también podemos llenar nuestras reservas de energía y mejorar el rendimiento
- Una de las limitaciones respecto al consumo de carbohidratos es la absorción intestinal, con una absorción y oxidación de carbohidratos única limitada a 60 g/h
- Esta tasa se puede aumentar a 90 g/h con carbohidratos de transporte múltiple
- Estos carbohidratos también tienen beneficios en la distribución de líquidos y el rendimiento



ENERGÍA

HIDRATACIÓN[■]

ESTRUCTURA



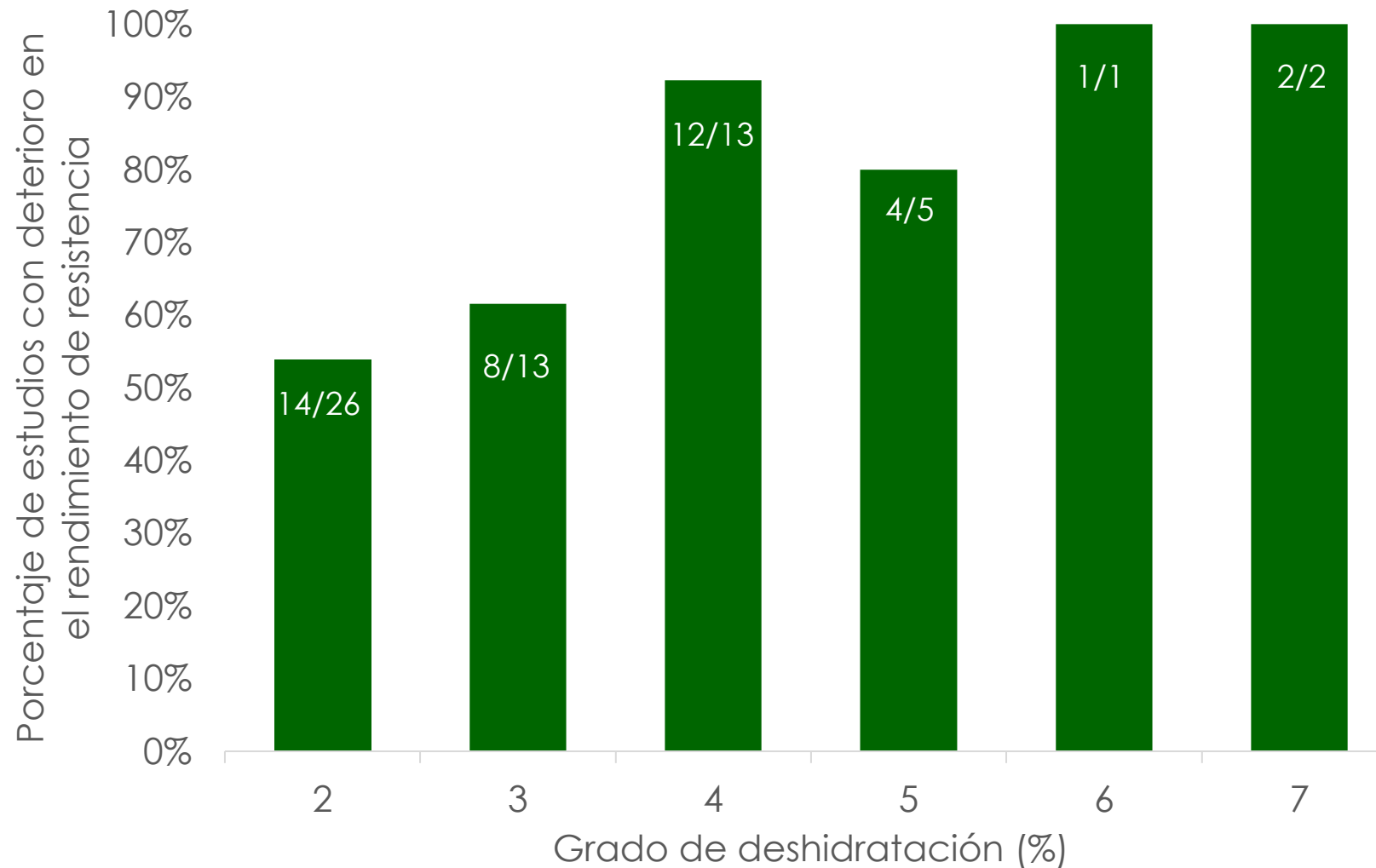
La deshidratación afecta la [■] capacidad de eliminar el calor

Aumento del estrés cardiovascular
Aumento del uso de glucógeno
**Alteración de la función
metabólica & SNC**
**Disminución de la absorción de
líquidos**
Riesgo de enfermedad por calor

Hidratación y rendimiento

- La deshidratación puede causar deterioro del rendimiento para los atletas de resistencia
- Por lo general, entre más deshidratado, mayor posibilidad de que disminuya el rendimiento
- La pérdida del 2% de peso corporal durante el ejercicio es el límite en el que el rendimiento puede verse afectado
- Algunos atletas pueden tolerar pérdidas ligeramente mayores y otros pueden tolerar menos
- Practicar las estrategias de hidratación es clave para los atletas de resistencia para descubrir lo que es tolerable para cada atleta
- La siguiente diapositiva muestra los resultados de un artículo de revisión sobre la cantidad de estudios que muestran disminuciones del rendimiento de resistencia en diferentes niveles de deshidratación

Hidratación y rendimiento





Hiponatremia

- La hiponatremia es el resultado de una disminución de la concentración de sodio en plasma por debajo de 135 mmol/L
- Cuanto más tiempo permanezca bajo, mayor será el riesgo de encefalopatía dilucional y edema pulmonar
- Factores que contribuyen a la hiponatremia asociada al ejercicio:
 - Sobrehidratación con líquidos hipotónicos
 - Eventos de mayor duración
 - Grandes pérdidas de sodio por sudor
- Por esto es importante que los atletas de resistencia conozcan sus pérdidas y tengan una estrategia de hidratación

SSE#122
SSE#88





Factores que influyen en la hidratación



Nivel de entrenamiento e Intensidad



Preferencias de bebidas



Temperatura y humedad



Medio ambiente y equipo

Ingesta de líquidos

Agua

Absorción de líquidos

Carbohidratos

Distribución de líquidos

Sodio

Retención de líquidos

Sodio

SSE#152



Cálculo de la tasa de sudoración

Para medir la cantidad de líquido que un atleta pierde, se tiene que medir la tasa de sudoración. Estos son los pasos:

- Obtener el peso corporal antes de la práctica
- Conocer el peso de los alimentos y líquidos que vas a consumir durante esta sesión
- Conocer el peso de cualquier orina o heces perdidas durante este entrenamiento
- Obtener el peso corporal después del ejercicio después de secarse con una toalla
- Saber cuánto duró tu sesión de entrenamiento, es decir, cuánto tiempo fue desde el pesaje corporal pre-ejercicio hasta el pesaje post-ejercicio.

$\text{Peso corporal}_{\text{PRE-EJERCICIO}} - \text{Peso corporal}_{\text{POST-EJERCICIO}} - \text{Consumo de líquido}_{\text{EJERCICIO}} + \text{Pérdida de orina}_{\text{EJERCICIO}}$

Duración del ejercicio

<https://www.gssiweb.org/toolbox/fluidLoss/calculator>

Ejemplo de estrategia de hidratación

Ejemplo de un atleta que realizó una prueba de sudor durante el entrenamiento y cómo usar esa información para elaborar un plan de hidratación para un maratón

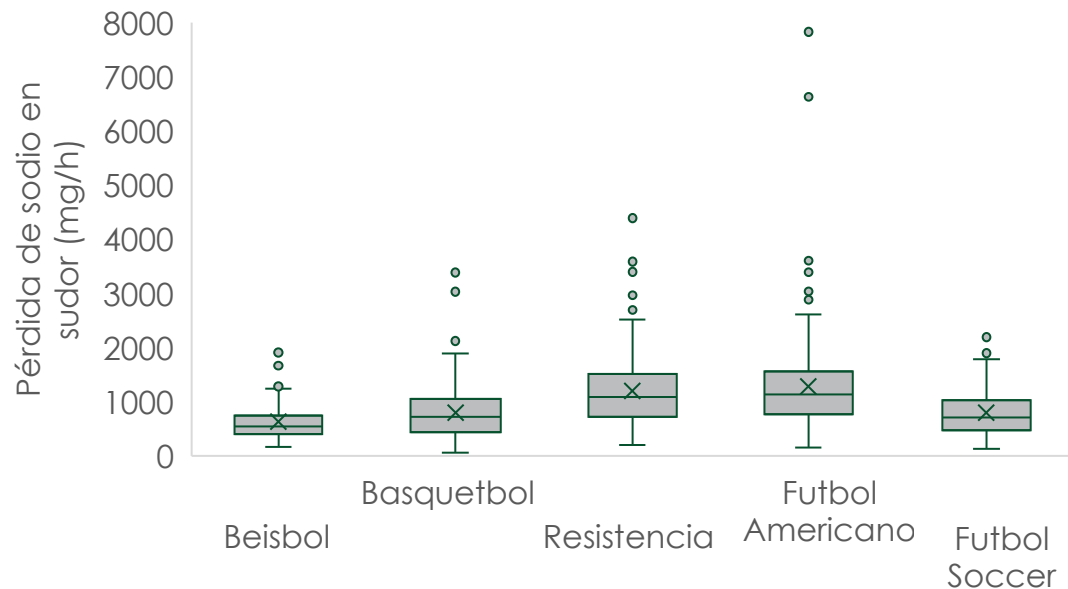
- 👉 Duración del ejercicio en la prueba de sudor: 90 minutos
- 👉 Tasa de sudoración: $1.5 \text{ L} / 1.5 \text{ horas} = 1 \text{ L por hora}$
- 👉 Maratón de 4 horas = pérdida de masa corporal de 4 L o 4 kg
(en condiciones similares a una intensidad similar a la prueba de sudor)
- 👉 Volumen de consumo (pérdida de sudor – 2% ventana):
 $4 - 1.4 = 2.6 \text{ L}$
- 👉 Estrategia de hidratación: $2.6 \text{ L} / 4 \text{ h} = 650 \text{ mL/h}$ O $220 \text{ mL} / 20 \text{ min}$



Resistencia en comparación con otros deportes

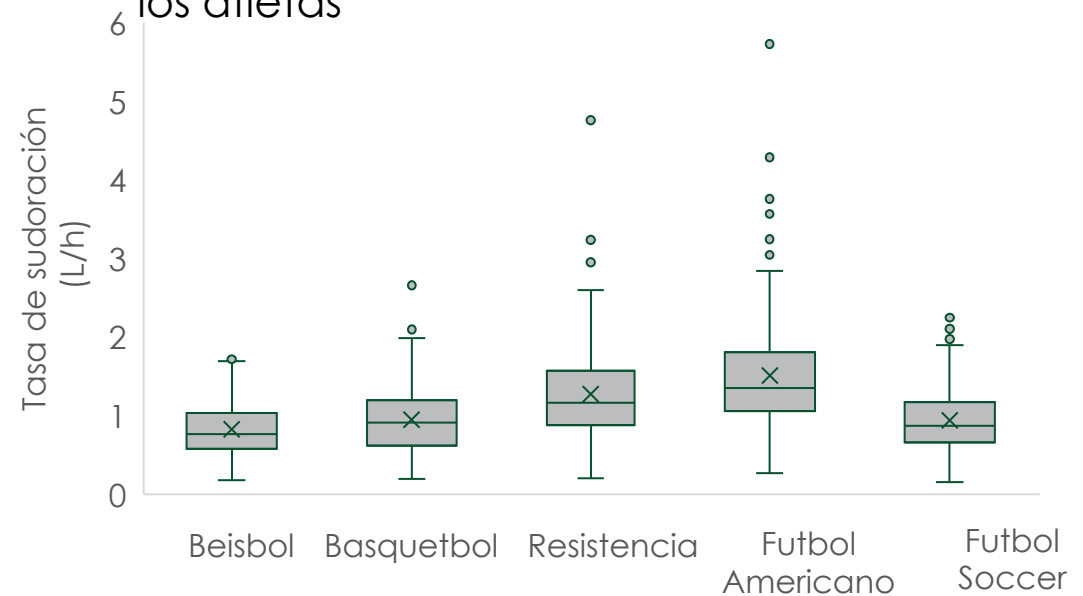
Pérdida de sodio en el sudor por deporte

- Los atletas de resistencia pierden más sodio que muchos otros deportes
- Las pérdidas de sodio en sudor de los atletas de resistencia varían y pueden ser bastante altas



Tasa de sudoración por deporte

- Los atletas de resistencia pierden más líquido que varios otros deportes a pesar de ser, en promedio, más pequeños en estatura
- La tasa de sudoración de los atletas de resistencia es muy variable entre y dentro de los atletas



Resumen: Hidratación

Durante el ejercicio

- Practicar tu estrategia de hidratación
- Debes esperar perder algo de peso durante el ejercicio debido a la deshidratación – esto es normal
- Sin embargo, debes tratar de beber suficiente líquido durante todo el ejercicio para mantener el cambio de peso corporal dentro del 2% en condiciones ambientales cálidas y 3% en condiciones más frías cuando sea posible
- Las pérdidas de sudor varían entre y dentro de los deportes, por lo que necesitas conocer tus pérdidas siempre que sea posible a lo largo de una temporada
- No te sobrehidrates
- Incluye sodio para mejorar la palatabilidad, estimular el deseo de beber, retener el líquido
- Concéntrate en la ingesta de sodio en ejercicio >2 h, cuando las pérdidas de sodio son altas (>3-4 g)

Ingesta diaria

- Bebe gradualmente durante todo el día
- Evita beber demasiado rápido



ENERGÍA



HIDRATACIÓN



ESTRUCTURA

**¿Crees que la ingesta de
proteínas después del
ejercicio es importante
para los atletas de
resistencia?**

¿Por qué si o por qué no?

Proteína

El cuerpo humano es aproximadamente 45% proteína

Todos los atletas necesitan proteínas para el éxito

Las funciones principales de las proteínas en el cuerpo humano son:

- Estructura – ejemplo, colágeno
- Movimiento – proteínas contráctiles
- Función inmune – Anticuerpos
- Transporte – hemoglobina
- Hormonas
- Enzimas – facilitar las reacciones bioquímicas
- Señalización celular, o vías de comunicación en las células

Proteína para la recuperación en el ejercicio de resistencia

Los diferentes tipos de ejercicio estimulan la síntesis de diferentes conjuntos de proteínas:

El ejercicio de fuerza estimula fuertemente la síntesis de proteínas contráctiles musculares (miofibrilares)

El ejercicio de resistencia tiene un mayor impacto en estimular la síntesis de proteínas mitocondriales

Esto permite adaptaciones musculares específicas del ejercicio



Proteína para la recuperación en el ejercicio de resistencia

El ejercicio de resistencia también estimula un aumento en la oxidación de aminoácidos

La reposición de proteínas es necesaria para restaurar los bloques de construcción de aminoácidos después del ejercicio 

Después del ejercicio:

- La ingesta de proteínas aumenta la síntesis de fibras musculares y de proteínas mitocondriales
- Intentar consumir ~20 g, o 0.25-0.3 g/kg

Ingesta diaria

- Las necesidades se elevan por encima de la IDR para soportar las demandas del entrenamiento y las adaptaciones
- Consumir ~1.2-1.4 g de proteína/kg/d

CANTIDAD DE PROTEÍNA PARA LOS ATLETAS DE RESISTENCIA



~1.2-1.4
g/kg/d



77 KG (170 LBS)

X 1.3 (g/kg)

**100 g PROTEÍNA
POR DÍA**

54 KG (120 LBS)

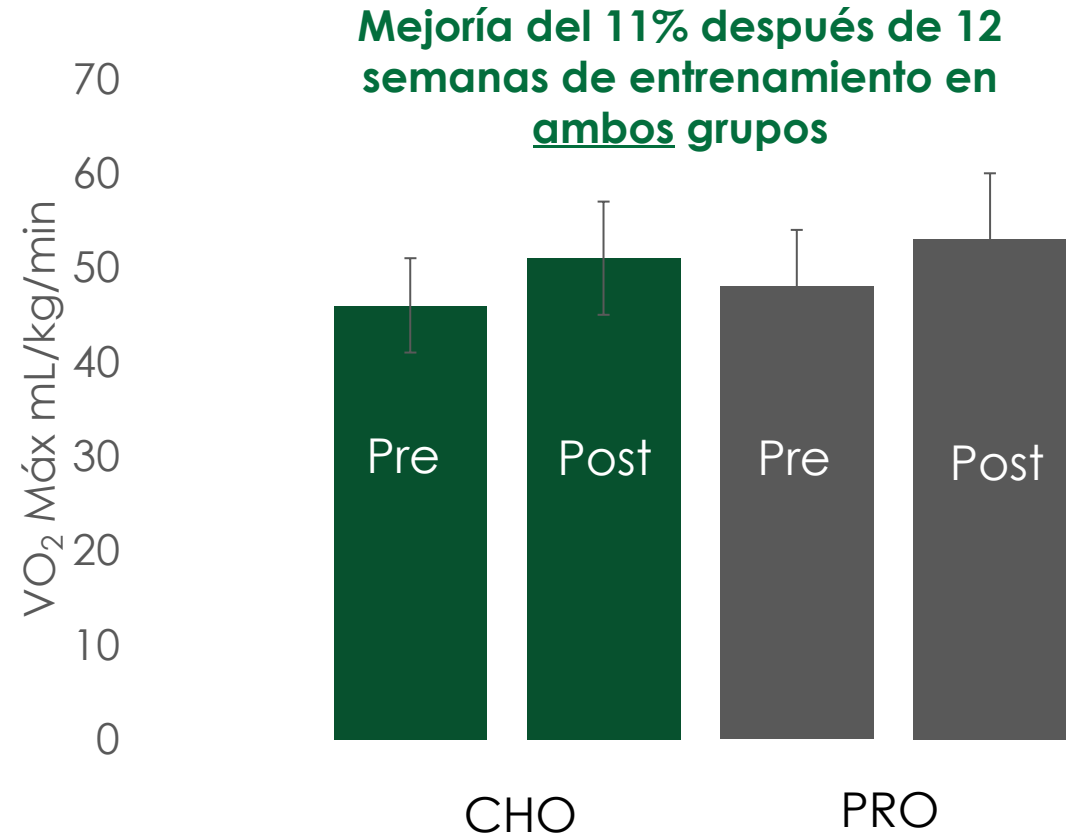
X 1.3 (g/kg)

**71 g PROTEÍNA
POR DÍA**

Proteína y Rendimiento de resistencia

La ingesta de proteínas es importante para la recuperación, pero NO mejora aún más el rendimiento de resistencia basado en $\text{VO}_2\text{máx}$

- 12 semanas de suplementación con proteínas después del ejercicio y antes de dormir, no mejoraron el rendimiento de resistencia en comparación con un placebo de carbohidratos igualado en energía
- El entrenamiento crónico de resistencia mejoró el rendimiento en ambos grupos en un 11%
- No hubo diferencias entre los grupos



Proteína + Carbohidratos *durante* y Rendimiento de resistencia

La literatura respecto a la adición de proteínas a una bebida deportiva que contiene carbohidratos DURANTE el ejercicio muestra resultados mixtos. Parte de la variabilidad en los resultados podría ser de:

- El tipo de estudio: tiempo hasta el agotamiento vs. prueba contrarreloj
- El placebo utilizado
- Las diferencias calóricas de la bebida/gel

EJEMPLO: Cuando un estudio examinó CHO+PRO vs. placebo, CHO, y CHO iguales en energía con CHO+PRO:

- CHO+PRO y CHO+CHO fueron más largos que PLA
- Placebo y CHO no fueron diferentes
- CHO+PRO no fueron diferentes de CHO o CHO iguales en energía

Proteína + Carbohidratos y Rendimiento de resistencia

La ingesta de proteínas con carbohidratos durante el ejercicio, no mejora de forma aguda el rendimiento del ejercicio por encima de la ingesta de carbohidratos sola, cuando se ingieren abundantes carbohidratos.

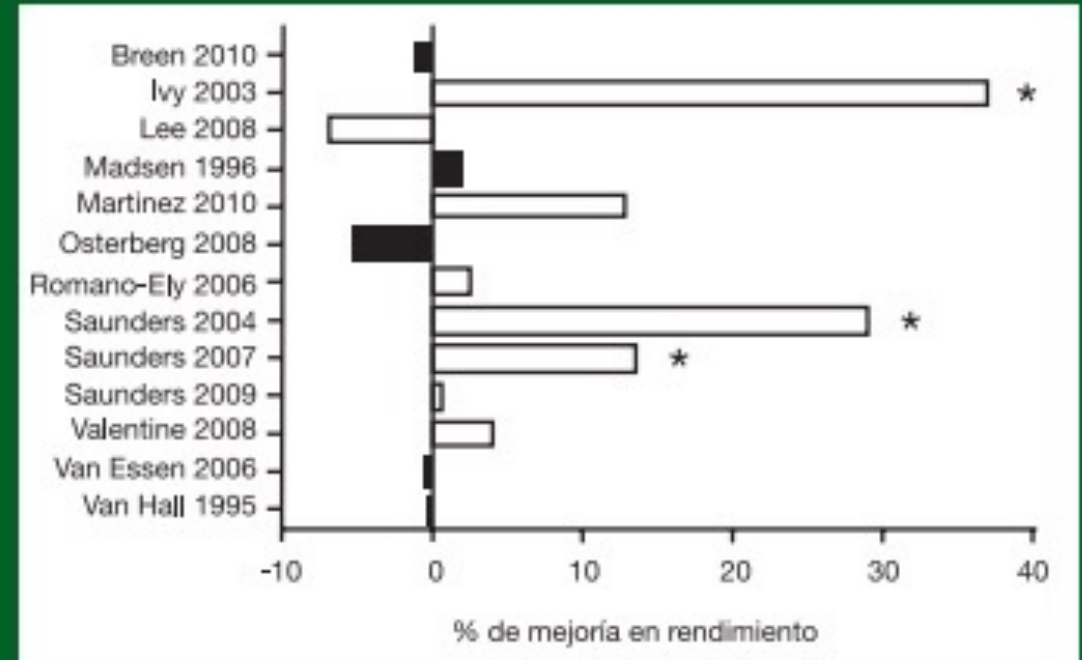


Figura 2: Resumen de estudios que investigaron el impacto del consumo de proteína de la dieta durante ejercicio de resistencia sobre la capacidad de rendimiento subsecuente. Se evaluó la capacidad de rendimiento en pruebas contrarreloj (negro) en los diferentes estudios.
*:mejoría significativa en el rendimiento reportada después de la coingesta de proteína durante el ejercicio.

Resumen: Proteína

- El ejercicio de resistencia puede estimular el aumento de la oxidación de aminoácidos y la síntesis de proteínas mitocondriales específicamente, lo que conduce a adaptaciones del entrenamiento
- Los atletas de resistencia deben consumir al menos 1.2-1.4 g de proteína de calidad/kg/d y ~20 g después del entrenamiento
- La ingesta de proteínas durante el entrenamiento de resistencia no está garantizada

Resumen general

- Las necesidades de energía e hidratación de los atletas de resistencia son únicas y requieren una reposición específica durante y después del ejercicio para un rendimiento óptimo
- Por lo tanto, los atletas de resistencia necesitan experimentar y adaptarse
- Hacer esto llevando un registro de:
 - Intensidad y duración del ejercicio
 - Contenido nutricional y tiempo (empezar más bajo y aumentar)
 - Evaluaciones de la hidratación/tasa de sudoración
 - Condiciones ambientales
 - Autoevaluación de la calificación del rendimiento (1-5, +/-)
 - Comentarios
 - Carreras
- Ajustar y practicar la nutrición y la hidratación durante el desarrollo de las carreras
- Incluir la nutrición como parte del reporte de carrera/evento