



CIENCIAS BÁSICAS BIOMÉDICAS
ARTÍCULO DE REVISIÓN

**Efectividad de los suplementos antioxidantes en la mejoría del desempeño físico
atlético. Artículo de revisión**

**Effectiveness of antioxidant supplements in the improvement of athletic physical
performance: Review article**

Lidia Guillermina de León Fierro¹, Judith Margarita Rodríguez-Villalobos¹, Ramón Candia-Luján¹, Claudia Esther Carrasco-Legleu¹, Liliana Aracely Enriquez del Castillo^{1*}

¹Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.

*Autor para la correspondencia: lenriquez@uach.mx

Cómo citar este artículo

de León Fierro LG, Rodríguez-Villalobos JM, Candia-Luján R, Carrasco-Legleu CE, Enriquez del Castillo LA. Efectividad de los suplementos antioxidantes en la mejoría del desempeño físico atlético. Artículo de revisión. Rev haban cienc méd [Internet]. 2018 [citado]; 18(2):194-216. Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/2250>

Recibido: 19 de Febrero del 2018.

Aprobado: 07 de Septiembre del 2018.

RESUMEN

Introducción: En la actualidad se ha incrementado el uso de antioxidantes en el ámbito deportivo, sin embargo no existe evidencia concluyente del efecto de estas sustancias en la mejora del desempeño físico de los atletas.

Objetivo: Determinar la efectividad del uso de

Suplementos antioxidantes en la mejoría del desempeño físico atlético.

Material y Métodos: Se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos en línea como Pubmed, Scopus, la Web of Knowledge y el buscador google academic. Se incluyeron solo trabajos originales de estudios doble ciego



relacionados con la intervención de un suplemento antioxidante. El periodo de revisión fue del 2009 a diciembre del 2017.

Desarrollo: Se identificaron un total de 1053 artículos de los cuales 33 cumplieron con los criterios de inclusión de la revisión. De acuerdo con el tipo de suplemento, 2 correspondieron a vitaminas, 9 a polifenoles, 11 comerciales y los 9 restantes diversos. La antigüedad de los artículos analizados fue de $4,8 \pm 2,4$ años, en cuanto a la obsolescencia, determinado por el semiperiodo de Burton y Kleber y el índice de Price, fue 5,5 y 61,0% respectivamente.

ABSTRACT

Introduction: At present, the use of antioxidants in the sports field has increased. However, there is no conclusive evidence of the effect of these substances in improving the physical performance of athletes.

Objective: To determine the effectiveness of antioxidant supplements in the improvement of athletic physical performance.

Material and Methods: A bibliographic review was carried out through the search on online databases such as Pubmed, Scopus, the Web of Knowledge and Google Scholar search engine. Only original double-blind studies related to the intervention of an antioxidant supplement were included. The review period was from 2009 to December 2017.

Development: A total of 1053 articles were identified, of which 33 met the inclusion criteria for the review. Regarding the type of supplement,

Conclusiones: Hasta el momento no existe evidencia sólida de que la ingesta de suplementos antioxidantes mejore el desempeño físico atlético. Son pocos los resultados positivos en alguna de las variables evaluadas, por tal motivo se requiere de mayor evidencia para poder dilucidar el efecto de los suplementos antioxidantes.

Palabras clave: Elementos de respuesta antioxidante, Sistema Antioxidante Total, Rendimiento atlético, antioxidantes endógenos, Rendimiento deportivo.

2 of them corresponded to vitamins, 9 to polyphenols, 11 to commercials, and the remaining 9 ones to several types. The historic period of the articles analyzed was 4.8 ± 2.4 years in terms of obsolescence, which was determined by the Burton and Kleber half-period and the Price index (5.5 and 61.0%, respectively).

Conclusions: To date, there is no solid evidence that the intake of antioxidant supplements improves physical athletic performance. There are few positive results in some of the evaluated variables; for this reason, more evidence is required to elucidate the effect of antioxidant supplements.

Keywords: Antioxidant response elements, Total Antioxidant System, athletic performance, endogenous antioxidants, sports performance.



INTRODUCCIÓN

Los radicales libres y el conjunto de especies reactivas del oxígeno generados en el cuerpo necesitan ser abatidos a través de una protección antioxidante, la cual tiene la facultad de retardar o inhibir la oxidación de un sustrato aun en bajas concentraciones. Dicha protección puede ser tanto endógena (sintetizados por las células) como exógena (consumidos); el presente trabajo se enfocará en estos últimos.⁽¹⁾ El cuerpo humano tiene la capacidad de generar sustancias antioxidantes que se encargan de contrarrestar el estado de estrés oxidativo; sin embargo, una gran cantidad de antioxidantes se pueden obtener de forma exógena a través de la dieta diaria, los cuales muestran un beneficio adicional a la salud.⁽²⁾ Sobre la base de lo anterior, el consumo de alimentos ha sido recomendado debido al aporte nutricional y de biomoléculas que cuentan con capacidad antioxidante como los compuestos fenólicos y flavonoides.⁽³⁾

Entre los antioxidantes contenidos en verduras y frutas, en bebidas, hierbas y especias, destacan las vitaminas y los compuestos fenólicos. Estos antioxidantes al ingerirse y metabolizarse pueden localizarse en el plasma sanguíneo donde pueden estabilizar especies reactivas de oxígeno (ERO). Es importante su consumo a través de la dieta para evitar reacciones oxidativas y minimizar alteraciones en el organismo.⁽⁴⁾ Dentro del ámbito de la fisiología deportiva, existen umbrales de transición fisiológica durante el entrenamiento que han sido objeto de profundo interés para los investigadores.⁽⁵⁾ Específicamente en entrenamiento deportivo, entre los principales eventos que se manifiestan

bajo determinadas circunstancias están el proceso inflamatorio y la fatiga muscular, ambos asociados a la presencia de ERO.

En este sentido, se han identificado propiedades protectoras, por sustancias consideradas como antioxidantes entre las que destacan vitaminas, algunos polifenoles, espirulina, entre otros. Cuando los atletas recurren a la suplementación con sustancias antioxidantes, más que reforzar la alimentación en caso de una dieta deficiente en micronutrientes, lo utilizan para reparar el daño metabólico que se puede presentar por el entrenamiento.⁽⁶⁾

Desde la década de los cuarentas se inicia el análisis de la suplementación con vitaminas y minerales desde la perspectiva de óptima o suficiente. Sin embargo, en estudios recientes se busca determinar el efecto benéfico de la suplementación con antioxidantes específicamente en el entrenamiento deportivo, en aminorar la generación de radicales a nivel de mitocondria, en daño muscular o en mecanismos propios donde no se producen antioxidantes suficientes que contrarresten a los radicales generados por el entrenamiento.⁽⁶⁾

La suplementación con sustancias antioxidantes ha sido evaluada a través de estudios donde se analizó su efecto en el rendimiento atlético a través de experimentos controlados tomando en cuenta el tipo de ejercicio, la duración y la intensidad en diferentes disciplinas.

Dentro de los principales suplementos evaluados se encuentran algunas vitaminas y minerales, polifenoles, entre otros. Varios estudios han señalado el efecto benéfico de la suplementación



con antioxidantes; sin embargo, otros han reportado que no hay una mejora en las variables evaluadas durante el entrenamiento. (7)

Por tal motivo, el **objetivo** de este trabajo es

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo una búsqueda en las bases de datos Pubmed, Scopus y Web of Knowledge, además se utilizó el Google Académico para localizar artículos fuera de estas bases de datos. La búsqueda se realizó hasta el 30 de noviembre de 2017. Las palabras clave utilizadas fueron: antioxidant supplement y performance combinadas con physical, sport, athletic y exercise.

Los criterios de inclusión de los artículos fueron: estudios originales con ensayos aleatorizados categorizados doble ciego con suplementación de vitaminas (Vitamina C y E), polifenoles (Quercetina, Ecklonia cava y zarzamora), suplementos comerciales (Resurgex Fusion®, Powergrape®, Lactaway®, Niteworks®, Resurgex Plus®, Carnosyn®, StemSport, EXPLY-37®, MonaVie Active® y CherryPURE®), así como otros que no era posible clasificarlos en las categorías anteriores, sin embargo presentan actividad antioxidante (Spirulina, Coenzima Q10, β -alanina, Astaxantina, Jengibre y canela, N-acetilcisteína, Jugo de uva, Jugo de remolacha) en respuesta al desempeño físico atlético, en variables como VO₂máx (consumo máximo de oxígeno), contracción máxima voluntaria isométrica, área de la sección transversal del músculo, economía de ejecución, tiempo hasta el agotamiento, VO₂pico (consumo pico de oxígeno), capacidad anaerobia, lactato, daño

determinar la efectividad del uso de suplementos antioxidantes en la mejoría del desempeño físico atlético.

muscular, estrés oxidativo, Sistema antioxidante total (SAT), umbral anaeróbico, umbral ventilatorio, fuerza máxima, fuerza explosiva, equilibrio estático, potencia concéntrica, velocidad, sprint, inflamación, dolor muscular, capacidad de carrera anaerobia, potencia anaeróbica, potencia y duración de la prueba en cicloergómetro, umbral anaeróbico, rendimiento muscular y extensión de rodilla isométrica, brindando un placebo controlado, publicados en revistas con revisión por pares y sin restricción de idioma.

Cada una de las bases de datos fue revisada por un investigador. En el caso del buscador google académico se revisaron las primeras diez páginas resultantes de cada combinación de palabras.

Para la selección de artículos, en primer lugar se leía el título, si en éste aparecía un suplemento antioxidante así como el desempeño físico realizado, entonces se procedía a revisar el resumen y si este incluía variables relacionadas con el desempeño físico atlético como las mencionadas anteriormente, así como la relación entre ellas, se consideraba adecuado para incluirlo, entonces se recuperaba el extenso y se procedía a su análisis.

Los estudios revisados mencionan trabajo aerobio y anaerobio en adultos de ambos géneros, excluyendo niños; además el desempeño físico atlético reportado fue con y sin



entrenamiento previo. Para las variables de tipo aerobio se tomaron en cuenta: VO₂máx, tiempo hasta el agotamiento, VO₂pico, potencia y duración de la prueba en cicloergómetro, mientras que las variables de resistencia fueron: contracción máxima voluntaria isométrica, área de la sección transversal del músculo, economía de ejecución, capacidad anaerobia, extensión de rodilla isométrica, umbral anaeróbico, fuerza máxima, fuerza explosiva, equilibrio estático, potencia concéntrica, velocidad, sprint, rendimiento muscular, capacidad de carrera y potencia anaerobia, así como variables bioquímicas como: lactato, daño muscular, estrés oxidativo, SAT.

El entorno fue variable desde aceptación voluntaria hasta sujetos pertenecientes a un equipo deportivo, la mayoría de los estudios se realizó en equipos de disciplinas como natación, fútbol, balonmano y ciclismo. En general, los sujetos de estudio presentaban un perfil de Índice de masa corporal (IMC) dentro del peso adecuado⁸ y sin patologías diagnosticadas. En

DESARROLLO

En la figura 1 se puede observar el esquema del proceso de búsqueda y selección de los artículos. De los 1053 artículos identificados se eligieron 33 que cumplieron con los criterios de inclusión de

todos los estudios se contó con un grupo control al que se le aplicó un placebo. Los que se definieron en detalle reportan haber utilizado agua con colorante vegetal, barras energéticas sin el suplemento antioxidante, polvo o equivalente isocalórico entre otros. La suplementación se dio en ayunas y en ocasiones antes del ejercicio, con una frecuencia diaria.

Se evaluó la calidad metodológica de los artículos seleccionados, utilizando la escala PEDro en español la cual tiene una puntuación máxima de 10, con la finalidad de excluir aquellos de calidad regular y mala. Los artículos con puntuación de 8-10 en la escala se consideraron de calidad excelente desde el punto de vista metodológico, con puntuación de 5-8 se consideraron de buena calidad, y aquellos con puntuación de 3-5 fueron de calidad regular; por último una puntuación menor a 3 se consideró de mala calidad. En general, la totalidad de los artículos seleccionados se categorizaron en la escala de excelente a bueno con una media de 8.72 ± 0.74 .

la revisión; de acuerdo con el tipo de suplemento, 2 corresponden a vitaminas, 9 a polifenoles, 13 comerciales y los 9 restantes fueron diversos.



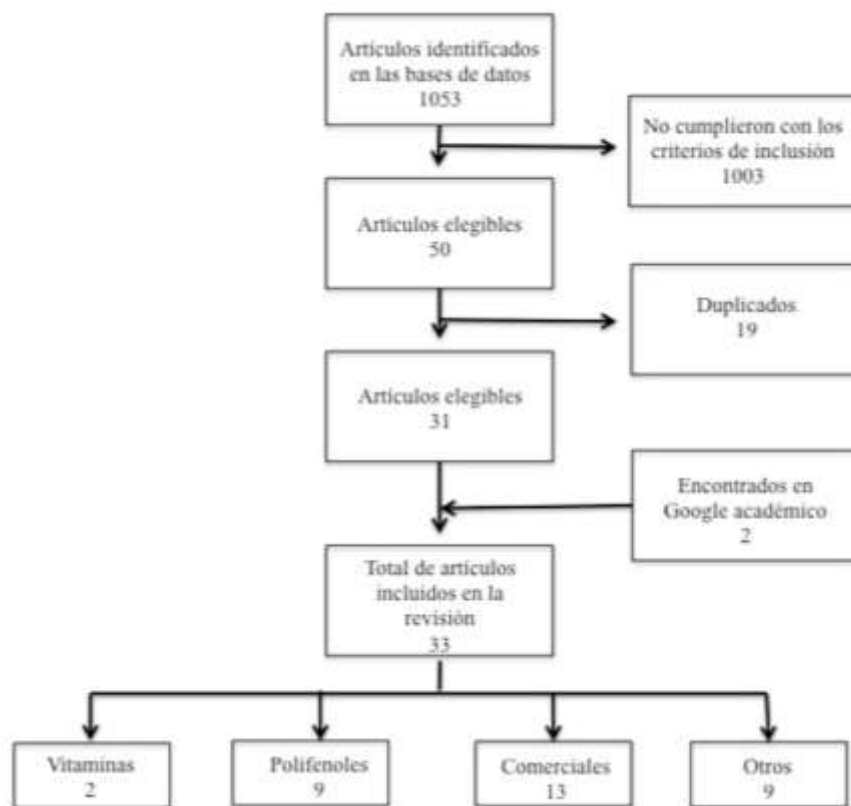


Figura 1. Diagrama de flujo para la selección de los artículos incluidos en la revisión.

La antigüedad de los artículos analizados fue de 5.35 ± 4.7 años, en cuanto a la obsolescencia, determinado por el semiperíodo de Burton y Kleber y el índice de Price, fueron de 5 y 60.0% respectivamente. El primero fue la mediana de la distribución del total de referencias ordenadas por antigüedad y el segundo por medio del porcentaje de referencias menores a cinco años;(9) se realizó un acápite según el tipo de suplemento.

Vitaminas

Uno de los principales suplementos que se usan para mejorar el desempeño atlético son las vitaminas. Tanto la vitamina C, como la E y el beta-caroteno con propiedades antioxidantes,

han sido analizadas de forma individual o colectiva para conocer su potencial efecto en el rendimiento físico.

En una investigación donde combinaron las vitaminas C y E para ser administradas a un grupo de jóvenes que participaron en un programa de fuerza, no se encontraron cambios significativos en las fibras musculares después de 10 semanas de entrenamiento, ni en el grupo experimental ni en el control. En cuanto a la fuerza, el grupo que consumió el placebo tuvo una tendencia a incrementarla en mayor medida en comparación con el experimental.⁽¹⁰⁾ Otro estudio donde se administra vitamina C de forma individual, tampoco mostró beneficios en el desempeño



atlético de tipo aerobio.⁽¹¹⁾

En la tabla 1 se presenta un resumen de los estudios revisados donde investigan el efecto de las vitaminas sobre el desempeño atlético. En el primero utilizan un solo suplemento mientras que en el segundo se administran de forma

conjunta vitamina C y E.

Como se muestra en la tabla 1, no hubo efecto tras el consumo de dichas vitaminas, tomando en cuenta que se evaluaron variables aerobias y anaerobias.

Tabla 1. Resumen de los estudios donde se analizó el efecto de las vitaminas sobre el desempeño físico atlético

Autor	Muestra	Suplemento	Duración de la suplementación	Dosis	Variable de desempeño	Tipo de ejercicio	Efecto sobre el desempeño físico atlético
Roberts y col. 2011 ⁽¹¹⁾	15 sujetos activos	Vitamina C	4 semanas	Vit C 1g/día	VO _{2max} , tiempo en los 10 km, economía de carrera	Carrera de 10 a 12 km Aerobio	↔
Paulsen y col. 2014 ⁽¹⁰⁾	32 voluntarios	Vitamina C y E	10 semanas	Vit C 1000 mg/día, Vit E 235 mg/día	Contracción máxima voluntaria isométrica, fuerza máxima y área de la sección transversal del músculo	Resistencia a carga pesada Anaerobio	↔ ↔ ↔

Vit = Vitamina, **VO_{2max}** = Consumo máximo de oxígeno, **↔** = No hubo efectos sobre desempeño y **↑** = Mejoró el desempeño

Polifenoles

Cientos de moléculas que tienen la estructura polifenol han sido identificados en la naturaleza como el ácido hidroxicinámico, flavonoles, flavones, flavonones, isoflavones, entre otros.⁽¹²⁾ La quercetina es un polifenol del grupo de Vit = Vitamina, VO_{2max} = Consumo máximo de oxígeno, ↔ = No hubo efectos sobre desempeño

y ↑ = Mejoró el desempeño los flavonoides que está presente en una gran variedad de alimentos de origen vegetal incluyendo cebollas rojas, manzanas, eneldo y alcapparras.⁽¹³⁾ Los beneficios que produce en la salud al parecer tienen que ver con el incremento de la biogénesis mitocondrial, lo que es un factor muy importante para el incremento de la resistencia aerobia.



Davis y col.⁽¹⁴⁾ llevaron a cabo un estudio con voluntarios en el que tuvieron como objetivo comparar la suplementación con quercetina; observaron que con la administración de este polifenol los sujetos incrementaron su VO₂máx y su tiempo de pedaleo hasta la fatiga. En otro estudio con ciclistas, no se encontraron mejoras significativas en la economía de carrera con su ingesta.⁽¹⁵⁾ Resultados similares se han reportado en sujetos no entrenados,⁽¹⁶⁾ medianamente entrenados⁽¹⁷⁾ y soldados.⁽¹⁸⁾

Darvishi y col.⁽¹⁹⁾ utilizaron un complemento comercial llamado Solaray®, el cual está compuesto casi exclusivamente por quercetina, de igual manera no encontraron mejoras en el desempeño físico de las nadadoras participantes en el estudio. Pelletier y col.⁽²⁰⁾ llevaron a cabo un meta-análisis donde incluyeron siete estudios con quercetina y concluyen que es improbable el efecto ergogénico de la quercetina tanto en individuos entrenados como no entrenados.

Otro polifenol estudiado es la ecklonia cava, un alga café producida en grandes cantidades en Corea y popular en Japón, es utilizada en la alimentación de humanos y animales, como fertilizante y como fármaco.⁽²¹⁾ Polifenoles de variedades de la ecklonia han mostrado tener interesantes propiedades biológicas que pueden ser utilizadas en la mejora del rendimiento, resistencia a lesiones y en la recuperación. Por su

parte, Oh y col.⁽²²⁾ reportan que los sujetos que consumieron este polifenol mejoraron su tiempo hasta el agotamiento durante la evaluación.

Estudios más recientes como el de García-Dávila⁽²³⁾ y Estrada-Díaz⁽²⁴⁾ muestran el efecto de suministrar polifenoles extraídos del jugo de zarzamora, a jugadores de balonmano, aun con sus propiedades protectoras no se encontraron diferencias significativas en relación al daño muscular, al estrés oxidativo o el sistema antioxidante.

En la tabla 2 se presenta un resumen de las investigaciones realizadas donde se analizó el efecto del consumo de polifenoles sobre el desempeño atlético. En la generalidad, se utilizó quercetina como suplemento y solo en dos artículos se utilizó zarzamora. El tiempo de suplementación fue variable desde un mínimo de 7 días hasta 8 semanas, de igual forma las dosis administradas de cada uno de los polifenoles utilizados.

Como se observa en la tabla 2, fueron pocos los resultados favorables relacionados con el rendimiento deportivo, a pesar de poseer variables similares en lo referido a la condición aerobia, los mismos resultados como el de Davis⁽¹⁴⁾ y col. se contraponen con el de Sharp⁽¹⁸⁾ y Darvishi,⁽¹⁹⁾ mientras que en variables anaerobias no fue posible observar ningún efecto sobre ellas.



Tabla 2. Resumen de los estudios donde se analizó el efecto de los polifenoles sobre el desempeño físico atlético

Autor	Muestra	Suplemento	Duración de la suplementación	Dosis	Variable de desempeño	Tipo de ejercicio	Efecto sobre el desempeño físico atlético
Davis y col. 2009 ¹⁴	12 voluntarios	Quercetina	7 días	500 mg/día	VO ₂ máx y tiempo de pedaleo en bicicleta	Aerobio	↑
Dumke y col. 2009 ¹⁵	40 ciclistas	Quercetina	3 semanas	1000 mg/día	Economía de ejecución (Watts·min·L ⁻¹)	Aerobio 57% FM	↔
Cureton y col. 2009 ¹⁶	30 hombres no entrenados	Quercetina	7-16 días	1 g/día	VO ₂ max	10 minutos ejercicio submáximo Anaerobio	↔
Bigelman y col. 2010 ¹⁷	58 cadetes	Quercetina	6 semanas	1 g/día	VO ₂ pico, test de Wingate, Test Baumgartner modificado y el test de condición física de la armada	Máximo esfuerzo Anaerobio	↔
Oh y col. 2010 ²²	20 jóvenes	Ecklonia cava	30 min antes de la prueba	180 ml	Tiempo hasta el agotamiento	Capacidad de resistencia máxima. Aerobio	↑
Sharp y col. 2012 ¹⁸	16 soldados	Quercetina	8,5 días	1000 mg/día	VO ₂ pico y tiempo total de la prueba	Caminadora de banda y bicicleta. Aerobio	↔
Darvishi y col. 2013 ¹⁹	26 nadadoras	Quercetina (Solaray®)	8 semanas	1000 mg/día	VO ₂ máx, Tiempo al agotamiento y lactato	Prueba de ejercicio graduada hasta agotamiento. Aerobio	↔
García-Dávila y col. 2017 ²³	14 atletas	Zarzamora (Rubus sp)	16 días	11,1g fenoles totales	Daño muscular	Durante competencias balonmano. Mixto	↔



Estrada-Díaz y col. 2017 ⁽²⁴⁾	14 atletas universitarios	Zarzamora (Rubus sp)	15 días	22,3 g fenoles totales	Estrés oxidativo, SAT	Durante competencias balonmano. Mixto	↔
--	---------------------------	----------------------	---------	------------------------	-----------------------	---------------------------------------	---

VO2máx = Consumo máximo de oxígeno, ↔ = No hubo efectos sobre desempeño y ↑ = Mejoró el desempeño.

SAT= Sistema antioxidante total. **FM**= Fuerza máxima.

Suplementos comerciales

En la tabla 3 se presenta un resumen de algunos suplementos que son fabricados por marcas comerciales específicas y que han sido estudiados desde el enfoque antioxidante con efecto sobre del desempeño físico atlético. La suplementación más corta fue de Lactaway® el cual se administró 3 horas antes de la intervención, mientras que en el caso de StemSport se tuvo una duración de 12 semanas con el suplemento comercial. La dosis administrada fue de 2 o más veces al día en el 50 % de los estudios analizados.

El complejo antioxidante Lactaway® es una bebida deportiva que contiene picnogenol, rico en procianidinas que consiste de catequinas y epicatequinas. Esta bebida ha sido parte de diversos estudios, uno de ellos realizado por Mach y col.⁽²⁵⁾ quienes encontraron que con el consumo del suplemento antes de un ejercicio intenso corto se dio un incremento en la duración de la prueba a la que fueron sometidos los sujetos. Bentley y col.⁽²⁶⁾ reportaron que los sujetos que ingirieron dicha bebida tuvieron una mejora sustancial en el tiempo que tardan en llegar al agotamiento y el VO2máx en sujetos entrenados.

Por su parte Ackerman y col.,⁽²⁷⁾ evaluaron el efecto de la bebida sobre la velocidad y potencia durante la ejecución de la sentadilla y concluyeron que la suplementación con el

antioxidante basado en picnogenol mejoraba el rendimiento durante el entrenamiento de fuerza de los miembros inferiores de sujetos entrenados.

Niteworks® es un suplemento que contiene L-Arginina, L-Citrulina, L-Taurina, Vitamina C, E y ácido fólico. De acuerdo con la información del comerciante la fórmula funciona de la siguiente manera: la L-Arginina produce Óxido Nítrico (ON), la L-Citrulina produce L-Arginina produciendo más ON mientras que la Vitamina C y E extienden la acción del ON, produciendo diversos beneficios fisiológicos. Chen y col.⁽²⁸⁾ concluyeron con respecto a su estudio, que la ingesta de un suplemento que contiene antioxidantes y arginina mejora el umbral anaeróbico, aunque no tiene efectos sobre el VO2 en personas de 50 a 73 años de edad.

Arent y col.⁽²⁹⁾ llevaron a cabo un estudio donde usaron el complemento Resurgex® Fusion, el cual está compuesto principalmente por antioxidantes (75 mg CoQ10, 500 U SOD/Gliadina, 1,750 mg ornithina cetoglutarato, 300 mg L-Carnitina, 100 mg nucleótidos, 750 mg d-ribosa, 500 mg L-glutamina, 100 mg β-glycanos, 12,5 mg polifenoles, y 1,750 mg aminoácidos ramificados). Evaluaron su efectividad en el desempeño físico atlético medido con el umbral de lactato, el VO2máx y el tiempo en que llegaban a la fatiga en un grupo de jugadores de fútbol



soccer. Aunque encontraron que la suplementación puede combatir el estrés oxidativo y el daño muscular, los efectos sobre el desempeño atlético fueron apenas perceptibles. Estos mismos autores Arent y col.⁽³⁰⁾ realizaron otro estudio con otra variedad del suplemento (Resurgex® Plus) y sus efectos sobre la potencia anaerobia y la resistencia muscular. El grupo experimental incrementó significativamente la potencia anaerobia pico. CarnoSyn® es un suplemento con base en la β -alanina, el cual es un aminoácido no esencial que puede incrementar la carnosina del músculo hasta un 80,1% después de 10 semanas de suplementación. Smith y col.⁽³¹⁾ evaluaron el efecto de la suplementación CarnoSyn® sobre VO₂máx y umbral ventilatorio, encontraron un efecto no significativo del suplemento sobre el desempeño aerobio.

El StemSport es un producto que contiene una mezcla de Aphanizomenon flos-aquae y varias hierbas antioxidantes y antiinflamatorios. Furlong y col.⁽³²⁾ utilizaron este suplemento en su estudio y analizaron sus efectos sobre diferentes variables, entre ellas la fuerza muscular y el equilibrio y no encontraron efectos benéficos; resultados similares a los encontrados por Rynders y col.⁽³³⁾ cuando evaluaron el impacto del mismo suplemento sobre la recuperación y el dolor muscular tardío.

García Verazaluce y col.⁽³⁴⁾ suplementaron a un grupo con EXPLY-37® que contiene Phlebodium decumanum, otro con el mismo producto más Coenzima Q10 durante cuatro semanas y analizaron sus efectos sobre el lactato sanguíneo. Encontraron que los sujetos disminuyeron las concentraciones de ácido láctico después de un

programa de cuatro semanas de duración en relación con el placebo proporcionado.

Diversas clases de antioxidantes han sido identificados y cuantificados en las uvas, como los ácidos fenólicos, flavonoides, entre otros. Lafay y col.⁽³⁵⁾ llevaron a cabo un estudio en el que administraron Powergrape (extracto de uva) a un grupo de deportistas y evaluaron los efectos sobre el desempeño físico, aunque no encontraron diferencias en las pruebas, lo cual según los autores se puede deber a la variabilidad de las disciplinas deportivas que practicaban los sujetos. Cuando analizaron los datos por deporte, encontraron que aquellos que practicaban balonmano incrementaron el desempeño físico. Por otra parte, Levers y col.⁽³⁶⁾ administraron CherryPURE® que contiene flavonoides en corredores o triatletas durante 10 días y encontraron una reducción del daño muscular, proceso inflamatorio y estrés oxidativo.

La zeolita es un mineral natural de origen volcánico que ha sido investigado en diferentes usos médicos. Una de sus propiedades es la absorción e intercambio de iones por lo que actúa como antioxidante.⁽³⁷⁾ Lamprecht y col.⁽³⁸⁾ examinaron el suplemento PANACEO SPORT® que contiene, entre otros ingredientes, zeolita y sus efectos sobre diversas variables biológicas así como el desempeño físico. El VO₂máx y la potencia máxima no fueron afectados con la suplementación.

Debido a lo anterior, y tal y como muestra la tabla 3, los suplementos comerciales presentan un efecto positivo en la mayoría de las variables, principalmente las de tipo aerobio, sin embargo



no se puede aseverar dicha información por el hecho de ser comerciales.

Tabla 3. Resumen de los estudios donde se analizó el efecto de los suplementos comerciales sobre el desempeño físico atlético

Autor	Muestra	Suplemento	Duración de la suplementación	Dosis	Variable de desempeño	Tipo de ejercicio	Efecto sobre el desempeño físico atlético
Arent y col. 2009 ²⁹	25 futbolistas	Resurgex Fusion®	7 semanas	2 veces/día	Potencia y resistencia muscular	Salto vertical y pres de banca. Anaerobio	↑
Lafay y col. 2009 ³⁵	20 deportistas de élite	Powergrape®	1 mes	2 cápsulas/día	Potencia y fatiga	Rendimiento físico total, potencia explosiva y fatiga. Anaerobio	↔
Mach y col. 2010 ²⁵	6 hombres no entrenados y 7 entrenados	Lactaway®	3 horas antes de la prueba	150 mL	Tiempo hasta el agotamiento	Potencia máxima. Anaerobio	↑
Bentley 2012 ²⁶	9 Ciclistas	Lactaway®	4 horas antes	150 mL	Tiempo hasta el agotamiento y VO ₂ máx	Prueba en bicicleta. Aerobio	↑
Ackerman y col. 2014 ²⁷	15 jóvenes saludables	Lactaway®	4 horas antes	2 mL/kg de peso corporal	Potencia concéntrica y velocidad	Entrenamiento de Resistencia Anaerobio	↑
Chen y col. 2010 ²⁸	16 ciclistas	Niteworks®	3 semanas	1 servicio	VO ₂ y umbral anaeróbico	Prueba de esfuerzo incremental. Aerobio	↑
Arent y col. 2010 ³⁰	22 futbolistas	Resurgex Plus®	20 días	2 veces/día	VO ₂ máx, umbral anaeróbico y tiempo hasta el agotamiento	Prueba progresiva máxima en cinta. Aerobia	↑



Smith y col. 2012 ³¹	24 mujeres	Carnosyn®	28 días	2 X 800 mg 3 veces/día	VO ₂ máx tiempo hasta la fatiga y umbral ventilatorio	Prueba graduada de consumo de oxígeno. Aerobio	↑
Rynders y col. 2014	7 hombre y 9 mujeres	temSport, Stemtech®	14 días	6150 mg/día	Recuperación muscular en brazo.	Ejercicio excéntrico Anaerobio	↔
Furlong y col. 2014 ³²	24 jóvenes adultos	StemSport	12 semanas	2-3 veces/día	fuerza máxima, fuerza explosiva y equilibrio estático	Entrenamiento Anaerobio	↔
García Verazaluce y col. 2015 ³⁴	30 Jugadores de voleibol	EXPLY-37®	4 semanas	4 cápsulas/día	Lactato	Entrenamiento de voleibol Anaerobio	↑
Sadowska-Krepa y col. 2015 ⁶	7 atletas juveniles	MonaVie Active®	6 semanas	100 mL/día	300 m <i>Sprint</i>	Entrenamiento de sprint. Anaerobio	↔
Levers y col. 2016 ³⁶	27 triatletas	CherryPURE®	10 días	480 mg/día	Inflamación, estrés oxidativo y/o dolor muscular	21km corriendo. Aerobio	↑

VO₂máx = Consumo máximo de oxígeno, ↔ = No hubo efectos sobre el desempeño y ↑ = Mejoró el desempeño

Otro tipo de suplementos con actividad antioxidante

En el caso de la Coenzima Q10 (CoQ10) también conocida como ubiquinona, se ha mostrado que tiene potencial antioxidante. En cuanto a su respuesta sobre el rendimiento físico atlético, Östman y col.⁽³⁹⁾ evaluaron los efectos de la suplementación crónica con CoQ10 sobre la capacidad anaerobia y el umbral ventilatorio, las variables evaluadas las variables evaluadas permanecen sin cambios, contrario a lo reportado por Gharahdaghi y col.⁽⁴⁰⁾ quienes

encontraron resultados positivos con el consumo de este suplemento antioxidante.

La Spirulina es una microalga rica en minerales y antioxidantes con actividad antidiabética así como auxiliar en la disminución del síndrome metabólico en roedores, aunque aún no hay evidencias de estos beneficios en humanos.⁽⁴¹⁾ Hernández-Lepe y col.⁽⁴²⁾ reportan, en una revisión sistemática, ocho estudios donde se evaluó el efecto de la administración de la Spirulina sobre indicadores antioxidantes en humanos sugiriendo efectos positivos sobre la



salud. Por su parte, Kalafati y col.⁽⁴³⁾ estudiaron el efecto de la Spirulina sobre diferentes variables, entre ellas el tiempo hasta el agotamiento durante una prueba física al 95% del VO₂máx y encontraron que con la suplementación la instalación de la fatiga fue más tardía.

La N-acetilcisteína posee propiedades antioxidantes directas e indirectas. Su grupo tiol libre es capaz de interactuar con grupos electrofílicos de especies reactivas de oxígeno; se ha encontrado que mejora los sprints repetidos en atletas bien entrenados.⁽⁴⁴⁾

La Astaxantina es un carotenoide natural con fuertes propiedades antioxidantes, aunque la suplementación con esta incrementa sus niveles plasmáticos, esto no produce aumento en la oxidación de grasas ni en la duración del ejercicio submáximo en ciclistas entrenados.⁽⁴⁵⁾

La uva es probablemente la fuente más importante de resveratrol; muchos estudios han mostrado beneficios cardiovasculares y actividad quimiopreventiva del cáncer. En corredores recreacionales, se ha encontrado que retrasa significativamente el agotamiento y además mejora tanto el umbral anaerobio como el VO₂máx.⁽⁴⁶⁾

Otro producto natural muy utilizado es el jugo de remolacha que fue evaluado en el rendimiento muscular y se encontraron resultados positivos en relación con el rendimiento muscular en extensión de rodilla isométrica.⁽⁴⁷⁾

Por otra parte, un estudio realizado en mujeres entrenadas para evaluar el efecto de la

combinación del jengibre y la canela, productos herbolarios con una larga historia farmacológica, obtuvo como resultado un aumento en la potencia anaerobia después de 6 semanas de intervención, sin embargo no fue diferente al grupo placebo ni se evidenciaron efectos en el estrés oxidativo.⁽⁴⁸⁾

También ha sido estudiado el efecto de la beta-alanina que tiene la capacidad de mejorar la eliminación de iones hidrógeno lo que aumenta las adaptaciones al entrenamiento; sin embargo, según el reporte de Smith-Ryan y col.⁽⁴⁹⁾ no se encontraron variaciones significativas en el tiempo de agotamiento, en la capacidad de carrera anaerobia ni en la velocidad crítica, evaluados en 50 sujetos entrenados recreativamente.

En la tabla 4 se presenta un resumen de los estudios donde se evaluó la efectividad de otros antioxidantes sobre el desempeño físico atlético, se observó que teóricamente favorecen el estado oxidante/antioxidante o reducen el daño muscular por el ejercicio extenuante y por lo tanto se esperaba una mejoría en el desempeño físico atlético, por ser un factor importante en la contracción muscular y la aparición de la fatiga. En la tabla se observan estudios realizados con la Coenzima Q10 y algunos aminoácidos, así como Spirulina y jugo de uva, entre otros. De igual forma, se observa variabilidad en el tiempo de suplementación y las dosis administradas.



Tabla 4. Resumen donde se evaluaron otros tipos de antioxidantes sobre el desempeño físico atlético

Autor	Muestra	Suplemento	Duración de la suplementación	Dosis	Variable de desempeño	Tipo de ejercicio	Efecto sobre el desempeño físico atlético
Kalafati y col. 2010 ⁴³	9 hombres	Espirulina	4 semanas	6 g/día	Tiempo hasta el agotamiento	70%-75% de su VO ₂ máx por 2 horas, luego al 95% VO ₂ máx hasta la fatiga	↑
Smith-Ryan, AE y col. 2012 ⁴⁹	50 sujetos entrenados recreativamente	β-alanina	28 días	2 tabletas de 800 mg tres veces al día	Tiempo hasta el agotamiento, capacidad de carrera anaerobia y velocidad crítica	Velocidad crítica y capacidad de carrera anaeróbica	↔
Ostman y col. 2012 ³⁹	23 sujetos saludables	Coenzima Q10	8 semanas	90 mg/día	VO ₂ máx y umbral de lactato	Entrenamiento moderado aerobio	↔
Gharahdaghi y col. 2013 ⁴⁰	16 futbolistas	Coenzima Q10	4 semanas	300 mg/día	VO ₂ máx y Potencia anaeróbica	90 minutos de entrenamiento de fútbol mixto	↑
Res y col. 2013 ⁴⁵	32 ciclistas	Astaxantina	4 semanas	20 g/día	Potencia y duración de la prueba en cicloergómetro	Prueba de ciclismo incremental Aerobio	↔
Mashhadi y col. 2013 ⁴⁸	60 mujeres entrenadas	Jengibre y canela	8 semanas	3 g de cada elemento	Potencia anaerobia	Pruebas de agilidad y carrera. Anaerobio	↔
Slattery y col. 2014 ⁴⁴	10 triatletas	N-acetilcisteína	9 días	1200 mg/día	Desempeño anaerobio y aerobio en cicloergómetro	Protocolo de ciclo de inducción a la fatiga de 105 minutos. Aerobio	↑
Toscano y col. 2015 ⁴⁶	28 corredores recreativos	Jugo de uva	28 días	10 mL/(kg·día)	Umbral anaeróbico, VO ₂ máx y carrera hasta el agotamiento	Prueba de capacidad aeróbica, ejercicio hasta el tiempo de agotamiento y umbral anaeróbico. Aerobio	↑
Porcelli, y col. 2016 ⁴⁷	7 varones	Jugo de remolacha (Betabel)	6 días	Aprox. 8,2 mmol/día	Lactato, Rendimiento muscular, extensión de rodilla isométrica.	Ciclo de velocidad constante, prueba de capacidad en sprint, extensión de rodilla Anaerobio	↔ ↑

VO₂máx = Consumo máximo de oxígeno, ↔ = No hubo efectos sobre el desempeño y
 ↑ = Mejoró el desempeño



CONCLUSIONES

De las 33 variables analizadas, únicamente se observaron efectos favorables en 45,5% de ellas, sin embargo el 53,3% de ellas pertenecen a los suplementos comerciales.

El análisis de los artículos con suplementos vitamínicos permite concluir que no está suficientemente probada la efectividad de su uso, ya sea individual o combinada, para mejorar el desempeño físico atlético, además se debe considerar que el consumo crónico y en grandes cantidades puede provocar efectos adversos para el organismo de los atletas.

Después de haber analizado los estudios donde se administraron polifenoles, se concluye que el consumo de estos antioxidantes no mejora el desempeño atlético, sin embargo, hay que tomar en cuenta el factor dosis, ya que primordialmente se utilizaron concentraciones altas de las sustancias antioxidantes.

En cuanto a los artículos donde se utilizaron suplementos comerciales, se observó que en aproximadamente el cincuenta por ciento de los estudios ocurrió mejora de una variable de rendimiento atlético; sin embargo, dichos

resultados hay que tomarlos con precaución ya que los ingredientes de estos productos no contienen únicamente antioxidantes, por lo que es difícil asegurar que el efecto positivo observado sobre el desempeño atlético, se deba únicamente a su presencia.

Dada la diversidad de compuestos que se encuentran en la categoría de otros antioxidantes, y a su vez con una gran variedad de otras funciones o propiedades, no queda suficientemente claro su efecto benéfico sobre el desempeño físico atlético en el común de los elementos estudiados. Son pocos los resultados positivos en alguna de las variables evaluadas y con mucha variabilidad en los diseños y dosis utilizadas.

Hasta el momento no existe una evidencia sólida que indique que la ingesta de suplementos antioxidantes mejore el desempeño físico atlético, por lo tanto se requieren más estudios con un cuidado en el diseño, el tipo de suplemento, la forma de aplicarlo, la dosificación adecuada y la identificación de los indicadores específicos del desempeño físico atlético.

RREFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sánchez-Valle V, Méndez-Sánchez N. Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad. Rev Invest Méd Sur [Internet]. 2018 Jul [citado 31/07/2018]; 20(3):161-168. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/medsur/ms-2013/ms133e.pdf>
2. Islam M, Gracia F. Los antioxidantes para la salud óptima. Rev méd cient [Internet]. 2013 Jul-Sep [citado 18/04/2018]; 26(2):3-9. Disponible en: https://www.revistamedicocientifica.org/index.php/rmc/article/view/371/pdf_54
3. Sánchez-Valle V, Méndez-Sánchez N. Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad. Rev Invest Med Sur Mex [Internet]. 2013 Jul [citado 18/04/2018]; 20(3): 161-168. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=>



- <http://www.fmedicasur.org.mx/2Fpdf-revista%2FRMS133-AR01-PROTEGIDO.pdf&usg=AOvVaw0E2Scrm2dzfId56iJzZsh>
4. Pereira-Guimarães M, Hernández-Mosqueira CM, Fernandes-Filho J, Fernandes-da-Silva S. Métodos de determinación de la velocidad crítica en corredores. *Ciencia UAT* [Internet]. 2017 Ene [citado 18/04/2018]; 11(2):46-53. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582017000100046
 5. Myburgh KH. Polyphenol supplementation: benefits for exercise performance or oxidative stress?. *Sports Med* [Internet]. 2014 May [citado 18/04/2018]; 44(1): 57-70. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-014-0151-4>
 6. Sadowska-Krępa E, Kłapcińska B, Podgórski T, Szade B, Tyl K, Hadzik A. Effects of supplementation with acai (*Euterpe oleracea* Mart.) berry-based juice blend on the blood antioxidant defense capacity and lipid profile in junior hurdlers. A pilot study. *Biol Sport* [Internet]. 2015 Mar [cited 18/04/2018]; 32(2): 161-168. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4447763/>
 7. Franco-Pérez AM, Sanz-Valero J, Wandenberghe C, Melian-Fleitas L. La producción científica iberoamericana en ciencias de la nutrición: La indización en PubMed y Google Scholar. *Nut Hosp* [Internet]. 2014 Nov [citado 18/04/2018]; 30(05): 1165-1172. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112014001200024
 8. Organización mundial de la salud. [Internet]. Ginebra: OMS Suiza; 2018 Sept. Datos y cifras, 10 datos sobre la obesidad. [citado 19/09/2018]. Disponible en: <http://www.who.int/features/factfiles/obesity/facts/es/>
 9. González Calvo G, García López D. Ejercicio físico y radicales libres, ¿es necesaria una suplementación con antioxidantes? *Rev Int Med Cienc Act Fís Deporte* [Internet]. 2012 Nov [citado 18/04/2018]; 12 (46): 369-388. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/542/54224389012/>
 10. Paulsen G, Hamarsland H, Cumming KT, Johansen RE, Hulmi JJ, Børsheim E, y col. Vitamin C and E supplementation alters protein signaling after a strength training session, but not muscle growth during 10 weeks of training. *J Physiol* [Internet]. 2014 Oct [cited 18/04/2018]; 592(24): 5391-5408. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1113/jphysiol.2014.279950/full>
 11. Roberts L A, Beattie K, Close GL, Morton JP. Vitamin C consumption does not impair training-induced improvements in exercise performance. *Int J Sports Physiol Perform* [Internet]. 2011 Mar [cited 18/04/2018]; 6(1):58-69. Available from: <https://journals.humankinetics.com/doi/pdf/10.1123/ijspp.6.1.58>



12. Manach C, Williamson G, Morand C, Scalbert A, Rémésy C. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2005 Jan [cited 18/04/2018]; 81(1): 230S-242S. Available from: <https://academic.oup.com/ajcn/article/81/1/230S/4607515>
13. Braakhuis AJ, Hopkins WG. Impact of dietary antioxidants on sport performance: a review. *Sports Med* [Internet]. 2015 Jan [cited 18/04/2018]; 45(7): 939-955. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-015-0323-x>
14. Davis JM, Carlstedt CJ, Chen S, Carmichael MD, Murphy EA. The dietary flavonoid quercetin increases VO₂max and endurance capacity. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2009 Feb [cited 18/04/2018]; 20(1):13. Available from: <https://journals.humankinetics.com/doi/abs/10.1123/ijsnem.20.1.56>
15. Dumke CL, Nieman DC, Utter AC, Rigby MD, Quindry JC, Triplett NT, et al. Quercetin's effect on cycling efficiency and substrate utilization. *Appl Physiol Nutr Metab* [Internet]. 2009 Dec [cited 18/04/2018]; 34(6): 993-1000. Available from: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/H09-099#.WojWCainG1s>
16. Cureton KJ, Tomporowski PD, Singhal A, Pasley JD, Bigelman KA, Lambourne K, y col. Dietary quercetin supplementation is not ergogenic in untrained men. *J Appl Physiol* [Internet]. 2009 Oct [cited 18/04/2018]; 107(4): 1095-1104. Available from: <http://www.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappphysiol.00234.2009>
17. Bigelman KA, Fan EH, Chapman DP, Freese EC, Trilk JL, Cureton KJ. Effects of six weeks of quercetin supplementation on physical performance in ROTC cadets. *Mil Med* [Internet]. 2010 Oct [cited 18/04/2018]; 175(10): 791-798. Available from: <https://academic.oup.com/milmed/article/175/10/791/4344652>
18. Sharp MA, Hendrickson NR, Staab JS, McClung HL, Nindl BC, Michniak-Kohn BB. Effects of short-term quercetin supplementation on soldier performance. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2012 Jul [cited 18/04/2018]; 26: 53-60. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22614228>
19. Darvishi L, Ghiasvand R, Hariri M, Askari G, Rezai P, Aghaie M, et al. Quercetin supplementation does not attenuate exercise performance and body composition in young female swimmers. *Int J Prev Med* [Internet]. 2013 Jul [cited 18/04/2018]; 4 (1): 43- 47. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3665024/>
20. Pelletier DM, Lacerte G, Goulet ED. Effects of quercetin supplementation on endurance performance and maximal oxygen consumption: a meta-analysis. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2013 Feb [cited 19/04/2018]; 23(1): 73-82. Available from: <https://journals.humankinetics.com/doi/abs/10.1123/ijsnem.23.1.73>



21. Yamashita H, Goto M, Matsui-Yuasa I, Kojima-Yuasa A. Ecklonia cava polyphenol has a protective effect against ethanol-induced liver injury in a cyclic AMP-dependent manner. *Mar drugs* [Internet]. 2015 Jun [cited 19/04/2018]; 13(6): 3877-3891. Available from: <http://www.mdpi.com/1660-3397/13/6/3877/htm>
22. Oh JK, Shin YO, Yoon JH, Kim SH, Shin HC, Hwang HJ. Effect of supplementation with Ecklonia cava polyphenol on endurance performance of college students. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2010 Feb [cited 19/04/2018]; 20(1): 72-79. Available from: <https://journals.humankinetics.com/doi/abs/10.1123/ijsnem.20.1.72>
23. García-Dávila M, Gutiérrez-Soto G, Estrada-Díaz S, González-Martínez B, Rodríguez-Bies B, Rangel-Colmenero B. Protección antioxidante de zarzamora para disminuir daño muscular en atletas de élite. *Rev Psicol Dep* [Internet]. 2017 [citado 19/04/2018]; 26(2): 157-163. Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/2351/235152045022/>
24. Estrada-Díaz SA, Hernández-Cruz G, Cruz-Castruita RM, Zavala-Flores LM, Rodríguez-Bies E, Rangel-Colmenero BR. Estrés oxidativo y capacidad antioxidante en deportistas con dieta rica en antioxidantes con zarzamora (*Rubus* sp.). *Rev Psicol Dep* [Internet]. 2017 [citado 19/04/2018]; 26 (2): 173-179. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/record/181224>
25. Mach J, Midgley AW, Dank S, Grant RS, Bentley DJ. The effect of antioxidant supplementation on fatigue during exercise: potential role for NAD⁺ (H). *Nutrients* [Internet]. 2010 Mar [cited 19/04/2018]; 2(3): 319-329. Available from: <http://www.mdpi.com/2072-6643/2/3/319/htm>
26. Bentley DJ, Dank S, Coupland R, Midgley A, Spence I. Acute antioxidant supplementation improves endurance performance in trained athletes. *Res Sports Med* [Internet]. 2012 Dec [cited 19/04/2018]; 20(1): 1-12. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15438627.2011.608050>
27. Ackerman J, Clifford T, McNaughton LR, Bentley DJ. The effect of an acute antioxidant supplementation compared with placebo on performance and hormonal response during a high volume resistance training session. *J Int Soc Sports Nutr* [Internet]. 2014 Mar [cited 19/04/2018]; 11(1): 1-8. Available from: <https://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/1550-2783-11-10>
28. Chen S, Kim W, Henning SM, Carpenter CL, Li Z. Arginine and antioxidant supplement on performance in elderly male cyclists: a randomized controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr* [Internet]. 2010 Mar [cited 19/04/2018]; 7(1): 7-13. Available from: <https://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/1550-2783-7-13>
29. Arent SM, Davitt P, Golem DL, Williams CA, McKeever KH, Jaouhari C. The effects of a post-workout nutraceutical drink on body composition, performance and hormonal and biochemical responses in Division I college



- football players. *Comp Exerc Physiol* [Internet]. 2009 May [cited 19/04/2018]; 6(02): 73-80. Available from: <https://www.cambridge.org/core/journals/comparative-exercise-physiology/article/effects-of-a-postworkout-nutraceutical-drink-on-body-composition-performance-and-hormonal-and-biochemical-responses-in-division-i-college-football-players/90DFC30401819FE46BA0F0C7C17BF82A>
30. Arent SM, Pellegrino JK, Williams CA, DiFabio DA, Greenwood JC. Nutritional supplementation, performance, and oxidative stress in college soccer players. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2010 [cited 19/04/2018]; 24(4): 1117-1124. Available from: https://journals.lww.com/nscajscr/Abstract/2010/04000/Nutritional_Supplementation_Performance_and.32.aspx
31. Smith AE, Stout JR, Kendall KL, Fukuda DH, Cramer JT. Exercise-induced oxidative stress: the effects of β -alanine supplementation in women. *Amino Acids* [Internet]. 2012 Nov [cited 19/04/2018]; 43(1): 77-90. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00726-011-1158-x>
32. Furlong J, Rynders CA, Sutherlin M, Patrie J, Katch FI, Hertel J, et al. Effect of an herbal/botanical supplement on strength, balance, and muscle function following 12-weeks of resistance training: a placebo controlled study. *J Int Soc Sports Nutr* [Internet]. 2014 May [cited 19/04/2018]; 11(1): 1-8. Available from: <https://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/1550-2783-11-23>
33. Rynders CA, Weltman JY, Rynders SD, Patrie J, McKnight J, Katch FI, y col. Effect of an herbal/botanical supplement on recovery from delayed onset muscle soreness: a randomized placebo-controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr* [Internet]. 2014 Jun [cited 19/04/2018]; 11(1): 1-9. Available from: <https://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/1550-2783-11-27>
34. García Verazaluce JJ, Vargas MDC, Aguilar MJ, Ocaña F, Sarmiento Á, Guisado R. Efecto del Phlebodium decumanum y de la coenzima Q10 sobre el desempeño físico atlético en jugadores profesionales de voleibol. *Nutr Hosp* [Internet]. 2015 [citado 19/04/2018]; 31(1): 401-414. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112015000100045&script=sci_abstract&lng=en
35. Lafay S, Jan C, Nardon K, Lemaire B, Ibarra A, Roller M, et al. Grape extract improves antioxidant status and physical performance in elite male athletes. *J Sports Sci Med* [Internet]. 2009 Sept [cited 8/0/2018]; 8(3):468-80. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3763295/>
36. Levers K, Dalton R, Galvan E, O'Connor A, Goodenough C, Simbo S, et al. Effects of powdered Montmorency tart cherry supplementation on acute endurance exercise performance in aerobically trained



- individuals. *J Int Soc Sports Nutr* [Internet]. 2016 May [cited 8/0/2018]; 13(22):1-23. Available from: <https://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12970-016-0133-z>
37. Laurino, C, Palmieri B. Zeolite: “the magic stone”; main nutritional, environmental, experimental and clinical fields of application. *Nutr Hosp* [Internet]. 2015 [cited 8/0/2018]; 32(2): 573-581. Available from: <http://www.redalyc.org/html/3092/309243317012/>
38. Lamprecht M, Bogner S, Steinbauer K, Schuetz B, Greilberger JF, Leber B, y col. Effects of zeolite supplementation on parameters of intestinal barrier integrity, inflammation, redoxbiology and performance in aerobically trained subjects. *J Int Soc Sports Nutr* [Internet]. 2015 Oct [cited 8/0/2018]; 12(1): 1-11. Available from: <https://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12970-015-0101-z>
39. Östman B, Sjödin A, Michaëlsson K, Byberg L. Coenzyme Q10 supplementation and exercise-induced oxidative stress in humans. *Nutrition* [Internet]. 2012 Apr [cited 8/0/2018]; 28(4): 403-417. Available from: [http://www.nutritionjrn.com/article/S0899-9007\(11\)00242-5/abstract](http://www.nutritionjrn.com/article/S0899-9007(11)00242-5/abstract)
40. Gharahdaghi N, Shabkhiz F, Azarboo E, Keyhanian A. The effects of daily coenzyme Q10 supplementation on VO₂max, vVO₂max and Intermittent Exercise performance in soccer players. *Life Sci J* [Internet]. 2013 [cited 8/0/2018]; 10(8): 21-28. Available from: [https://www.researchgate.net/profile/Fate](https://www.researchgate.net/profile/Fate-meh-Shabkhiz/publication/257721990_The_Effects_of_Daily_Coenzyme_Q_10_Supplementation_on_VO_2max_vVO_2max_and_Intermittent_Exercise_Performance_in_Soccer_Players/links/00b7d52c286a2b64c2000000.pdf)
41. Vázquez-Velasco M, González-Torres L, Méndez MT, Bastida S, Benedí J, González-Muñoz MJ, et al. Glucomannan and glucomannan plus spirulina-enriched squid-surimi added to high saturated diet affect glycemia, plasma and adipose leptin and adiponectin levels in growing fa/fa rats. *Nutr Hosp* [Internet]. 2015 [cited 8/0/2018]; 32(6): 2718-2724. Available from: <http://www.redalyc.org/html/3092/309243321048/>
42. Hernández-Lepe MA, Wall-Medrano A, Juárez-Oropeza MA, Ramos-Jiménez A, Hernández-Torres RP. Spirulina y su efecto hipolipemiante y antioxidante en humanos: una revisión sistemática. *Nutr Hosp* [Internet]. 2015 [citado 8/0/2018]; 32(2): 494-500. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/3092/309243317004/>
43. Kalafati M, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, Paschalis V, Theodorou AA, Sakellariou G. y col. Ergogenic and antioxidant effects of spirulina supplementation in humans. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2010 [cited 8/0/2018]; 42(1): 142-151. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Giorgos-Sakellariou/publication/40687702_Ergogenic_and_Antioxidant_Effects_of_Spirulina_Supplementation_in_Humans/links/59df218



[8aca27247d7aa8165/Ergogenic-and-Antioxidant-Effects-of-Spirulina-Supplementation-in-Humans.pdf](https://books.google.com/cu/books?id=IUKpDAAAQBAJ&pg=PT158&lpg=PT158&dq=Slattery+KM,+Dascombe+B,+Wallace+LK,+Bentley+DJ,+Coutts+AJ,+Effect+of+N-acetylcysteine+on+cycling+performance+after+intensified+training.+Med+Sci+Sports+Exerc&source=bl&ots=Uz-nbTbL&sig=ACfU3U0MjlmWrzK0U-F2T6H3xACnDiSuW&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjRLeRsNfhAhVhqlkKHXSDEIQ6AEwAnoECAgQAQ#v=onepage&q=Slattery%20KM%20Dascombe%20B%20Wallace%20LK%20Bentley%20DJ%20Coutts%20AJ%20Effect%20of%20N-acetylcysteine%20on%20cycling%20performance%20after%20intensified%20training.%20Med%20Sci%20Sports%20Exerc&f=false)

44. Slattery KM, Dascombe B, Wallace LK, Bentley DJ, Coutts AJ. Effect of N-acetylcysteine on cycling performance after intensified training. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2014 [cited 8/0/2018]; 46(6):1114-1123. Available from: <https://books.google.com/cu/books?id=IUKpDAAAQBAJ&pg=PT158&lpg=PT158&dq=Slattery+KM,+Dascombe+B,+Wallace+LK,+Bentley+DJ,+Coutts+AJ,+Effect+of+N-acetylcysteine+on+cycling+performance+after+intensified+training.+Med+Sci+Sports+Exerc&source=bl&ots=Uz-nbTbL&sig=ACfU3U0MjlmWrzK0U-F2T6H3xACnDiSuW&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjRLeRsNfhAhVhqlkKHXSDEIQ6AEwAnoECAgQAQ#v=onepage&q=Slattery%20KM%20Dascombe%20B%20Wallace%20LK%20Bentley%20DJ%20Coutts%20AJ%20Effect%20of%20N-acetylcysteine%20on%20cycling%20performance%20after%20intensified%20training.%20Med%20Sci%20Sports%20Exerc&f=false>
45. Res PT, Cermak NM, Stinkens R, Tollakson TJ, Haenen GR, Bast A, y col. Astaxanthin supplementation does not augment fat use or improve endurance performance. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2013 [cited 8/0/2018]; 45(6): 1158-1165. Available from: https://www.academia.edu/22248295/Astaxanthin_Supplementation_Does_Not_Augment_Fat_Use_or_Improve_Endurance_Performance
46. Toscano LT, Tavares RL, Toscano LT, Silva CSOD, Almeida AEMD, Biasoto ACT, y col. Potential ergogenic activity of grape juice in runners. *Appl Physiol, Nutr Metab* [Internet]. 2015 [cited 8/0/2018]; 40(9): 899-906. Available from: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/apnm-2015-0152#.Wopw26inG1s>
47. Porcelli S, Pugliese L, Rejc E, Pavei G, Bonato M, Montorsi M, y col. Effects of a short-term high-nitrate diet on exercise performance. *Nutrients* [Internet]. 2016 [cited 8/0/2018]; 8(9):534. Available from: <http://www.mdpi.com/2072-6643/8/9/534/htm>
48. Mashhadi NS, Ghiasvand R, Hariri M, Askari G, Feizi A, Darvishi L, et al. Effect of ginger and cinnamon intake on oxidative stress and exercise performance and body composition in Iranian female athletes. *Int J Prev Med* [Internet]. 2013 Apr [cited 8/0/2018];4(1):31-35. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3665022/>
49. Smith-Ryan AE, Fukuda DH, Stout JR, Kendall KL. High-velocity intermittent running: effects of beta-alanine supplementation. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2012 Oct [cited 8/0/2018]; 26(10):2798-2005. Available from: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2012/10000/High_Velocity_Intermittent_Running_Effects_of.25.aspx



Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Contribución de autoría

Todos los autores participamos en la discusión de los resultados y hemos leído, revisado y aprobado el texto final del artículo.

