



CUESTIONES PRÁCTICAS EN EL USO BASADO EN EVIDENCIA DE SUPLEMENTOS PARA EL RENDIMIENTO: INTERACCIONES Y USO REPETIDO

Louise M. Burke | Instituto Australiano del Deporte | Instituto Mary MacKillop para Investigación en Salud, Universidad Católica Australiana

PUNTOS CLAVE

- Las guías actuales de nutrición deportiva recomiendan que los atletas solo tomen suplementos después de un análisis basado en evidencia de su valor para apoyar los resultados del entrenamiento o rendimiento en la competencia en su evento específico.
- Aunque hay evidencia sólida para soportar el uso de algunos suplementos para el rendimiento bajo escenarios específicos (por ej., creatina, beta-alanina, bicarbonato, cafeína, nitrato/jugo de betabel y, tal vez, fosfato), se necesita más investigación acerca de varios retos relacionados con su uso en la vida real en el deporte competitivo.
- Hay un conocimiento limitado acerca de la estrategia de combinar el consumo de varios productos en eventos en los cuales los beneficios de rendimiento son vistos con cada producto por separado. Las combinaciones de suplementos tienen el potencial de producir resultados aditivos, neutrales o contrarios.
- También es de interés el uso repetido del mismo suplemento en deportes que involucran dos o más eventos dentro de un periodo de 24 horas, pero ha recibido incluso menos atención. En teoría, los protocolos de uso subsecuente pueden necesitar ajustarse para tener en cuenta efectos que incluyan actividad residual de la primera dosis o un efecto de insensibilización.

INTRODUCCIÓN

Aunque hay preocupación acerca del uso indiscriminado de suplementos para el rendimiento por los atletas, actualmente, muchos grupos de expertos toman un enfoque pragmático del uso de productos y protocolos que han superado un análisis riesgo-beneficio de ser seguro, efectivo y legal, al mismo tiempo que también sea apropiado para la edad y maduración de los atletas en su deporte (AIS Sports Supplement Framework). De hecho, varios suplementos han recibido especial atención de los científicos del deporte para producir evidencia robusta de los escenarios en los cuáles pueden aumentar el rendimiento deportivo. Estos incluyen cafeína (Burke et al., 2013), monohidrato de creatina (Buford et al., 2007), bicarbonato (Carr et al., 2011b), beta-alanina (Blancquaert et al., 2015), y jugo de remolacha (betabel)/nitrato (Jones, 2014). Este trabajo se evaluó en una reunión de consenso reciente y se acompañó de una declaración publicada ya que se aplica al atleta de alto rendimiento (Maughan et al., 2018).

Aunque hay un sustento general para la utilización aislada de estos suplementos para el rendimiento, varios aspectos relacionados con su uso en la vida real en deportes competitivos continúan relativamente ignorados. Estos incluyen los efectos aditivos e interactivos de combinar el uso de varios suplementos para el rendimiento en un solo evento, así como el uso repetido de un suplemento para el rendimiento en deportes que requieran varias sesiones o eventos dentro de 24 h. Este artículo de Sports Science Exchange examinará el estado actual de conocimiento en torno a estas cuestiones, enfocándose en los suplementos que previamente se identificaron por tener soporte de sus beneficios para el rendimiento en un solo evento competitivo.

RESULTADOS POTENCIALES DE COMBINAR EL USO DE VARIOS SUPLEMENTOS

Los suplementos pueden mejorar el rendimiento en eventos específicos por mecanismos que incluyen el aumento de la disponibilidad de sustratos, reducción de la percepción del dolor o el esfuerzo,

amortiguación de alteraciones del pH muscular y/o aumento de la eficiencia de la contracción del músculo. Algunos eventos deportivos se pueden beneficiar de varios de estos efectos y en estudios se puede mostrar que diferentes suplementos pueden mejorar el rendimiento cuando se utilizan de forma aislada. Por lo tanto, hay alguna lógica para probar el uso de estos suplementos combinados. De hecho, en algunos eventos es posible que se identifiquen al menos cuatro suplementos para el rendimiento que pudieran ser útiles – por ejemplo, en teoría, un evento de remo de 2,000 m podría beneficiarse de la suplementación de jugo de remolacha, cafeína, bicarbonato y creatina. Se necesitaría una enorme organización para realizar un estudio en el cual se investigaran los efectos separados y combinados de cada uno de estos productos. Por lo tanto, no es sorprendente que esta rama de investigación en evolución solo ha abordado los efectos independientes y aditivos de dos suplementos hasta la fecha. Se podría esperar una variedad de resultados posibles:

- Los suplementos funcionan por diferentes mecanismos y la combinación de efectos son aditivos
- Los suplementos funcionan por diferentes mecanismos y los efectos combinados cancelan el del otro o fallan en tener un efecto aditivo
- Los suplementos funcionan por diferentes mecanismos, pero la combinación interactúa de manera negativa para reducir el beneficio
- Los suplementos funcionan por el mismo mecanismo y la combinación puede ser aditiva, neutral o contraria

La bibliografía disponible sobre los efectos aislados o aditivos de suplementos para el rendimiento basados en la evidencia, con protocolos de interés para deportes competitivos se resume en la Tabla 1 (suplementos que tienen mecanismos de acción similares) y Tabla 2 (suplementos que tienen diferentes mecanismos de acción). La beta-alanina (protocolo crónico) y bicarbonato (protocolo agudo) son una combinación obvia, dando un beneficio potencial a eventos que son limitados por una excesiva producción de iones hidrógeno de la glucólisis anaeróbica, al incrementar la capacidad buffer intracelular y extracelular, respectivamente. Los estudios disponibles de su uso involucran

diferencias en los tipos de atletas, protocolos de suplementación y mediciones del rendimiento deportivo incluidas en las investigaciones. No es sorprendente que haya diferencias en los resultados observados que van desde la ausencia o presencia de beneficios en el rendimiento de cada uno de los suplementos individualmente, hasta interacciones que son contrarias, neutrales y aditivas (Tabla 1). La falta de consistencia en los resultados puede atribuirse parcialmente a limitaciones en los diseños de estudios que incluyen tamaños de muestra pequeños y baja potencia estadística. Sin embargo, el beneficio ya sea del suplemento o de su uso combinado también es probable que se determine por el tipo de evento deportivo y el grado en el cual el rendimiento se limite por la acidosis excesiva.

La cafeína y el bicarbonato también han recibido algo de atención como suplementos que pueden estar combinados en eventos deportivos que involucren alta intensidad (Tabla 2), con los efectos separados de reducción en la percepción del esfuerzo y la adición del aumento en la capacidad buffer para una mejoría adicional en el rendimiento. De nuevo, la bibliografía muestra una falta de consistencia en los hallazgos, con observaciones de resultados positivos, neutrales y posiblemente negativos de las sustancias individuales, y una variedad de efectos aditivos, neutrales y contrarios cuando se utilizan combinados. Aunque se ha reportado en un estudio que involucra una prueba específica de judo que los beneficios pequeños y poco claros de cada suplemento en forma aislada se pueden combinar para producir una mejoría significativa en el rendimiento (Felippe et al., 2016), parece que también hay un potencial de que un producto cancele la necesidad del otro cuando ambos son útiles individualmente. Por ejemplo, si bien ambos protocolos de suplementación de cafeína y bicarbonato fueron exitosos para mejorar el rendimiento en una prueba de ciclismo de 3 km contrarreloj cuando se utilizaron de forma aislada, no hubo beneficios adicionales de su uso combinado (Kilding et al., 2012). Sin embargo, las interacciones en otros estudios incluyeron la eliminación de los efectos positivos de la cafeína debido a los problemas gastrointestinales derivados del uso de bicarbonato (Carr et al., 2011a), pero también un efecto benéfico de utilizar bicarbonato para abordar la mayor acidosis asociada con un esfuerzo más rápido debido al soporte de la cafeína (Pruscino et al., 2008). Una vez más, la escasez de estudios hace difícil obtener una conclusión general, y probablemente los beneficios sean específicos al evento. Otras combinaciones de suplementos que han recibido algo de atención en las publicaciones científicas (Tabla 2) incluyen el emparejamiento de nitrato/jugo de remolacha con cafeína (Glaister et al., 2015; Lane et al., 2014). En ambos estudios, la suplementación con nitrato falló en producir un beneficio detectable, y no proporcionó efectos aditivos en la mejoría alcanzada por el consumo de cafeína.

Finalmente, aunque ningún estudio cumple suficientemente con los criterios en torno al rendimiento deportivo para incluirse en la revisión específica en la Tabla 2, la combinación de suplementos de creatina y cafeína merece ser analizada. Reportes previos (Hespel et al., 2002; Vandenberghe et al., 1996) indicaron que el consumo diario de cafeína durante la carga de creatina ocasionó una pérdida de las propiedades ergogénicas del aumento de los almacenes de fosfocreatina, atribuyendo estos hallazgos a los efectos opuestos de los dos suplementos sobre el tiempo de relajación del músculo. Sin embargo, se ha reportado

en investigaciones más recientes de suplementación crónica con creatina que la adición aguda de cafeína antes de un protocolo de capacidad de ejercicio o rendimiento no afecta las mejorías debidas a la suplementación con cafeína (Doherty et al., 2002; Trexler et al., 2016). Aunque se requiere investigación adicional específica por deporte de esta combinación de suplementos para el rendimiento, por el momento no parece haber buena evidencia para prevenir a los atletas de la utilización de ambos productos en sus situaciones adecuadas.

USO REPETIDO DE SUPLEMENTOS PARA EVENTOS SUCESIVOS

En muchos deportes, los resultados de competencia se deciden a través de una serie de eliminatorias y finales, etapas en una carrera o juegos en un torneo. En otros deportes, los atletas talentosos pueden competir en más de un evento en el programa de competencia. En algunos casos, el intervalo entre sesiones se mide en horas y puede caer dentro de la vida media del suplemento o el regreso del cuerpo al estado fisiológico normal u homeostasis después del primer evento. En estas situaciones, los atletas quieren saber si el uso de un suplemento conocido para mejorar el rendimiento en un evento puede repetirse para un evento posterior con los mismos beneficios. Hay varias maneras en las cuales el remanente del primer uso del suplemento puede llevar a una modificación del protocolo en el segundo evento:

- Puede necesitarse una dosis reducida si aún hay algo presente de la primera dosis que necesite recargarse
- No utilizarse si el suplemento todavía está ejerciendo su efecto fisiológico completo en este periodo
- Una mayor dosis si la desensibilización del suplemento requiere una mayor cantidad para lograr el mismo efecto
- No utilizar o usar estrategias de ritmo especiales para el primer evento, si el uso del suplemento en el primer evento permite un esfuerzo fisiológico mayor con fatiga indeseable

A pesar de las aplicaciones obvias de la información acerca de este tema, se han realizado muy pocos estudios. La cafeína es un suplemento de particular interés por varias razones. Previamente se creía que los beneficios de la cafeína en el ejercicio se reducían por su uso habitual, sugiriendo que podría ser inadecuado su uso en un deporte de varios días. La necesidad de tener un periodo de abstinencia de cafeína para producir resultados óptimos de rendimiento ha sido descartada actualmente (Irwin et al., 2011), lo que significa que es teóricamente posible usarla en estas situaciones. Sin embargo, la inquietud adicional se relaciona con los efectos del uso de la cafeína para el rendimiento sobre la calidad de sueño y recuperación durante varios días de competencia. De hecho, se ha reportado que la cafeína es un elemento clave para problemas del sueño en otras áreas del deporte, tales como la recuperación después de partidos nocturnos en deportes de equipo (Fullagar et al., 2016). Más aún, hay reportes anecdóticos del uso cíclico de cafeína y tabletas para dormir en algunas competencias de varios días ya que los atletas buscan contrarrestar los efectos de cada fármaco. Por supuesto, también se involucran muchas variables de confusión tales como excitación de la competencia, ejercicio de alta intensidad, viaje a través de zonas horarias y alteración de las rutinas diarias y su efecto necesita tomarse en cuenta o eliminarse de futuros estudios. Mientras tanto, el único

estudio disponible de uso repetido de cafeína en una simulación de competencia de esquí a campo traviesa (Stadheim et al., 2014) encontró que dosis moderadas (3 y 4.5 mg/kg de masa corporal) se asociaron con beneficios sobre el rendimiento consistentes y significativos (4-5% de mejoría en el trabajo hecho en esquí a campo traviesa contrarreloj) cuando se implementó en dos ocasiones, separadas por 24 h. Se notó que las primeras sesiones realizadas con cafeína estuvieron asociadas con aumento del daño muscular y dolores, presumiblemente por el mayor esfuerzo logrado. Sin embargo, el uso de cafeína en la segunda ocasión fue capaz de enmascarar estos efectos.

Solo algunos suplementos se han estudiado en protocolos de deportes específicos que involucren el uso repetido. Una investigación involucró jugo de remolacha en un estudio que simula diferentes protocolos de uso en dos sesiones del programa de ciclismo de persecución en pista de 4 km de los Juegos Olímpicos, separadas por 75 min (Hoon et al., 2014). Otros estudios han investigado protocolos de suplementación de bicarbonato que simulen una regata de remo con dos eventos realizados dentro de 48 h (Carr et al., 2011a) mientras que otro examinó el rendimiento en dos carreras de natación de 200 m realizadas con un día de diferencia como ocurre en los principales encuentros de natación (Joyce et al., 2012). Todos estos estudios fallaron en encontrar una ventaja de rendimiento clara del uso del suplemento en cada episodio. Desafortunadamente, es probable que los protocolos de suplementación no fueran óptimos en ninguno de estos estudios: la dosis de jugo de remolacha fue probablemente muy baja para lograr efectos, particularmente en los individuos altamente entrenados (Wylie et al., 2013), y los estudios de suplementación con bicarbonato utilizaron un protocolo de dosificación en serie de 3-5 días que finalizó antes del primer episodio (Carr et al., 2011a; Joyce et al., 2012). Por lo tanto, se necesitan estudios adicionales con diferentes protocolos. De hecho, en un estudio utilizando la suplementación aguda más tradicional de bicarbonato (300 mg/kg masa corporal ingerida en las horas previas a la sesión de ejercicio) se encontró que era posible aumentar la capacidad de ciclismo a alta intensidad cuando se repetía durante cinco días consecutivos (Mueller et al., 2013).

INDICACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

En la vida real, los atletas utilizan suplementos en situaciones complejas incluyendo la combinación del uso de productos que individualmente incrementan el rendimiento en un solo evento, así como el uso repetido de productos para eventos sucesivos en competencias de varios eventos o varios días. Estos usos están justificados, pero la bibliografía actual de ciencias del deporte no proporciona información adecuada que permita a un atleta tomar una decisión basada en evidencia acerca de si, y cómo, deben implementarse estas prácticas. Se necesita más investigación para arreglar esta situación. Con el fin de lograr resultados que sean claros y aplicables al deporte competitivo, los investigadores necesitan realizar proyectos de investigación con las siguientes características (Hopkins et al., 1999):

- Elección de protocolos de rendimiento que simulen adecuadamente eventos competitivos
- Oportunidad para que los participantes del estudio practiquen los protocolos para lograr una confiabilidad aceptable y medible
- Tamaños de muestra adecuados que permitan detectar pequeños pero valiosos cambios en el rendimiento
- Implementación de condiciones que imiten el deporte de la vida real (por ej., calentamiento, cronogramas de eventos y prácticas nutricionales óptimas) para optimizar la aplicación de los resultados del estudio
- Estandarización de tantas variables extrínsecas como sea posible para aumentar la confiabilidad del estudio (por ej., antecedentes de condición física, entrenamiento reciente, estado de nutrición)
- Uso de análisis estadísticos adecuados para permitir la detección de pequeños pero valiosos cambios en el rendimiento
- Uso de protocolos de suplementos que representen la mejor práctica y sea probable que logren cambios en el rendimiento si son relevantes para el evento específico
- Uso de formas puras o aprobadas de suplementos para garantizar la ausencia de contaminantes y la obtención de las dosis deseadas
- En el caso de investigación de suplementos múltiples: un diseño de estudio que involucre usos individuales y combinados de los productos de interés para que pueda revisarse el contexto del uso aislado de productos, y también pueda medirse la interacción de productos

UNA NOTA PRECAUTORIA ACERCA DE LOS SUPLEMENTOS COMERCIALES DE MÚLTIPLES INGREDIENTES

Los suplementos pre-ejercicio de múltiples ingredientes (pre-workout), productos de pérdida de peso y ganancia de músculo, están entre los actuales "best-sellers" de suplementos de rendimiento y salud. Algunas veces pueden contener hasta 30 sustancias individuales, incluyendo "mezclas patentadas" que reclaman la necesidad de proteger la propiedad intelectual en torno a su lista y dosis de ingredientes. Esta clase de productos no han sido incluidas en la revisión actual, aunque claramente constituyen una situación en la que se combinan suplementos para el rendimiento. Muchos de estos productos fallan en divulgar su lista completa de ingredientes y pueden contener cantidades grandes o no declaradas de estimulantes y/o sustancias prohibidas (Cohen et al., 2014; 2015). En otros casos, aun cuando contienen ingredientes basados en evidencia, las dosis proporcionadas en una porción recomendada del suplemento pueden ser sub-óptimas para ese ingrediente. Estas características crean preocupaciones relacionadas con la salud, seguridad antidopaje y relación eficiencia/valor-precio. Desde una perspectiva de investigación, muchos estudios que involucran suplementos multi-ingredientes comercialmente disponibles son incapaces de contribuir con nuestra comprensión de los efectos de las combinaciones de suplementos porque suelen carecer de verificación independiente de los contenidos de los productos. Además, la mayoría de los estudios involucran una comparación del producto comercial a una sola sustancia placebo/control. Estas características previenen efectos detectables que se atribuyan a un solo ingrediente o permitan la interacción entre ingredientes que estén aislados.

RESUMEN Y APLICACIONES PRÁCTICAS

En algunos eventos o escenarios deportivos, se sabe que varios suplementos aportan beneficios para el rendimiento cuando se utilizan individualmente. Por lo tanto, los atletas están interesados en el potencial de aumentar más el rendimiento al combinar el uso de estos productos. Además, los atletas también pueden necesitar considerar si los suplementos para el rendimiento basados en evidencia pueden utilizarse varias veces de manera sucesiva cuando sus deportes involucren eventos o sesiones repetidas. La bibliografía actual no es lo suficientemente completa en su alcance o diseño para proporcionar evidencia de los efectos aditivos o repetitivos de todos los usos de suplementos que pudieran estar justificados por motivos teóricos. Se necesita más investigación para proporcionar a los atletas una mejor información para guiar sus decisiones acerca del uso de varios

suplementos al mismo tiempo o el uso sucesivo de suplementos. Sin embargo, es poco probable que diseños de estudios convencionales sean capaces de considerar todas las combinaciones de los usos del producto. Por lo tanto, los atletas pueden necesitar realizar sus propios experimentos sistemáticos para identificar prácticas que ofrezcan beneficios para sus metas de entrenamiento y competencia. Los resultados potenciales de la combinación o repetición del uso de suplementos basados en evidencia pueden variar desde un efecto positivo a uno contraproducente.

Estudio	Sujetos y diseño de estudio	Dosis	Medición del rendimiento	Beneficio en el rendimiento
Bicarbonato (uso agudo) y Beta-alanina (uso crónico)				
Tobias et al., 2013	Atletas bien entrenados de judo y jiu-jitsu (n=37 H) Diseño de grupos paralelos (n=9-10) para conseguir grupos de Bicarbonato, Beta-alanina, Combinado y Placebo	7 días @ 500 mg/kg/día de bicarbonato de sodio dividido en 4 dosis y/o 28 días @ 6.4 g/día beta-alanina: Total = 179 g	Simulación de deportes de combate • 4 x 30 s de Prueba de Wingate de la parte superior del cuerpo con 3 min de recuperación	Bicarbonato: Sí Beta-alanina: Sí Combinación: Beneficios aditivos
Ducker et al., 2013	Atletas competitivos de deportes de equipo (n=24 H) Diseño de grupos paralelos (n=6 H) para Bicarbonato, Beta-alanina, Combinado y Placebo	300 mg/kg bicarbonato de sodio @ 60 min pre-ejercicio y/o 28 días @ 80 mg/kg PC/día beta-alanina: Total = 168 g	Simulación de deporte de equipo • 3 sets @ 6 x 20 m sprints de 25 s con 45 s de recuperación	Bicarbonato: Tal vez Beta-alanina: No Combinación: Posible efecto contrario
De Salles Painelli et al., 2013	Nadadores juveniles bien entrenados (n=6 H, 7 M) Diseño cruzado (Bicarbonato o Placebo) consumido antes y después del diseño de grupos paralelos (Beta-alanina o Placebo)	300 mg de bicarbonato de sodio @ 90 min pre-ejercicio (primer nado) y/o 1 semana @ 3.2 g/día + 3.5 semanas @ 6.4 g/día beta-alanina: Total = 202 g	Natación • 100 m • 200 m 30 min recuperación	200 m Bicarbonato: Sí Beta-alanina: Sí 100 m Bicarbonato: Sí Beta-alanina: Posiblemente Combinación: Posibles efectos aditivos
Mero et al., 2013	Nadadores nacionales e internacionales (n=13 H) Diseño cruzado (bicarbonato) antes y después de que todos los sujetos fueran suplementados con Beta-alanina	300 mg/kg bicarbonato de sodio @ 60 min pre-ejercicio (primer nado) y 28 días @ 4.8 g/día beta-alanina: Total = 134 g	Natación • 2 x 100 m 12 min recuperación	Bicarbonato: Posiblemente Beta-alanina: No Combinación: No efectos aditivos
Hobson et al., 2013	Remeros hombres bien entrenados (n=20 H) Diseño cruzado (Bicarbonato o Placebo) consumidos después del diseño de grupos paralelos (Beta-alanina o Placebo)	300 mg/kg bicarbonato de sodio: 200 mg/kg @ 4 h pre-ejercicio + 100 mg/kg MC @ 120 min pre-ejercicio y/o 30 días @ 6.4 g/día beta-alanina: Total = 192 g	Remo • 2000 m prueba contrarreloj en ergómetro	Bicarbonato: Posiblemente Beta-alanina: Probablemente Combinación: Posibles beneficios aditivos
Bellinger et al., 2012	Ciclistas altamente entrenados (n=14 H) Diseño cruzado (Bicarbonato o Placebo) consumidos después del diseño de grupo paralelo (Beta-alanina o Placebo)	300 mg/kg bicarbonato de sodio @ 90 min pre-ejercicio y/o 28 días @ 65 mg/kg/día de beta-alanina: Total = 129 g	Ciclismo • 4 min de prueba contrarreloj en ergómetro Pruebas realizadas antes y después de 28 días de beta-alanina/placebo	Bicarbonato: Sí Beta-alanina: No Combinación: No efectos aditivos

Tabla 1. Resumen de estudios de uso combinado de suplementos con mecanismos de acción similares.

Estudio	Sujetos y diseño de estudio	Dosis	Medición del rendimiento	Beneficio en el rendimiento
Bicarbonato y cafeína				
Felippe et al., 2016	Luchadores de judo de nivel regional y nacional (n=10 H) Diseño cruzado para producir pruebas de Bicarbonato, Cafeína, Combinado y Placebo	300 mg/kg bicarbonato de sodio @ 60-120 min pre-ejercicio y/o 6 mg/kg MC cafeína @ 60 min pre-ejercicio	Judo • 3 x prueba específica de condición en judo (JSFT por sus siglas en inglés) intercalada con 5 min	Bicarbonato: Quizás Cafeína: Quizás Combinación: Beneficio aditivo
Christensen et al., 2014	Remeros de nivel internacional (n=11 H, 1 M; 6 de peso ligero y 6 de peso pesado) Diseño cruzado para producir pruebas de Bicarbonato, Cafeína, Combinado y Placebo	300 mg/kg bicarbonato de sodio @ 75 min pre-ejercicio y/o 3 mg/kg cafeína @ 45 min pre-ejercicio	Remo • 6 min de prueba contrarreloj en ergómetro	Bicarbonato: No Cafeína: Sí Combinación: No efectos aditivos
Kilding et al., 2012	Ciclistas bien entrenados (n=10 H) Diseño cruzado para producir pruebas de Bicarbonato, Cafeína, Combinado y Placebo	300 mg/kg bicarbonato de sodio @ 90-120 min pre-ejercicio y/o 3 mg/kg cafeína @ 60 min pre-tratamiento	Ciclismo • 3 km de prueba contrarreloj en ergómetro	Bicarbonato: Sí Cafeína: Sí Combinación: No efectos aditivos
Carr et al., 2011a	Remeros bien entrenados (n=6 H, 2 M) Diseño cruzado para producir pruebas de Bicarbonato, Cafeína, Combinado y Placebo	300 mg/kg de bicarbonato de sodio @ 90 min pre-ejercicio y/o 6 mg/kg cafeína @ 30 min pre-ejercicio	Remo • 2000 m de prueba contrarreloj en ergómetro Ayuno nocturno	Bicarbonato: No Cafeína: Sí Combinación: Efecto contrario
Pruscino et al., 2008	Nadadores altamente entrenados (n=6 H) Diseño cruzado para producir pruebas de Bicarbonato, Cafeína, Combinado y Placebo	300 mg/kg bicarbonato de sodio distribuido @ 30-120 min pre-ejercicio y/o 6 mg/kg cafeína @ 45 min pre-ejercicio	Natación • 2 x 200 m 30 min recuperación	Bicarbonato: Quizás Cafeína: No, quizá dañino Combinación: Efecto aditivo no claro
Cafeína y Nitrato/Jugo de remolacha (betabel)				
Glaister et al., 2015	Ciclistas bien entrenados (n=14 M) Diseño cruzado para producir pruebas de Jugo de Remolacha (JR), Cafeína, Combinado y Placebo	7.3 mmol/día de nitrato en JR @ 2.5 h pre-ejercicio y/o 5 mg/kg MC cafeína @ 1 h pre-ejercicio	Ciclismo • 20 km de prueba contrarreloj en ergómetro	Nitrato: No Cafeína: Sí Combinación: No efecto aditivo

Tabla 2. Resumen de estudios de uso combinado de suplementos con diferentes mecanismos de acción.

REFERENCIAS

- Australian Institute of Sport Sports Supplement Framework. www.ausport.gov.au/ais/nutrition/supplements. Accessed May 21 2016.
- Bellinger, P.M., S.T. Howe, C.M. Shing, and J.W. Fell (2012). Effect of combined β -alanine and sodium bicarbonate supplementation on cycling performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 44:1545-1551.
- Blancquaert, L., I. Everaert, and W. Derave (2015) Beta-alanine supplementation, muscle carnosine and exercise performance. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* 18:63-70.
- Buford, T.W., R.B. Kreider, J.R. Stout, M. Greenwood, B. Campbell, M. Spano, T. Ziegenfuss, H. Lopez, J. Landis, and J. Antonio (2007). International Society of Sports Nutrition position stand: creatine supplementation and exercise. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 4:6.
- Burke, L., B. Desbrow, and L. Spriet (2013). Caffeine and sports performance. Champaign Illinois, Human Kinetics. 2013.
- Carr, A.J., C.J. Gore, and B. Dawson (2011a) Induced alkalosis and caffeine supplementation: Effects on 2,000-m rowing performance. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 21:357-364.
- Carr, A.J., W.G. Hopkins, and C.J. Gore (2011b). Effects of acute alkalosis and acidosis on performance: a meta-analysis. *Sports Med.* 41:801-814.
- Christensen, P.M., M.H. Petersen, S.N. Friis, and J. Bangsbo. (2014). Caffeine, but not bicarbonate, improves 6 min maximal performance in elite rowers. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 39:1058-1063.
- Cohen, P.A., J.C. Travis, and B.J. Venhuis (2014). A methamphetamine analog (N, α -diethylphenylethylamine) identified in a mainstream dietary supplement. *Drug Test. Anal.* 6:805-807.
- Cohen, P.A., J.C. Travis, and B.J. Venhuis (2015). A synthetic stimulant never tested in humans, 1,3-dimethylbutylamine (DMBA), is identified in multiple dietary supplements. *Drug Test. Anal.* 7:83-7.
- De Salles Painelli, V.H. Roschel, F. De Jesus, C. Sale, R.C. Harris, M.Y. Solis, F.B. Benatti, B. Gualano, A.H. Lancha, Jr., and G.G. Artioli (2013). The ergogenic effect of β -alanine combined with sodium bicarbonate on high-intensity swimming performance. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 38:525-532.
- Doherty, M., P.M. Smith, R.C. Davison, and M.G. Hughes (2002). Caffeine is ergogenic after supplementation of oral creatine monohydrate. *Med Sci Sports Exerc.* 34:1785-1792.
- Ducker, K.J., B. Dawson, and K.E. Wallman (2013). Effect of β alanine and sodium bicarbonate supplementation on repeated-sprint performance. *J. Strength Cond. Res.* 27:3450-3460.
- Felippe, L.C., J.P. Lopes-Silva, R. Bertuzzi, C. McGinley, and A.E. Lima-Silva (2016). Separate and combined effects of caffeine and sodium-bicarbonate intake on judo performance. *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 11:221-226.
- Fullagar, H.H., S. Skorski, R. Duffield, R. Julian, J. Bartlett, and T. Meyer (2016). Impaired sleep and recovery after night matches in elite football players. *J. Sports Sci.* 34:1333-1339.
- Glaister, M., J.R. Pattison, D. Muniz-Pumares, S.D. Patterson, and P. Foley (2015). Effects of dietary nitrate, caffeine, and their combination on 20-km cycling time trial performance. *J. Strength Cond. Res.* 29:165-174.
- Hespe, P., B. Op't Eijnde, and M. Van Leemputte (2002). Opposite actions of caffeine and creatine on muscle relaxation time in humans. *J. Appl. Physiol.* 92:513-518.
- Hobson, R.M., R.C. Harris, D. Martin, P. Smith, B. Macklin, B. Gualano, and C. Sale (2013). Effect of beta-alanine, with and without sodium bicarbonate, on 2000-m rowing performance. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 23:480-87.
- Hoon, M.W., W.G. Hopkins, A.M. Jones, D.T. Martin, S.L. Halson, N.P. West, N.A. Johnson, and L.M. Burke (2014) Nitrate supplementation and high-intensity performance in competitive cyclists. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 39:1043-1049.
- Hopkins, W.G., J.A. Hawley, and L.M. Burke (1999). Design and analysis of research on sport performance enhancement. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31:472-485.
- Irwin, C., B. Desbrow, A. Ellis, B. O'Keeffe, G. Grant, and M. Leveritt (2011). Caffeine withdrawal and high-intensity endurance cycling performance. *J. Sports Sci.* 29:509-515.
- Jones, A.M. (2014). Dietary nitrate supplementation and exercise performance. *Sports Med.* 44 Suppl 1:S35-S45.
- Joyce, S, C. Minahan, M. Anderson, and M. Osborne (2012) Acute and chronic loading of sodium bicarbonate in highly trained swimmers. *Eur. J. Appl. Physiol.* 112:461-469.
- Kilding, A.E., C. Overton, and J. Gleave (2012). Effects of caffeine, sodium bicarbonate, and their combined ingestion on high-intensity cycling performance. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 22:175-183.

- Lane, S.C., J.A. Hawley, B. Desbrow, A.M. Jones, J.R. Blackwell, M.L. Ross, A.J. Zemski, and L.M. Burke (2014). Single and combined effects of beetroot juice and caffeine supplementation on cycling time trial performance. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 39:1050-1057.
- Maughan, R., L.M. Burke, J. Dvorak, D.E. Larson-Meyer, P. Peeling, S.M. Phillips, E.S. Rawson, N.P. Walsh, I. Garthe, H. Geyer, R. Meeusen, L.J.C. van Loon, S.M. Shirreffs, L.L. Spriet, M.C. Stuart, A. Vernec, K. Currell, V. Mohammed-Ali, R. Budgett, A. Ljungqvist, M. Mountjoy, Y.P. Pitsiladis, T. Soligard, and L. Engebretsen (2018) IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *Int. J. Sports Nutr. Exerc. Metab.* 28:104- 125.
- Mero, A.A., P. Hirvonen, J. Saarela, J.J. Hulmi, J.R. Hoffman, and J.R. Stout. (2013) Effect of sodium bicarbonate and β -alanine supplementation on maximal sprint swimming. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 10:52.
- Mueller, S.M., S.M. Gehrig, S. Frese, C.A. Wagner, U. Boutellier, and M. Toigo (2013). Multiday acute sodium bicarbonate intake improves endurance capacity and reduces acidosis in men. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 10:16.
- Pruscino, C.L., M.L. Ross, J.R. Gregory, B. Savage, and T.R. Flanagan (2008). Effects of sodium bicarbonate, caffeine, and their combination on repeated 200-m freestyle performance. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 18:116-130.
- Stadheim, H.K., M. Spencer, R. Olsen, and J. Jensen (2014). Caffeine and performance over consecutive days of simulated competition. *Med. Sci. Sports Exerc.* 46:1787-1796.
- Tobias, G., F.B. Benatti, V. De Salles Painelli, H. Roschel, B. Gualano, C. Sale, R.C. Harris, A.H. Lancha Jr., and G.G. Artioli (2013). Additive effects of β -alanine and sodium bicarbonate on upper-body intermittent performance. *Amino Acids* 45:309-317.
- Trexler, E.T., A.E. Smith-Ryan, E.J. Roelofs, K.R. Hirsch, A.M. Persky, and M.J. Mock (2016) Effects of coffee and caffeine anhydrous intake during creatine loading. *J. Strength Cond. Res.* 30:1438-1446.
- Vandenbergh, K., N. Gillis, M. Van Leemputte, P. Van Hecke, F. Vanstapel, and P. Hespel (1996). Caffeine counteracts the ergogenic action of muscle creatine loading. *J. Appl. Physiol.* 80:452-457.
- Wylie, L.J., J. Kelly, S.J. Bailey, J.R. Blackwell, P. F.Skiba, P.G. Wynyrd, A.E. Jeukendrup, A. Vanhatalo, and A.M. Jones (2013). Beetroot juice and exercise: pharmacodynamics and dose response relationships. *J. Appl. Physiol.* 115: 325-336.

TRADUCCIÓN

Este documento ha sido traducido y adaptado de: Burke, L.M. (2018). Practical issues in evidence-based use of performance supplements: Supplement interactions and repeated uses. *Sports Science Exchange*, Vol. 29, No. 185, 1-6, por Lourdes Mayol, M.Sc.