



Eficacia de la suplementación de beta-alanina en la fatiga muscular por entrenamientos de fuerza

Efficacy of beta-alanine supplementation in muscle fatigue during strength training

Eficácia da suplementação de beta-alanina na fadiga muscular devido ao treino de força

Diego Fernando Cayancela-Tituaña^I
dcayancela7480@uta.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8775-5382>

Katherine Yaritza Girón-Saltos^{II}
ky.giron@uta.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0007-3867-7550>

Correspondencia: dcayancela7480@uta.edu.ec

Ciencias de la Salud
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 15 de agosto de 2024 * **Aceptado:** 19 de septiembre de 2024 * **Publicado:** 23 de octubre de 2024

- I. Facultad de Ciencias de la Salud, Nutrición y Dietética, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- II. Facultad de Ciencias de la Salud, Nutrición y Dietética, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

Resumen

El entrenamiento de fuerza es importante en el régimen de entrenamiento de atletas que buscan mejorar la composición corporal, el rendimiento y resistencia física. Pero surge un problema, que es el manejo de la fatiga muscular, la cual limite la eficacia de los entrenamientos prologando los periodos de recuperación muscular. Los suplementos deportivos ayudan aumentar la vasodilatación y la producción de óxido nítrico, y esto es debido a varios tipos de aminoácidos, como lo son la Beta- Alanina y la L-arginina, ya que favorecen al aporte de nutrientes y oxígenos a los vasos sanguíneos y así incrementar la disminución de la fatiga. El objetivo principal del estudio es analizar la eficacia de la Beta-Alanina en reducción de la fatiga muscular entrenamientos de fuerza, para ello se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos reconocidas como Elsevier, Scielo, Scopus y PubMed. Los resultados obtenidos demuestran reportar mejoras significativas en la resistencia y el rendimiento muscular tras la suplementación con dosis que oscilan entre 2,4 g/día y 6,4 g/día durante periodos de 4 a 10 semanas, por lo que se concluye que la suplementación con Beta-Alanina puede mejorar el rendimiento en ejercicios de fuerza, en particular al reducir la fatiga muscular y aumentar la masa muscular magra y la fuerza.

Palabras claves: beta- alanina; fatiga muscular; entrenamiento de fuerza.

Abstract

Strength training is an important part of the training regimen of athletes seeking to improve body composition, performance and physical endurance. However, a problem arises, which is the management of muscle fatigue, which limits the effectiveness of training by prolonging muscle recovery periods. Sports supplements help increase vasodilation and nitric oxide production, and this is due to several types of amino acids, such as Beta-Alanine and L-arginine, since they favor the supply of nutrients and oxygen to blood vessels and thus increase the decrease in fatigue. The main objective of the study is to analyze the effectiveness of Beta-Alanine in reducing muscle fatigue in strength training, for which a bibliographic review was carried out in recognized databases such as Elsevier, Scielo, Scopus and PubMed. The results obtained demonstrate significant improvements in muscle endurance and performance after supplementation with doses ranging from 2.4 g/day to 6.4 g/day for periods of 4 to 10 weeks, thus concluding that supplementation with Beta-Alanine can improve performance in strength exercises, particularly by reducing muscle fatigue and increasing lean muscle mass and strength.

Keywords: beta-alanine; muscle fatigue; strength training.

Resumo

O treino de força é importante no regime de treino dos atletas que procuram melhorar a composição corporal, o desempenho e a resistência física. Mas surge um problema que é a gestão da fadiga muscular, que limita a eficácia do treino ao prolongar os períodos de recuperação muscular. Os suplementos desportivos ajudam a aumentar a vasodilatação e a produção de óxido nítrico, e isto deve-se a vários tipos de aminoácidos, como a Beta-Alanina e a L-arginina, pois favorecem o fornecimento de nutrientes e oxigénio aos vasos sanguíneos e assim aumentam . O principal objetivo do estudo é analisar a eficácia da Beta-Alanina na redução da fadiga muscular durante o treino de força. Para tal, foi realizada uma revisão bibliográfica em bases de dados reconhecidas como a Elsevier, Scielo, Scopus e PubMed. Os resultados obtidos mostram melhorias significativas na resistência e no desempenho muscular após a suplementação com doses que variaram entre 2,4 g/dia e 6,4 g/dia por períodos de 4 a 10 semanas, pelo que se conclui que a suplementação de Beta-A Alanina pode melhorar o desempenho em exercícios de força, particularmente reduzindo a fadiga muscular e aumentando a massa e a força muscular magra.

Palavras-chave: beta-alanina; fadiga muscular; treino de força.

Introducción

El entrenamiento de fuerza es importante en el régimen de entrenamiento de atletas que buscan mejorar la composición corporal, el rendimiento y resistencia física. Pero surge un problema, que es el manejo de la fatiga muscular, la cual limite la eficacia de los entrenamientos prologando los periodos de recuperación muscular. Ya que, Los ejercicios intensos requieren mucha energía y producen acumulación de metabolitos en los músculos. Durante el ejercicio intenso, se acumulan rápidamente lactato e hidrogeniones. La acumulación de metabolitos reduce el pH y puede causar acidosis metabólica si no se eliminan adecuadamente. Afectando negativamente al músculo y causando fatiga. La acumulación de hidrogeno en el músculo afecta su funcionamiento al interferir con varias reacciones. Recientemente, se ha encontrado evidencia de que la acumulación de Hidrogeno en la sangre puede influir en la percepción del esfuerzo durante el ejercicio de alta intensidad y contribuir a la fatiga.¹ Por otra parte, se afirma que la fatiga muscular es la disminución

de las propiedades contráctiles del músculo a niveles fisiológicos, neurofisiológicos y neuromuscular. Este último ocasiona una fatiga en áreas motoras del cerebro y vías de excitación.

La fatiga muscular según el autor Martínez (2019)³. Se clasifica en:

- Fatiga muscular periférica
- Fatiga muscular central

La fatiga periférica ocurre en el cuerpo fuera del sistema nervioso central. Específicamente en el sistema muscular y se manifiesta por síntomas como la tensión de fibras musculares, la disminución de la amplitud de la contracción muscular, etc.

La fatiga periférica, se divide en dos tipos de fatiga

- Fatiga aguda muscular
- Fatiga crónica muscular

Tabla 1. Tipos de fatigas musculares periféricas

Fatiga aguda

Surge durante la actividad física, mientras que el entrenamiento, la práctica o la competición provocan un deterioro eficaz. Estos pueden ser de corta o larga duración, locales o generales, si la carga está bien dosificada y aplicada, la estimulación es nivelada, por ende, la tolerancia al ejercicio tendrá un efecto supercompensatorio.³

Fatiga crónica

Este tipo de fatiga ocurre gradualmente, como resultado de un largo e intenso proceso de entrenamiento provoca fatiga constante, lo que lleva al deterioro rendimiento y puede conducir al síndrome de sobre entrenamiento.³

Fuente: Martínez (2019). Elaboración propia.

Mientras, que el concepto de fatiga central se asocia a alteraciones funcionales en el sistema nervioso central, las causas de la aparición de fatiga muscular central son: (ver tabla 2)

Tabla 2. causas de fatiga central muscular

La activación neuronal está alterada.
Inhibición de aferentes y terminaciones nerviosas musculares.
Reduce la excitabilidad de las neuronas motoras
Cambia la transmisión de los impulsos nerviosos
Ocasiona daño presináptico

Fuente: Martínez (2020). Elaboración propia.

Por ende, durante años se ha trabajado en la elaboración de suplementos deportivos para contrarrestar la fatiga muscular que se produce durante los entrenamientos de fuerza. Los

suplementos deportivos son importantes en planes nutricionales para atletas de alto rendimiento. Se considera suplemento, todo aquel “componente alimentario o nutriente” que se ingiere además de la alimentación habitual con el principal beneficio de lograr un mejor rendimiento al momento de realizar actividades deportivas.

Los suplementos para mejorar el rendimiento físico durante el ejercicio de fuerza tienen en su mayoría ingredientes, como minerales, aminoácidos, carbohidratos, azúcares y proteínas. Estos suplementos se encuentran en el mercado del fisicoculturismo de distintas formas, desde comprimidos líquidos hasta polvos.⁵ Los suplementos deportivos se conocen como ayudas ergogénicas.

Entre los suplementos deportivos con mayor acogida y reconocimiento en el mundo deportivo son aquellos que contienen aminoácidos de cadena ramificada, son consumidos por la mayoría de los atletas que realizan actividad física de fuerza, ya que, ayudan al aumento de masa muscular, recuperación y regeneración muscular.

Entre los objetivos principales que los suplementos deportivos buscan obtener o conseguir en el deportista son:

- Aumento de la reserva de energía
- Aumento de fuerza e hipertrofia muscular
- Reducir el tiempo de recuperación
- Inhibir la fatiga muscular durante la actividad física
- Evitar la deshidratación

Según estudios, los suplementos deportivos ayudan a aumentar la vasodilatación y la producción de óxido nítrico, y esto es debido a varios tipos de aminoácidos, como lo son la Beta- Alanina y la L-arginina, ya que favorecen al aporte de nutrientes y oxígeno a los vasos sanguíneos y así incrementar la disminución de la fatiga. Además, también ayudan a aumentar la concentración de iones en el músculo, la Beta- Alanina permite el retraso de acidez muscular.

La Beta- Alanina, en la actualidad es uno de los suplementos ergogénicos más usados por deportistas de alto rendimiento. La Beta- Alanina es un aminoácido no esencial que está presente en la carnosina, la carnosina es un dipéptido que se encuentra en el organismo y funciona como un regulador del pH a nivel intramolecular. La Beta- Alanina es un precursor de la síntesis de carnosina, puesto que la carnosina tiene mayor afinidad por este aminoácido no esencial que por la

histidina. Las investigaciones que se han realizado durante años acerca de la Beta-Alanina concluyen que este aminoácido puede mejorar los niveles de carnosina, y controlar la acidosis que se induce al momento de la actividad física.

El mecanismo de acción de la Beta- Alanina es:

- Interviene en la regulación de pH intracelular
- Aumenta la sensibilidad de las fibras musculares tanto del tipo 1 y 2
- Actúa en el intercambio de iones
- Compite en la unión de proteínas

Entre los efectos beneficiosos de la Beta- Alanina se encuentra que mejora el rendimiento durante las actividades intermitentes o continuas de entre 50 segundos y 15 minutos de duración, inhibe la fatiga neuromuscular, sobre todo en adultos mayores y se evidencia efectos pronunciados en actividades físicas con duración de entre 2 a 5 minutos.¹¹ Finalmente, la dosis recomendada de Beta-Alanina es entre 4,8- 6,4 g/día, distribuidas en un total de 4 tomas y puede ser efectiva tras una suplementación entre unas 4 a 10 semanas.¹¹

Materiales y Métodos

El presente estudio es de revisión bibliográfica para el estudio de la eficacia en la suplementación de Beta- Alanina para la reducción de la fatiga muscular durante los entrenamientos de fuerza. Para la búsqueda bibliografía se recolecto artículos publicados tanto en español e inglés, en el que se incluyeron trabajos de 10 a 15 años atrás, en las bases Elsevier, Scielo, Scopus y PubMed. Se emplearon las palabras claves: “Fatiga muscular”, “suplementos deportivos” “Beta- Alanina”, “entrenamiento de fuerza”. Empleando los siguientes términos de criterios de exclusión:

- Artículos in vivo que hayan sido realizado en roedores
- Artículos que no usaban en su protocolo la Beta-Alanina como suplemento
- Artículos que no hayan incluido actividad física de fuerza

Resultados y Discusión

Tabla 3. Resultados de estudios recolectados acerca de beta-alanina y su aporte a la disminución de la fatiga muscular durante los entrenamientos de fuerza.

Autores	Año	Tamaño de la muestra	Dosis	Duración	Resultados principales	Referencia
Hoffman et al.	2008	8 hombres	4,8 g/día	30 días	La suplementación continua con Beta-Alanina mejora relativamente la resistencia muscular durante el entrenamiento	(12)
Smith et al.	2009	46 hombres	6 g/ día	8 semanas	La Beta- Alanina mejora el rendimiento y resistencia muscular durante las actividades de fuerza.	(13)
Kern et al.	2011	15 jugadores de futbol americano	4g/ día	8 semanas	La Beta- Alanina aumentó el rendimiento y estimulación de masa magra en un corto periodo.	(14)
Kwang et al.	2018	19 boxeadores masculinos	5.4g/día	10 semanas	Los boxeadores que consumieron Beta-Alanina demostraron mejor rendimiento físico durante la competencia	(15)
Win et al	2007	15 atletas masculinos	4,8g/día	4 semanas	Se identifico un aumento de la carnosina, por ende, atenuó levemente la fatiga muscular	(16)
Ducker et al.	2013	16 hombres entrenados	4,6 g/ día		No hubo una mejora en el rendimiento deportivo ni disminución de la fatiga muscular	(17)

Craig et al.	2012	13 hombres que realizan actividad física constantemente	6,4 g/ día	4 semanas	Se concluyo en este estudio que la Beta-Alanina mejora la resistencia de los extensores de la rodilla y una mejor regulación del pH dentro de las células musculares.	(18)
Baguet et al.	2009	14 estudiantes varones de educación física	4,8 g/día	4 semanas	Hubo una reducción de acidosis atenuando la caída del pH sanguíneo	(19)
Van et al.	2009	8 ciclistas moderadamente entrenados	2,4 g/ día	Realizaron 10 minutos sprint isocinético de 30 segundos	La suplementación oral con Beta- Alanina puede mejorar mínimamente el rendimiento en el sprint al final de una serie de ejercicio de resistencia exhaustiva.	(20)
Carpentier et al.	2015	27 hombres y mujeres jóvenes que entrenan regularmente ejercicios de fuerza	4 g/día	8 semanas	La Beta- Alanina ayudo a los deportistas en la disminución de la fatiga muscular y mejora de la fuerza	(21)
Outlaw et al.	2016	16 mujeres universitarias que no entrenan	3,4 g/día	8 semanas	El suplemento de Beta- Alanina puede ser efectivo para mejorar la resistencia e inhibir la fatiga muscular	(22)
Church et al.	2017	18 hombres y 12 mujeres	4,6 g/ día	4 semanas	La Beta- Alanina acelera el aumento de la carnosina en el musculo.	(23)
Varanoske et al.	2017	12 mujeres y 12 hombres	5g/ día	28 días	La suplementación con Beta- Alanina aumento la carnosina y atenuó la fatiga muscular	(24)

Saunders et al.	2017	25 hombres activos	6g/ día	24 semanas	La suplementación con Beta- Alanina aumento el contenido de carnosina muscular.	(25)
Mate et al.	2018	30 hombres sanos que entrenan fuerza	6,4 g/día	5 semanas	La suplementación con Beta- Alanina aumento la producción de potencia al levantar las cargas.	(26)
Roveratti et al.	2019	24 hombres que no han entrenado antes realizaron una sesión de ejercicios de alta intensidad	4,8g/día	28 días	La Beta- Alanina no ayuda a la recuperación muscular después de una sesión de alta intensidad en jóvenes que no hayan entrenado antes	(27)
Basinello et al.	2019	20 hombres que entrenan fuerza de manera recreativa	6,4 g/día	4 semanas	Se concluyo en este estudio que 4 semanas de suplementación con Beta- Alanina mejoro el rendimiento de resistencia isométrica.	(28)
Hobson	2014	31 hombres que realizan actividad de fuerza	6g/día	8 semanas	Se evidencio un aumento de la fuerza y disminución de fatiga muscular durante el entrenamiento	(29)
Kendrick et al.	2008	26 estudiantes de ciencias del deporte	6,4g/ día	10 semanas	No hubo aumento de masa magra, ni fuerza, los autores concluyen que 10 semanas de entrenamiento no son suficientes. Pero, lo que si se evidencio es que la Beta- Alanina inhibió la fatiga muscular y eso que la mayoría realizaron repeticiones al “fallo”	(30)

Elaboración propia.

La presente revisión ha ido examinada la eficacia de la suplementación con un suplemento deportivo, la Beta- Alanina en la reducción de la fatiga muscular durante la realización de

entrenamiento de fuerzas. Los estudios que se han incluido (12-30) proporcionan una información variada para la evaluación de los efectos ergogénicos acerca de este suplemento, utilizado ampliamente en el mundo deportivo de alta intensidad.

En un estudio llevado a cabo por Hoffman et al. (2008)¹², se observó que la suplementación continua con 4,8 g/día de beta-alanina durante un mes mejoró significativamente la resistencia muscular en un grupo de hombres durante sesiones de entrenamiento. Esta observación coincide con los hallazgos de Smith et al. (2009)¹³, quienes notaron mejoras en el rendimiento y la resistencia muscular en hombres que consumieron 6 gramos diarios durante ocho semanas.

Por otro lado, Kern et al. (2011)¹⁴ reportaron que la beta-alanina no solo mejoró el rendimiento en jugadores de fútbol americano, sino que también estimuló el aumento de masa magra en un período relativamente corto de ocho semanas con una dosis de 4 g/día. En un estudio similar, Kwang et al. (2018)¹⁵ encontraron que los boxeadores que consumieron 5.4 g/día de beta-alanina durante diez semanas mostraron un rendimiento físico superior durante la competencia.

Sin embargo, no todos los estudios reportan efectos positivos de la beta-alanina. Ducker et al. (2013)¹⁷ no encontraron mejoras en el rendimiento deportivo ni en la reducción de la fatiga muscular en hombres entrenados que consumieron 4,6 g/día. Este resultado sugiere que los efectos de la beta-alanina pueden variar dependiendo de la población estudiada y las condiciones del entrenamiento. Como en el estudio del autor Roveratti et al. (2019) que concluyó en que la Beta-Alanina no es efectiva para ayudar en la recuperación muscular después de una sesión de alta intensidad en individuos no entrenados.²⁷

Adicionalmente, Win et al. (2007)¹⁶ y Craig et al. (2012)¹⁸ proporcionaron evidencia de que la beta-alanina puede mejorar los procesos bioquímicos intramusculares, como el aumento de la carnosina y una mejor regulación del pH, que son fundamentales para la resistencia muscular y la capacidad de realizar ejercicios de alta intensidad.

Por último, en el estudio de Baguet et al. (2009) y Van et al. (2009), se destacó que la beta-alanina puede ser particularmente útil para reducir la acidosis y mejorar el rendimiento en sprints, lo cual es importantes para deportes que demandan ráfagas de alta intensidad.

Conclusión

En conclusión, según los resultados que se obtuvieron mediante la revisión sistemática y de meta-análisis se mencionó que la suplementación con Beta-Alanina podría ser beneficiosa para el

mejoramiento en el rendimiento de ejercicios de fuerza, específicamente en la reducción de la fatiga muscular y el aumento de masa muscular magra. Las evidencias científicas sugieren que la Beta-Alanina posee un efecto positivo en la tolerancia al ejercicio intenso y podría ser un suplemento valioso para atletas que buscan su recuperación y rendimiento durante la actividad física. Pero, es evidente que la respuesta que esperamos de la suplementación podría variar considerablemente por factores individuales como las características fisiológicas del deportista, la dosificación, duración del uso e intensidad del régimen de entrenamiento. En resumen, se recomienda que la suplementación con Beta-Alanina se ajuste de forma personalizada, según las necesidades fisiológicas y nutricionales del deportista.

Referencias

1. Ojeda AH, Montilla OC, Maliqueo SG, Aguilera CJ, Kloss RF, Barrilao RG. Efectos de la suplementación aguda con beta-alanina sobre una prueba de tiempo límite a velocidad aeróbica máxima en atletas de resistencia. *Nutrición Hospitalaria*. 2020;33(6).
2. de Haro FTL. ANÁLISIS DE LA FATIGA MUSCULAR Y LA PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO EN DIFERENTES PROTOCOLOS DE ENTRENAMIENTO EN EL EJERCICIO DE SENTADILLA [Internet]. 2022. Disponible en: https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/15560/1/TDUEX_2022_Torres_Lopez%20de%20Haro.pdf
3. Mesa JAM. FATIGA. TIPOS Y CAUSAS. *Rev Cub Med Dep & Cul Fís*. 2020;8(3).
4. Bonilla AH, Rodríguez DPC. Guía de suplementación para profesionales de la salud y deporte: suplementos con nivel de evidencia fuerte. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*. 2023;6(4).
5. NIH. Datos sobre los suplementos dietéticos para mejorar el ejercicio y el rendimiento físico [Internet]. 2020. Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/ExercisePerformance-DatosEnEspanol.pdf>
6. Carrasco MRA. LA NUTRICIÓN, SUPLEMENTACIÓN E HIDRATACIÓN EN EL ÁMBITO DEPORTIVO COMO BASE EN EL FÍSICO CULTURISMO. *Revista de Investigación Talentos*. 2020;7(1).

7. Blancoa JR, Linares IP. Efectos de los suplementos de proteína y aminoácidos de cadena ramificada en entrenamiento de fuerza: revisión bibliográfica. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. 2019;21(1).
8. Jerez MH. Formulaciones en alimentación y suplementación deportiva [Internet]. 2019. Disponible en: <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/149067/2/FormulacionesenAlimentacionYSuplementacionDeportiva.pdf>
9. Contreras O, Ojeda ÁCH, Jorquera C. Efectos de la suplementación aguda con Beta-Alanina sobre una prueba de Tiempo Límite a velocidad aeróbica máxima en atletas de resistencia. En 2019. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/332403428_Efectos_de_la_suplementacion_aguda_con_Beta-Alanina_sobre_una_prueba_de_Tiempo_Limite_a_velocidad_aerobica_maxima_en_atletas_de_resistencia
10. Moriones VS, Santos JI. Ayudas ergogénicas en el deporte. *Nutrición Hospitalaria*. 2019;34(1).
11. Manonelles P. Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte - 2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. *Arch Med Deporte*. 2019;36(1).
12. Hoffman J, Ratamess NA, Ross R, Kang J, Magrelli J, Neese K, et al. Beta-alanine and the hormonal response to exercise. *Thieme*. 2008;29(12).
13. Smith AE, Walter AA, Graef JL, Kristina L Kendall JRM, Lockwood CM, Fukuda DH, et al. Effects of beta-alanine supplementation and high-intensity interval training on endurance performance and body composition in men; a double-blind trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2009;6.
14. Kern BD, Robinson TL. Effects of β -alanine supplementation on performance and body composition in collegiate wrestlers and football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011;25(7).
15. Kim KJ, Song HS, Yoon DH, Fukuda DH, Kim SH, Park DH. The effects of 10 weeks of β -alanine supplementation on peak power, power drop, and lactate response in Korean national team boxers. *Journal of Exercise Rehabilitation*. 2018;14(6).

16. Derave W, Ozdemir MS, Harris RC, Pottier A, Reyngoudt H, Koppo K, et al. beta-Alanine supplementation augments muscle carnosine content and attenuates fatigue during repeated isokinetic contraction bouts in trained sprinters. *J Appl Physiol*. 2007;103(5).
17. Ducker KJ, Brian Dawson KEW. Effect of Beta alanine and sodium bicarbonate supplementation on repeated-sprint performance. *J Strength Cond Res*. 2013;27(12).
18. Sale C, Hill CA, Ponte J, Harris RC. β -alanine supplementation improves isometric endurance of the knee extensor muscles. *J Int Soc Sports Nutr*. 2012;9(1).
19. Baguet A, Katrien Koppo AP, Derave W. Beta-alanine supplementation reduces acidosis but not oxygen uptake response during high-intensity cycling exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2009;108(3).
20. Van Thienen R, Van Proeyen K, Vanden Eynde B, Puype J, Lefere T, Hespel P. Beta-alanine improves sprint performance in endurance cycling. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(4).
21. Carpentier A, Olbrechts N, Poortmans SVJ. β -Alanine supplementation slightly enhances repeated plyometric performance after high-intensity training in humans. *Amino Acids*. 2015;47(7).
22. Outlaw JJ, Smith Ryan AE, Buckley AL, Urbina SL, Hayward S, Wingfield HL, et al. Effects of β -Alanine on Body Composition and Performance Measures in Collegiate Women. *J Strength Cond Res*. 2016;30(9).
23. Church DD, Hoffman JR, Varanoske AN, Wang R, Baker KM, La Monica MB, et al. Comparison of Two β -Alanine Dosing Protocols on Muscle Carnosine Elevations. *J Am Coll Nutr*. 2017;36(8).
24. Varanoske AN, Hoffman JR, Church DD, Coker NA, Baker KM, Dodd SJ, et al. β -Alanine supplementation elevates intramuscular carnosine content and attenuates fatigue in men and women similarly but does not change muscle l-histidine content. *Nutr Res*. 2017;48.
25. Saunders B, DE Salles Painelli V, DE Oliveira LF, DA Eira Silva V, DA Silva RP, Riani L, et al. Twenty-four Weeks of β -Alanine Supplementation on Carnosine Content, Related Genes, and Exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2017;49(5).
26. Muñoz JLM, Lougedo JH, Garnacho Castaño MV, Herreros PV, Del Carmen Lozano Estevan M, Fernández PG, et al. Effects of β -alanine supplementation during a 5-week strength training program: a randomized, controlled study. *J Int Soc Sports Nutr*. 2018;25(15).

27. Roveratti MC, Jacinto JL, Oliveira DB, da Silva RA, Andraus RAC, de Oliveira EP, et al. Effects of beta-alanine supplementation on muscle function during recovery from resistance exercise in young adults. *Amino Acids*. 2019;51(4).
28. Bassinello D, de Salles Painelli V, Dolan E, Lixandrão M, Cajueiro M, de Capitani M, et al. Beta-alanine supplementation improves isometric, but not isotonic or isokinetic strength endurance in recreationally strength-trained young men. *Amino Acids*. 2019;51(1).
29. Hobson RM, Saunders B, Ball G, Harris RC. Effects of β -alanine supplementation on exercise performance: a meta-analysis. *Amino Acids*. 2012;43(1).
30. Kendrick IP, Harris RC, Kim HJ, Kim CK, Dang VH, Lam TQ, et al. The effects of 10 weeks of resistance training combined with beta-alanine supplementation on whole body strength, force production, muscular endurance, and body composition. *Amino Acids*. 2008;34(4).

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).