

MENTOR

Revista de Investigación Educativa y Deportiva

Volumen 5

Número
Especial 2

2026

Director: Ph.D. Richar Posso Pacheco
Email: rjposso@revistamentor.ec
Web: <https://revistamentor.ec/>

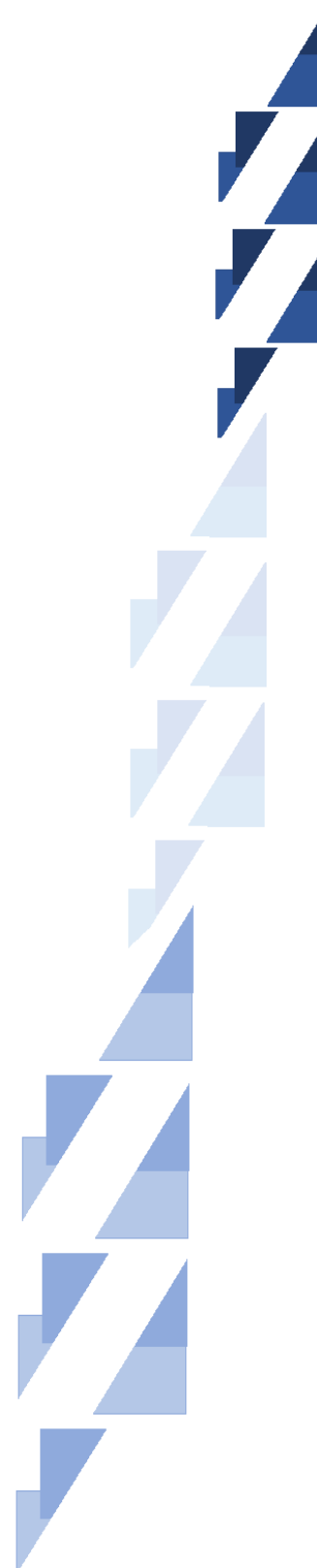
Editora en Jefe: Ph.D. Susana Paz Viteri

Coordinador Editorial: Ph.D. (c) Josue Marcillo Ñacato

Coordinadora Comité Científico: Ph.D. Laura Barba Miranda

Coordinadora Comité de Editores: Msc. María Gladys Córdor Chicaiza

Coordinador del Consejo de Revisores: Ph.D. Javier Fernández-Rio



Revisión

Efficacy and Safety of Pre-Workout Supplement Ingredients: A review

Eficacia y seguridad de los ingredientes de los suplementos Pre-entreno: una revisión

Katia Zayas-Ferral ¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9153-9194>

Anthony Meneses ²

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2676-8717>

Eduardo Lome-Gutiérrez ²

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9809-4050>

Elena Soto-Vega ^{1,2}

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3106-0789>

Universidad de la Salud del Estado de Puebla. Puebla, México¹

Universidad Anáhuac Puebla. Puebla, México²

Autor de correspondencia

elena.soto20@anahuac.mx

Recibido: 03-02-2026

Aceptado: 10-04-2026

Disponible en línea: 15-04-2026

Abstract

In recent years, there has been a proliferation in gyms of the search for nutritional strategies to improve sports performance, such as the use of pre-workout supplements. The objective of this study was to analyze the safety profile of pre-workout supplements to establish clear, evidence-based criteria to guide athletes in their consumption. To this end, a narrative literature review was conducted. The results show that creatine, caffeine, and beta-alanine have the strongest evidence for both ergogenic efficacy and safety profile, being well tolerated at recommended doses. In contrast, L-arginine, alpha-ketoglutarate, L-lysine, and L-tyrosine (for physical performance) present weak or null evidence of efficacy in trained athletes. L-arginine stands out, showing formal contraindications (acute myocardial infarction, herpes) and serious drug interactions (antihypertensives, anticoagulants, sildenafil). Evidence on the long-term safety of multi-ingredient formulas is scarce. It is concluded that only a limited subset of components justifies their ergogenic use, and decision-making regarding the consumption of these products requires a critical and individualized assessment by health professionals.

Keywords: Pre-workout supplements, Athletic performance, adverse effects, Safety, efficacy.

Resumen

En los últimos años, ha proliferado en los gimnasios la búsqueda de estrategias nutricionales para mejorar el rendimiento deportivo, como el uso de suplementos pre-entreno. El objetivo de este trabajo fue analizar el perfil de seguridad de los suplementos pre-entreno para establecer criterios claros y basados en la evidencia para orientar a los atletas en su consumo. Para ello se realizó una revisión narrativa de la literatura. Los resultados muestran que creatina, cafeína y beta-alanina cuentan con la evidencia más sólida tanto en eficacia ergogénica como en perfil de seguridad, siendo bien tolerados en dosis recomendadas. En cambio, la L-arginina, el alfa-cetoglutarato, la L-lisina y la L-tirosina (para rendimiento físico) presentan evidencia débil o nula de eficacia en deportistas entrenados. Destaca especialmente la L-arginina, que muestra contraindicaciones formales (infarto agudo de miocardio, herpes) e interacciones farmacológicas graves (antihipertensivos, anticoagulantes, sildenafil). La evidencia sobre seguridad a largo plazo de las fórmulas multi-ingrediente es escasa. Se concluye que solo un subconjunto limitado de componentes justifica su uso ergogénico, y la toma de decisiones sobre el consumo de estos productos exige una valoración crítica e individualizada por profesionales de la salud.

Palabras clave: Suplementos pre-entreno, Rendimiento Deportivo, efectos adversos, Seguridad, Eficacia.

Introducción

En los últimos años, ha proliferado en los gimnasios, la búsqueda de estrategias nutricionales para mejorar el rendimiento deportivo, como el uso de suplementos conocidos como pre-entreno (del inglés *pre-workout*). Estos productos se caracterizan por su ingesta previa a una sesión de ejercicio de fuerza o actividad física, con el objetivo principal de incrementar la contractilidad muscular y el rendimiento general, así como de mejorar el rendimiento cognitivo y físico. La definición de suplemento alimenticio ha sido establecida en diferentes marcos normativos. En la Unión Europea, la Directiva 2002/46/EC los define como productos alimenticios destinados a complementar la dieta (European Parliament and Council of the European Union, 2002). En Estados Unidos, el Dietary Supplement Health and Education Act de 1994 los clasifica como productos que contienen ingredientes dietéticos como vitaminas, minerales, aminoácidos, hierbas o botánicos (DSHEA, 1994). En el caso de los suplementos pre-entreno, sus formulaciones buscan optimizar parámetros como la energía, la concentración mental, la fuerza y la resistencia durante la práctica deportiva. Algunos estudios sugieren que la ingesta de ciertos suplementos pre-entreno (como cafeína o citrulina) entre 30 y 60 minutos antes del ejercicio podría optimizar su absorción y efecto ergogénico, aunque el tiempo óptimo puede variar según el compuesto y la forma farmacéutica (Guest et al, 2021; Spriet, 2014).

Los principales ingredientes de los suplementos pre-entreno incluyen L-arginina, L-Lisina, cafeína, alfa-cetoglutarato, beta-alanina, creatina, taurina, tirosina entre otros (Harty PS, 2018), Aunque los efectos de estos compuestos se han estudiado de forma aislada, la evidencia sobre los riesgos de su consumo combinado de múltiples ingredientes activos en suplementos pre-entreno es limitada en humanos., tal como se señala en la revisión sistemática de Eudy (Eudy et al, 2013), No obstante, estudios preclínicos en modelos animales asocian la ingesta de algunos de estos componentes, específicamente la L-arginina y sus derivados, con el desarrollo de pancreatitis aguda. Estos compuestos ejercen diferentes efectos en las células acinares pancreáticas, lo que puede desencadenar procesos de inflamación o necróticos (Kui et al, 2014).

Uno de los principales problemas asociados a estos suplementos es su comercialización como fórmulas multi-ingredientes (Multi-ingredient pre-workout supplements, MIPS), diseñadas para producir efectos sinérgicos que mejoren el rendimiento físico. Sin embargo, su perfil de seguridad en humanos está insuficientemente caracterizado para ciertos ingredientes o combinaciones, especialmente a dosis elevadas o en consumo crónico. A diferencia de los fármacos, que requieren de ensayos clínicos rigurosos para demostrar su seguridad y eficacia antes de su comercialización, los suplementos nutricionales -incluyendo los MIPS- no están sujetos a un proceso de regulación y autorización equivalente. Esta falta de supervisión regulatoria persiste incluso ante reportes en la literatura médica que documentan efectos adversos vinculados a su uso. La evidencia disponible sobre los MIPS se limita predominantemente a estudios de corto plazo, y se carece de investigaciones que evalúen sus consecuencias a largo plazo. Por ejemplo, se han

publicado casos que asocian el consumo de MIPS que contienen ingredientes como naranja amarga (*Citrus aurantium*), cafeína y precursores de óxido nítrico con eventos cardiovasculares adversos (Wang, 2020).

El objetivo de este trabajo fue analizar el perfil de seguridad de los suplementos pre-entreno para establecer criterios claros y basados en la evidencia para orientar a los atletas en su consumo.

Metodología

El presente estudio constituye una revisión narrativa de la literatura. Dado el amplio espectro de ingredientes y la diversidad de diseños de estudio en la literatura sobre suplementos multi-ingredientes pre-entreno, se optó por una síntesis descriptiva y crítica de la evidencia disponible. Este enfoque permitió integrar hallazgos de diferentes tipos de estudios, para ofrecer una visión comprehensiva del perfil de seguridad de estos productos, aunque no sigue la metodología estricta de una revisión sistemática. La búsqueda bibliográfica se realizó en febrero de 2026 en las siguientes bases de datos PubMed/MEDLINE. Adicionalmente, se consultó Google Scholar para identificar publicaciones que pudieran no estar indexadas en las bases principales, aunque su uso fue complementario.

La estrategia de búsqueda combinó términos controlados (MeSH en PubMed) y palabras clave libres en inglés y español, utilizando operadores booleanos. La estrategia se diseñó para identificar estudios que evaluaran la seguridad de los suplementos pre-entreno, ya sea como productos multiingrediente o a través de sus componentes individuales. Se combinaron dos bloques conceptuales mediante el operador OR:

Bloque 1 (suplementos multiingrediente): términos en título/resumen “pre-workout”, “multi-ingredient supplement” o “MIPS”, junto con términos de seguridad (“adverse effects”, “safety”, “Drug related side effects and Adverse reactions”

Bloque 2 (ingredientes individuales): términos MeSH “L-arginine”, “Citrulline”, “Caffeine”, “beta-Alanine” y “Creatine”

Esta estrategia fue adaptada para cada base de datos consultada. Se estableció un periodo de búsqueda desde el 1 de enero de 2000 hasta el febrero de 2026, con el fin de capturar la evolución de la investigación sobre estos suplementos en las últimas décadas.

Se establecieron los siguientes criterios de elegibilidad: Se incluyeron estudios originales, reportes de casos, cartas al editor que documenten efectos adversos, y revisiones sistemáticas publicadas en revistas revisadas por pares, así como artículos publicados en inglés o español que

evaluaran suplementos pre-entreno, estudios que reportaran datos sobre mecanismos fisiológicos, efectos adversos o perfil de seguridad. Se excluyeron artículos de opinión no sustentados en datos, tesis no publicadas, resúmenes de congresos y literatura publicada en fuentes no académicas o de divulgación comercial, dado su potencial para aportar evidencia clínica relevante en el contexto de la farmacovigilancia, considerando su limitado nivel de evidencia. Los registros obtenidos de las búsquedas fueron importados al gestor bibliográfico Mendeley (versión 1.19.5) para la eliminación de duplicados y su posterior gestión.

Para los estudios incluidos, se diseñó una matriz de extracción de datos en Microsoft Excel®, en la que se incluyó autor(es), año de publicación, tipo de estudio, ingrediente, los tipos de suplementos, grupo de estudio, principales resultados. Dada la heterogeneidad en los diseños de estudio, los tipos de suplementos, las dosis y las variables, no se realizó un metaanálisis cuantitativo. Se optó por una síntesis narrativa de los hallazgos. La información extraída se agrupó en categorías temáticas. Estas categorías se estructuraron para responder a los objetivos planteados: 1) caracterización de los componentes principales, 2) descripción de sus bases fisiológicas y 3) resumen de la evidencia sobre sus perfiles de seguridad y efectos adversos.

Resultados

Se incluyeron estudios originales, reportes de casos, cartas al editor que documentan efectos adversos, y revisiones sistemáticas publicadas en revistas revisadas por pares, así como artículos publicados en inglés o español. Se excluyeron artículos de opinión no sustentados en datos, tesis no publicadas, resúmenes de congresos y literatura publicada en fuentes no académicas o de divulgación comercial. Dada la heterogeneidad en los diseños de estudio, los tipos de suplementos y las variables de resultado, no se realizó un metaanálisis cuantitativo. Los hallazgos se organizaron y presentaron de forma descriptiva, agrupándolos en tres ejes temáticos para responder a los objetivos de la revisión: 1) caracterizar los compuestos principales, 2) sintetizar la evidencia sobre eficacia ergogénica y 3) analizar el perfil de seguridad de los suplementos pre-entreno. Este estudio se basa en el análisis de literatura publicada, por lo que no requirió aprobación por parte de un comité de ética de investigación.

A continuación, se presenta la Tabla 1, en la cual se resumen los compuestos activos identificados en la revisión, junto con sus respectivas dosis típicas reportadas en la literatura y las formulaciones comerciales más comunes.

Bases fisiológicas de los compuestos principales

Se realizó un resumen de los mecanismos de acción propuestos para cada componente, según lo documentado en la literatura revisada. Estos mecanismos constituyen el fundamento teórico de su potencial efecto ergogénico.

L-arginina y L-citrulina: Actúan como sustrato para la óxido nítrico sintasa (NOS), incrementando la biodisponibilidad de óxido nítrico (NO), un potente vasodilatador que mejora la perfusión sanguínea muscular durante el ejercicio. (Huerta Ojeda et al, 2019) La L-citrulina, al convertirse en L-arginina a nivel renal, podría ser más eficaz para elevar las concentraciones plasmáticas de NO que la L-arginina oral, dada su extensa catabolización intestinal por la enzima arginasa (Suzuki et al, 2016).

Cafeína: Antagonista competitivo de los receptores de adenosina (A1 y A2A) en el sistema nervioso central y periférico, lo que reduce la percepción del esfuerzo, aumenta el estado de alerta y estimula la lipólisis mediante el incremento de AMPc (Gómez Leyva et al, 2021; Clarke & Richardson, 2021). Su metabolismo hepático depende de la enzima CYP1A2, cuya variabilidad genética explica diferencias interindividuales en la respuesta ergogénica y el perfil de efectos adversos (Guest et al, 2022). Tras su administración oral, la cafeína se absorbe rápidamente, alcanzando su concentración plasmática máxima aproximadamente a los 60 minutos, y se metaboliza en el hígado a través de la enzima CYP1A2 del citocromo P450 mediante reacciones de desmetilación que generan tres metabolitos principales: paraxantina (84%), teobromina (12%) y teofilina (4%) (Cuartas Agudelo et al, 2024). Investigaciones recientes han profundizado en el impacto de la cafeína sobre el metabolismo de la glucosa, sugiriendo que, aunque el consumo agudo puede mejorar la sensibilidad a la insulina, el consumo crónico podría conducir al desarrollo de tolerancia (Ja'e et al, 2025).

Creatina: Actúa como reservorio de grupos fosfato de alta energía mediante la fosfocreatina (PCr), permitiendo la rápida regeneración de ATP a partir de ADP durante esfuerzos de máxima intensidad. Además de su papel energético, posee propiedades antioxidantes y modula la inflamación y la función inmune (Kreider et al, 2017; Kreider et al, 2021).

Beta-alanina: Sustrato limitante en la síntesis de carnosina (beta-alanina-L-histidina), un dipéptido que se acumula en el músculo esquelético y actúa como tampón intracelular de protones (H⁺), retrasando la acidosis metabólica y la fatiga durante el ejercicio de alta intensidad (Huerta Ojeda et al, 2019). La beta-alanina se sintetiza de forma endógena, principalmente en el hígado, y también se obtiene a través de la dieta mediante el consumo de alimentos de origen animal como carnes y aves (Dunnett & Harris, 1999; Trexler et al, 2015). La carnosina se acumula tanto en fibras musculares tipo I como tipo II y cumple una función amortiguadora intracelular de protones. Se ha

documentado que la suplementación con beta-alanina (4-6 g/día durante 4 semanas) aumenta las concentraciones de carnosina en fibras musculares hasta en un 64% (Trexler et al, 2015).

Taurina: Beta-aminoácido no proteico que modula los flujos intracelulares de calcio, estabiliza las membranas celulares, actúa como osmorregulador y posee propiedades antioxidantes y antiinflamatorias mediante la formación de taurina-cloramina. También conjuga ácidos biliares y mejora la contractilidad cardíaca (Schaffer & Kim, 2018). Su síntesis endógena se produce principalmente en el hígado a partir de cisteína mediante la vía de la cisteína sulfinato descarboxilasa (CSAD) (Ripps et al, 2012). En el sistema cardiovascular, la taurina mejora la contractilidad cardíaca al optimizar el manejo del calcio en los miocitos y la función endotelial (Xu et al, 2008; Waldron et al, 2018). A nivel del sistema nervioso central, la taurina actúa como agonista de receptores inhibitorios, particularmente los receptores GABA-A y glicina (Menzie et al, 2014).

L-tirosina: Precursor aminoacídico de las catecolaminas (dopamina, noradrenalina y adrenalina). La tirosina hidroxilasa es el paso limitante en esta síntesis. En situaciones de estrés agudo o demanda sostenida, la disponibilidad de tirosina puede convertirse en factor limitante para el mantenimiento de los niveles de catecolaminas (Jongkees et al, 2015). La L-tirosina es un aminoácido aromático no esencial que el organismo puede sintetizar a partir de fenilalanina mediante la acción de la enzima fenilalanina hidroxilasa. La actividad de la tirosina hidroxilasa está finamente regulada por mecanismos de retroalimentación (Daubner et al, 2011).

Alfa-cetoglutarato (AKG): Intermediario clave del ciclo de Krebs que participa en la síntesis de glutamato y glutamina, activa la vía de señalización mTOR (regulador maestro de la síntesis proteica) y posee efectos anti-catabólicos al contrarrestar la acción de la corticosterona (Xu et al, 2024). El AKG actúa como un captador de nitrógeno, facilitando la síntesis de glutamato y glutamina, favoreciendo la síntesis proteica y reduciendo la degradación de proteínas musculares. Adicionalmente, el AKG estimula la miogénesis y optimiza el metabolismo energético celular al disminuir la producción de especies reactivas de oxígeno (Cai et al, 2018). Un mecanismo fundamental subyacente a estos efectos anabólicos es la capacidad del AKG para activar la vía de señalización mTOR (Xu N, 2024).

L-lisina: Aminoácido esencial que interviene en la síntesis de proteínas, la reticulación del colágeno y la biosíntesis de carnitina. Modula el metabolismo del calcio (incrementa su absorción intestinal) y posee potencial ansiolítico y analgésico mediado por inhibición de receptores NMDA (Hashim et al, 2025; Smriga et al, 2007). Su catabolismo se produce predominantemente en el hígado a través de la vía de la sacaropina (Shchelochkov & Venditti, 2024). Investigaciones in vitro e in vivo han demostrado que la lisina, a menudo en sinergia con la L-arginina, puede estimular la proliferación de osteoblastos y aumentar la síntesis de colágeno tipo I (Fini et al, 2001). Adicionalmente, la L-lisina posee un potencial analgésico y ansiolítico mediado por la inhibición

de los receptores NMDA, la modulación de las vías dopaminérgicas y serotoninérgicas, y su capacidad para actuar como antagonista parcial del receptor de serotonina 4 y agonista parcial de los receptores de benzodiazepinas (Smriga et al, 2007).

Eficacia ergogénica

De los estudios analizados se realizó una síntesis comparativa de la eficacia de cada componente, organizada por el tipo de evidencia predominante y magnitud del efecto reportada (Tabla 2).

La cafeína, creatina y beta-alanina mostraron la mayor consistencia en su efecto ergogénicos. En contraste, la L-arginina presentó resultados contradictorios, con efectos positivos limitados a poblaciones sedentarias o moderadamente entrenadas, pero sin mejoras significativas en atletas de alto nivel (Forbes et al, 2020). La L-lisina y el AKG mostraron la evidencia más limitada, con la mayoría de los estudios no respaldando su uso como ergogénicos eficaces. La cafeína, creatina y beta-alanina cuentan con numerosos ensayos clínicos controlados en humanos, mientras que la evidencia para AKG y L-lisina es predominantemente preclínica (modelos animales) o de baja calidad clínica. Esta diferencia limita la extrapolación directa de los hallazgos para estos últimos compuestos. La magnitud del efecto fue superior para creatina (mejoras del 5-15% en fuerza máxima) (Kreider et al, 2017) y beta-alanina (mejora mediana del 2.85% según meta-análisis) (Hobson et al, 2013), mientras que la L-arginina mostró un tamaño del efecto grande para rendimiento aeróbico (DME=0.84) pero pequeño para rendimiento anaeróbico (DME=0.24) (Viribay et al, 2020).

Perfil de seguridad y efectos adversos

El perfil de seguridad mejor establecido corresponde a creatina y cafeína, ambos compuestos son bien tolerados en las dosis recomendadas (creatina: hasta 10 g/día; cafeína: 400-600 mg/día), con efectos adversos generalmente leves y transitorios (Kreider et al, 2017; Guest et al, 2021).

La beta-alanina presenta el efecto adverso más característico (parestias dosis-dependientes), aunque benigno y reversible. Su perfil de seguridad es favorable, aunque un estudio reciente ha reportado posibles elevaciones de triglicéridos y LDL con dosis muy elevadas (15 g/día), lo que requiere confirmación (Maestra-Hernández et al, 2023).

En el extremo de evidencia limitada o contradictoria se encuentran la L-arginina y el AKG. Para la L-arginina, existe una señal de alerta preclínica (inducción de pancreatitis en modelos animales) que contrasta con su seguridad aparente en humanos a dosis moderadas (Dawra & Saluja, 2012; Kui et al, 2014), aunque la evidencia clínica sobre su perfil de seguridad a largo plazo es

insuficiente. El AKG presenta la mayor incertidumbre. No existen estudios sistemáticos de seguridad en humanos, y el perfil de su combinación con arginina ha reportado efectos adversos como palpitations y mareos (Campbell et al, 2006).

En cuanto a contraindicaciones e interacciones, la L-arginina y la L-tirosina presentan los perfiles más complejos. La L-arginina está contraindicada en pacientes con infarto agudo de miocardio reciente, infección por herpes, y presenta interacciones con anticoagulantes, antiagregantes y sildenafil. La L-tirosina no debe administrarse con inhibidores de la MAO (riesgo de crisis hipertensiva) y está contraindicada en hipertiroidismo y trastorno bipolar no controlado.

La Tabla 3 sintetiza el perfil de seguridad de cada componente, incluyendo efectos adversos más frecuentes, consistencia de los reportes, tipo de evidencia sobre seguridad, y contraindicaciones o interacciones relevantes.

Tabla 1
Dosis y formulaciones de los compuestos analizados

Componente	Dosis típica reportada	Formulaciones comunes
Cafeína	3-6 mg/kg (aguda); hasta 400-600 mg/día (Xue et al, 2025)	Cápsulas, bebidas energéticas (Cuartas Agudelo et al, 2004)
Creatina	20 g/día × 5-7 días (carga); 3-5 g/día (mantenimiento) (Kreider et al, 2017; Hall & Trojjan, 2013)	Monohidrato en polvo o cápsulas (Kreider et al, 2017)
Beta-alanina	4-6 g/día × 2-4 semanas (fraccionada) (Trexler et al, 2015)	Polvo, liberación sostenida (Trexler et al, 2015)
L-arginina	0.15 g/kg (aguda); 10-12 g/día × 8 semanas (Viribay et al, 2020)	Polvo, cápsulas (Sureda & Pons A, 2012)
Taurina	1-3 g/día (Waldron et al, 2018)	Bebidas energéticas, cápsulas (Ripps et al, 2012)
L-tirosina	100-150 mg/kg (aguda); 500 mg-2 g/día (Jongkees et al, 2015)	Cápsulas (Messineo et al, 2018)
AKG	1-3 g/día (Campbell et al, 2006)	Polvo, cápsulas (a menudo con arginina: AAKG) (Campbell et al, 2006)
L-lisina	16.8 mg - 17.5 g/día (rango amplio) (Hayamizu et al, 2019)	Cápsulas, combinada con arginina (Hayamizu et al, 2019)

Tabla 2
Síntesis comparativa de la eficacia ergogénica

Componente	Tipo de evidencia predominante	Mejora reportada (rango)	Efecto más consistente
Cafeína	Clínica en humanos (Xue et al, 2025; Xue et al, 2025)	2-4% (Xue et al, 2025)	Resistencia, fuerza, sprints (Wang, 2025; Negaresh et al, 2025; Tallis et al, 2021)
Creatina	Clínica en humanos (Kreider et al, 2017; Gualano et al, 2012)	5-15% (fuerza máxima) (Kreider et al, 2017)	Fuerza explosiva, potencia (Kreider et al, 2017)

Beta-alanina	Clínica en humanos (Hobson et al, 2012; Trexler et al, 2015)	2.85% (meta-análisis) (Hobson et al, 2012)	Ejercicio 1-4 min, fatiga (Hobson et al, 2012; Trexler et al, 2015)
Taurina	Mixta (clínica + preclínica) (Waldron et al, 2018)	Variable (Waldron et al, 2018)	Recuperación, fatiga (Waldron et al, 2018; Schaffer & Kim, 2018)
L-arginina	Mixta (Forbes et al, 2020)	DME: 0.84 (aeróbico), 0.24 (anaeróbico) (Viribay et al, 2020)	Ejercicio aeróbico en no entrenados (Sureda & Pons A, 2012; Forbes et al, 2020)
L-tirosina	Clínica (cognición); limitada (físico) (Jongkees et al 2015; Hase et al, 2015)	No cuantificada (Tumilty et al, 2011; Hardy CA, 2018)	Cognición bajo estrés (no rendimiento físico) (Jongkees et al, 2015)
AKG	Preclínica (roedores, cerdos) (Cai et al, 2018; Xu N, 2024)	No cuantificada en humanos (Campbell et al, 2006)	No establecido (Campbell et al, 2006)
L-lisina	Clínica (baja calidad) (Jacobson et al 2009; Fogelholm et al, 1993)	No significativa (Williams, 1999; Andersen, 1994)	Ninguno (no respaldado) (Fogelholm et al, 1993; Williams, 1999)

Tabla 3
Síntesis comparativa del perfil de seguridad

Componente	Efectos adversos principales	Tipo de evidencia en seguridad	NOAEL / dosis segura	Contraindicaciones / interacciones clave
Cafeína	Insomnio, nerviosismo, taquicardia, arritmias (dosis >7 mg/kg) (Guest et al, 2022; Mattioli, 2025)	Clínica (Berger & Alford, 2009; Mattioli, 2025)	400-600 mg/día (Guest et al, 2022)	Genotipo CYP1A2 (metabolizadores lentos); anticonceptivos orales (Guest et al, 2022; Abbas N, 2025)
Creatina	Molestias GI (distensión, diarrea); retención hídrica (Kreider et al, 2017; Persky & Rawson, 2007)	Clínica (Kreider et al, 2017)	Hasta 10 g/día (prolongado) (Hall & Trojian, 2013)	Insuficiencia renal preexistente; AINES (precaución) (Kreider et al, 2017)
Beta-alanina	Parestesias (dosis-dependiente, >800 mg/dosis) (Trexler et al, 2015)	Clínica (Trexler et al, 2015)	NOAEL no establecido; dosis fraccionada <1.6 g (Trexler et al, 2015)	Efecto sobre triglicéridos y LDL (dosis altas, evidencia limitada) (Maestra-Hernández et al, 2023)
Taurina	Molestias GI leves (dosis elevadas) (Schaffer & Kim, 2018)	Clínica + preclínica (Ripps et al, 2012; Schaffer & Kim, 2018)	Hasta 3 g/día (Waldron et al, 2018)	Hipotiroidismo; interacción con litio y antihipertensivos (Dong et al, 2021; Waldron et al, 2019)

L-arginina	Náuseas, diarrea, malestar abdominal (Kuramochi et al, 2023)	Clínica + preclínica (pancreatitis en animales) (Dawra R, 2012; Kui et al, 2014)	7.531 mg/dosis única (Kuramochi et al, 2023)	Infarto agudo de miocardio; herpes; anticoagulantes; sildenafil (Abukhodair et al, 2021; Kuramochi et al, 2023)
L-tirosina	Ansiedad, nerviosismo, insomnio (dosis altas) (Messineo et al, 2018)	Clínica (Messineo et al, 2018)	150 mg/kg/día (12 semanas) (Messineo et al, 2018)	IMAO (crisis hipertensiva); hipertiroidismo; trastorno bipolar (Attipoe et al, 2015; Messineo et al, 2018)
AKG	Desconocidos en humanos (falta de estudios) (Campbell et al, 2006)	Preclínica (roedores) (Xu N, 2024)	NOAEL: 1 g/kg en ratas (Xu N, 2024)	Perfil desconocido; AAKG asociado a palpitaciones y mareos (Campbell et al, 2006)
L-lisina	Náuseas, dolor abdominal, diarrea (Hayamizu et al, 2019)	Clínica (Hayamizu et al, 2019)	6.000mg/día (provisional) (Hayamizu et al, 2019)	Hiperlisinemia; insuficiencia hepática/renal; aminoglucósidos (Hayamizu et al, 2019)

Nota: GI = gastrointestinal; NOAEL = No Observed Adverse Effect Level; AINEs = antiinflamatorios no esteroideos; IMAO = inhibidores de la monoaminoxidasa; AAKG = arginina-alfa-cetoglutarato.

Discusión

El análisis de la literatura confirma que la creatina y la cafeína son los ingredientes con el perfil ergogénico más sólido. La creatina mejora el rendimiento en ejercicios de alta intensidad, la recuperación y la ganancia de masa muscular, con beneficios consistentes en entrenados y no entrenados, e incluso en poblaciones clínicas como insuficiencia cardíaca o sarcopenia (Kreider et al, 2017; Gualano et al, 2012; Rodriguez Guerra et al, 2023). La cafeína, mediante antagonismo de adenosina, reduce la percepción del esfuerzo y mejora el rendimiento tanto aeróbico como de alta intensidad (Gómez Leyva et al, 2021; Xue et al, 2025). A diferencia de la creatina (que requiere carga), la cafeína actúa de forma aguda, siendo útil como ayuda precompetición.

La evidencia revisada indica que dosis moderadas de cafeína (3-6 mg/kg) son óptimas; dosis superiores a 6 mg/kg no añaden beneficio e incrementan efectos adversos (Xue et al, 2025). Un hallazgo clave es que la eficacia de la cafeína está modulada por factores individuales: el consumo habitual genera tolerancia (Clarke & Richardson, 2021) y polimorfismos en CYP1A2 determinan metabolizadores rápidos o lentos (Guest et al, 2022), subrayando la necesidad de personalizar las recomendaciones.

En contraste, la beta-alanina muestra un beneficio claro pero específico: mejora el rendimiento en ejercicios de 1-4 minutos al aumentar la carnosina (Hobson et al, 2012). Su evidencia es menos consistente que la de cafeína o creatina, pues no mejora la fuerza máxima ni ejercicios muy cortos (<60 s). Además, requiere carga prolongada (2-4 semanas), limitando su uso agudo. Las formulaciones de liberación sostenida minimizan la parestesia (Trexler et al, 2015).

La taurina cuenta con evidencia prometedora pero preliminar. Aunque metaanálisis señalan mejoras en recuperación y resistencia (Waldron et al, 2018), los estudios son heterogéneos, a menudo combinan taurina con otros estimulantes, y gran parte del respaldo proviene de estudios preclínicos (Schaffer & Kim, 2018).

Un grupo de cuatro compuestos (L-arginina, L-lisina, AKG y L-tirosina para rendimiento físico) muestra evidencia débil o nula. La L-arginina tiene limitación farmacocinética por catabolismo intestinal (Huerta Ojeda et al, 2019). Puede tener efectos en sedentarios, pero no en atletas de alto nivel (Forbes et al, 2020); su beneficio, si existe, se limita al rendimiento aeróbico (DME=0.84 vs 0.24 en anaeróbico) (Viribay et al, 2020). La L-lisina no aumenta hGH ni mejora fuerza en atletas (Fogelholm et al, 1993; Williams, 1999), aunque esta conclusión no es extrapolable a contextos clínicos de desnutrición. El AKG, pese a efectos anti-catabólicos en animales (Xu et al, 2024), no ha demostrado eficacia en humanos deportistas (Campbell et al, 2006). La L-tirosina mitiga el deterioro cognitivo bajo estrés, pero no tiene efecto directo sobre el rendimiento físico (Jongkees et al, 2015; Tumilty et al, 2011).

El perfil de seguridad es variable. Creatina y beta-alanina (excepto parestesia manejable) son altamente seguros (Kreider et al, 2017; Trexler et al, 2015). La cafeína es segura hasta 400-600 mg/día, pero dosis elevadas o combinada con otros estimulantes puede inducir arritmias o muerte súbita, especialmente en cardiopatas (Mattioli, 2025; Berger & Alford, 2009). Taurina y L-tirosina son generalmente seguras, pero con contraindicaciones específicas: taurina interactúa con litio y está contraindicada en hipotiroidismo (Dong et al, 2021); tirosina puede precipitar crisis hipertensiva con IMAOs o manía en bipolar (Attipoe et al, 2015; Messineo et al, 2018). Estos riesgos, aunque de baja prevalencia, son clínicamente relevantes.

Un hallazgo central de esta revisión es la identificación de riesgos infravalorados de la L-arginina: pérdida de eficacia a largo plazo (>6 meses), contraindicaciones en infarto agudo de miocardio, herpes, asma y alergias, e interacciones graves con antihipertensivos, anticoagulantes, hipoglucemiantes y sildenafil (Abukhodair et al, 2021; Kuramochi et al, 2023). Esto evidencia un vacío crítico: la seguridad a largo plazo de estos compuestos, especialmente en fórmulas de múltiples ingredientes, es desconocida o insuficientemente caracterizada.

Al ser una revisión narrativa, no se realizó síntesis cuantitativa. La heterogeneidad de los estudios (diseños, poblaciones, dosis, duraciones) dificulta conclusiones firmes. La búsqueda

limitada a PubMed/MEDLINE y a inglés/español pudo omitir estudios relevantes. La inclusión de evidencia preclínica y reportes de caso debe extrapolarse con cautela. Finalmente, existe posible sesgo de publicación hacia resultados positivos.

Conclusión

Solo un subconjunto limitado de componentes creatina, cafeína y, en contextos específicos de ejercicio de alta intensidad de 1-4 minutos, beta-alanina cuentan con respaldo científico suficiente para justificar su uso ergogénico. La L-arginina, AKG, L-lisina y L-tirosina (para rendimiento físico) la evidencia sobre su eficacia en poblaciones deportivas sanas es débil, inconsistente o no concluyente. Esta afirmación se sustenta en: la ausencia de mejoras significativas en atletas entrenados (L-arginina), la falta de estudios en humanos que respalden su uso (AKG), la nula capacidad para aumentar hormona del crecimiento o fuerza muscular (L-lisina), y la limitación de sus efectos al ámbito cognitivo bajo estrés sin traducción al rendimiento físico (L-tirosina).

El perfil de seguridad de estos compuestos es heterogéneo. Mientras que creatina y beta-alanina son altamente seguros en individuos sanos, y la cafeína lo es en dosis moderadas (400-600 mg/día), otros ingredientes como L-arginina presentan contraindicaciones formales (infarto agudo de miocardio, herpes) e interacciones farmacológicas graves (antihipertensivos, anticoagulantes, sildenafil) que suelen ser ignoradas en la práctica clínica y deportiva.

Esta revisión aporta conocimiento nuevo al integrar de forma comparativa la eficacia y seguridad de ocho componentes presentes en suplementos pre-entreno, identificando aquellos con respaldo científico sólido frente a aquellos cuya evidencia es insuficiente o nula, y documentando riesgos específicos infravalorados, particularmente para L-arginina.

La interacción potencial entre múltiples compuestos estimulantes y vasoactivos presentes en las fórmulas multi-ingrediente (MIPs), sumada a la composición variable y el etiquetado incompleto de estos productos, impide extrapolar directamente los beneficios y perfiles de seguridad observados para ingredientes aislados al contexto de las fórmulas combinadas. Esta afirmación se sustenta en la evidencia de que la combinación de cafeína con otros estimulantes (taurina, guaraná) puede amplificar los efectos adversos cardiovasculares (Mattioli, 2025), y en la ausencia de estudios que hayan evaluado sistemáticamente las interacciones entre los compuestos analizados. La toma de decisiones sobre el consumo de estos productos exige una valoración crítica e individualizada por parte de profesionales de la salud y las ciencias del deporte. Se requieren estudios longitudinales y ensayos clínicos controlados que evalúen la seguridad a largo plazo de los MIPs en condiciones reales de consumo combinado, así como análisis independientes que verifiquen la concordancia entre el contenido declarado y el real de estos productos.

Referencias

- Abukhodair, A. W., Abukhodair, W., & Alqarni, M. S. (2021). The effects of L-arginine in hypertensive patients: A literature review. *Cureus*, *13*(12), Article e20485. <https://doi.org/10.7759/cureus.20485>
- Andersen, G. D. (1994). *Amino acids supplements: Sports update*. Dynamic Chiropractic.
- Attipoe, S., Zeno, S. A., Lee, C., Crawford, C., Khorsan, R., Walter, A. R., & Deuster, P. A. (2015). Tyrosine for mitigating stress and enhancing performance in healthy adult humans: A rapid evidence assessment of the literature. *Military Medicine*, *180*(7), 754–765. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-14-00594>
- Berger, A. J., & Alford, K. (2009). Cardiac arrest in a young man following excess consumption of caffeinated “energy drinks”. *The Medical Journal of Australia*, *190*(1), 41–43. <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.2009.tb02263.x>
- Cai, X., Yuan, Y., Liao, Z., Xing, K., Zhu, C., Xu, Y., Yu, L., Wang, L., Wang, S., Zhu, X., Gao, P., Zhang, Y., Jiang, Q., Xu, P., & Shu, G. (2018). α -Ketoglutarate prevents skeletal muscle protein degradation and muscle atrophy through PHD3/ADRB2 pathway. *FASEB Journal*, *32*(1), 488–499. <https://doi.org/10.1096/fj.201700670R>
- Campbell, B., Roberts, M., Kerksick, C., Wilborn, C., Marcello, B., Taylor, L., Nassar, E., Leutholtz, B., Bowden, R., Rasmussen, C., Greenwood, M., & Kreider, R. (2006). Pharmacokinetics, safety, and effects on exercise performance of L-arginine alpha-ketoglutarate in trained adult men. *Nutrition*, *22*(9), 872–881. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2006.06.003>
- Clarke, N. D., & Richardson, D. L. (2021). Habitual caffeine consumption does not affect the ergogenicity of coffee ingestion during a 5 km cycling time trial. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, *31*(1), 13–20. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2020-0204>
- Cuartas Agudelo, Y. S., Vergara Yanez, D., Castañeda Palacio, S., Duque Echeverri, L., Saavedra Valencia, M. E., & Martínez Sánchez, L. M. (2024). Efectos de la cafeína en la salud. *Medicina Interna de México*, *40*(3), 211–220. <https://doi.org/10.24245/mim.v40i3.8469>
- Daubner, S. C., Le, T., & Wang, S. (2011). Tyrosine hydroxylase and regulation of dopamine synthesis. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, *508*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2010.12.017>

- Dawra, R., & Saluja, A. K. (2012, March 8). L-arginine-induced experimental acute pancreatitis. *The Pancreapedia: Exocrine Pancreas Knowledge Base*, 1(8). Recuperado el 19 de marzo de 2026, de <https://doi.org/10.3998/panc.2012.6>
- Dong, Y., Li, X., Liu, Y., Gao, J., & Tao, J. (2021). The molecular targets of taurine confer anti-hyperlipidemic effects. *Life Sciences*, 278, 119579. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2021.119579>
- Dunnett, M., & Harris, R. C. (1999). Influence of oral beta-alanine and L-histidine supplementation on the carnosine content of the gluteus medius. *Equine Veterinary Journal*, 31(Suppl 30), 499–504. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb05273.x>
- Eudy, A. E., Gordon, L. L., Hockaday, B. C., Lee, D. A., Lee, V., Luu, D., ... & Ambrose, P. J. (2013). Efficacy and safety of ingredients found in preworkout supplements. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 70(7), 577-588.
- European Parliament and Council of the European Union. (2002). *Directive 2002/46/EC of the European Parliament and of the Council of 10 June 2002 on the approximation of the laws of the Member States relating to food supplements* (OJ L 183, 12.7.2002, pp. 51-57). EUR-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex:02002L0046-20150402>
- Fini, M., Torricelli, P., Giavaresi, G., Carpi, A., Nicolini, A., & Giardino, R. (2001). Effect of L-lysine and L-arginine on primary osteoblast cultures from normal and osteopenic rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 55(4), 213–220. [https://doi.org/10.1016/s0753-3322\(01\)00054-3](https://doi.org/10.1016/s0753-3322(01)00054-3)
- Fogelholm, G. M., Näveri, H. K., Kiilavuori, K. T., & Härkönen, M. H. (1993). Low-dose amino acid supplementation: No effects on serum human growth hormone and insulin in male weightlifters. *International Journal of Sport Nutrition*, 3(3), 290–297. <https://doi.org/10.1123/ijns.3.3.290>
- Forbes, S. C., Candow, D. G., Smith-Ryan, A. E., Hirsch, K. R., Roberts, M. D., VanDusseldorp, T. A., & Little, J. P. (2020). Supplements and nutritional interventions to augment high-intensity interval training physiological and performance adaptations—A narrative review. *Nutrients*, 12(2), 390. <https://doi.org/10.3390/nu12020390>
- Gómez Leyva, B., Díaz Armas, M. T., Valdés Cabodevilla, R. C., & Miguel Cruz, M. A. (2021). Efectos del consumo de café sobre la salud. *Medisur*, 19(3), 492–502. Recuperado el 19 de marzo de 2026, de <https://www.redalyc.org/journal/1800/180068641016/>
- Guest, N. S., VanDusseldorp, T. A., Nelson, M. T., Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Jenkins, N. D., & Campbell, B. I. (2021). International society of sports nutrition position stand: Caffeine and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00383-4>

- Gualano, B., Roschel, H., Lancha-Junior, A. H., Brightbill, C. E., & Rawson, E. S. (2012). In sickness and in health: The widespread application of creatine supplementation. *Amino Acids*, 43(2), 519–529. <https://doi.org/10.1007/s00726-011-1132-7>
- Hall, M., & Trojian, T. H. (2013). Creatine supplementation. *Current Sports Medicine Reports*, 12(4), 240–244. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31829cdf2>
- Harty, P.S., Zabriskie, H.A., Erickson, J.L., Molling, P.E., Kerksick, C.M., Jagim, A.R. (2018). Multi-ingredient pre-workout supplements, safety implications, and performance outcomes: a brief review. *Journal of the international society of Sports Nutrition*. 15(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0247-6>
- Hashim, M., Alam, I., Ahmad, M., Badruddeen, Akhtar, J., Khan, M. I., Islam, A., & Parveen, S. (2025). Comprehensive review of L-lysine: Chemistry, occurrence, and physiological roles. *Current Protein & Peptide Science*. Advance online publication. <https://doi.org/10.2174/0113892037381647250526073248>
- Hase, A., Jung, S. E., & aan het Rot, M. (2015). Behavioral and cognitive effects of tyrosine intake in healthy human adults. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 133, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2015.03.008>
- Hayamizu, K., Oshima, I., Fukuda, Z., Kuramochi, Y., Nagai, Y., Izumo, N., & Nakano, M. (2019). Safety assessment of L-lysine oral intake: A systematic review. *Amino Acids*, 51(4), 647–659. <https://doi.org/10.1007/s00726-019-02697-3>
- Hobson, R. M., Harris, R. C., Martin, D., Smith, P., Macklin, B., Gualano, B., & Sale, C. (2013). Effect of beta-alanine, with and without sodium bicarbonate, on 2000-m rowing performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 23(5), 480–487. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.23.5.480>
- Huerta Ojeda, Á., Domínguez de Hanna, A., & Barahona-Fuentes, G. (2019). Efecto de la suplementación de L-arginina y L-citrulina sobre el rendimiento físico: una revisión sistemática. *Nutrición Hospitalaria*, 36(6), 1389–1402. <https://doi.org/10.20960/nh.02478>
- Ja'e, A. A., Maifata, S. M., Abubakar, K., Rabi, A. M., Jega, A. Y., Onwuchekwa, C., & Usman, U. Z. (2025). Impact of caffeine on glucose metabolism: A review of molecular mechanism of action. *The Nigerian Health Journal*, 25(1), 49–62. <https://doi.org/10.71637/tnhj.v25i1.998>
- Jacobson, B. H., Smith, D., Warren, A., Glass, R., Kline, C., Fedick, J., & Stemm, J. (2009). Muscle strength and power before and after sublingual administration of L-lysine, co-enzyme Q10, and vitamins and minerals. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(5), 472. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000355989.71534.7c>

- Jongkees, B. J., Hommel, B., & Colzato, L. S. (2015). Effect of tyrosine supplementation on clinical and healthy populations under stress or cognitive demands—A review. *Journal of Psychiatric Research*, *70*, 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2015.08.014>
- Kreider, R. B., Kalman, D. S., Antonio, J., Ziegenfuss, T. N., Wildman, R., Collins, R., ... & Lopez, H. L. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: Safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *14*(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0173-z>
- Kreider, R. B., & Stout, J. R. (2021). Creatine in health and disease. *Nutrients*, *13*(2), 447. <https://doi.org/10.3390/nu13020447>
- Kui, B., Balla, Z., Véghe, E. T., Pallagi, P., Venglovecz, V., Iványi, B., Takács, T., Hegyi, P., & Rakonczay, Z., Jr. (2014). Recent advances in the investigation of pancreatic inflammation induced by large doses of basic amino acids in rodents. *Laboratory Investigation*, *94*, 138–149. <https://doi.org/10.1038/labinvest.2013.143>
- Kuramochi, Y., Murata, M., Sumino, A., Sone, H., & Hayamizu, K. (2023). Safety assessment of L-Arg oral intake in healthy subjects: A systematic review of randomized control trials. *Amino Acids*, *55*(12), 1949–1964. <https://doi.org/10.1007/s00726-023-03354-6>
- Maestre-Hernández, A. B., Pérez-Piñero, S., López-Román, F. J., Andreu-Caravaca, L., Luque-Rubia, A. J., Ramos-Campo, D. J., Rubio-Arias, J. Á., Ortolano, R., Tejada, F., & Ávila-Gandía, V. (2023). Effect of a sustained-release formulation of β -alanine on laboratory parameters and paresthesia in recreational trained men: A randomized double-blind placebo-controlled study. *Frontiers in Nutrition*, *10*, 1213105. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1213105>
- Mattioli, A. V. (2025). Commentary on toxicological and pro-arrhythmic risks of high-caffeine beverages [Letter to the editor]. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*, *76*, 71–72. <https://doi.org/10.2478/aiht-2025-76-3936>
- Menzie, J., Pan, C., Prentice, H., & Wu, J. Y. (2014). Taurine and central nervous system disorders. *Amino Acids*, *46*(1), 31–46. <https://doi.org/10.1007/s00726-012-1382-z>
- Messineo, A. M., Gineste, C., Sztal, T. E., McNamara, E. L., Vilmen, C., Ogier, A. C., Hahne, D., Bendahan, D., Laing, N. G., Bryson-Richardson, R. J., Gondin, J., & Nowak, K. J. (2018). L-tyrosine supplementation does not ameliorate skeletal muscle dysfunction in zebrafish and mouse models of dominant skeletal muscle α -actin nemaline myopathy. *Scientific Reports*, *8*, 11490. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29437-z>
- Negaresh, R., Habibi, M., de Souza, J. G. S. P. M., Sakugawa, R. S., & Baker, J. S. (2025). Effects of acute caffeine ingestion on physical performance and skill execution in volleyball players: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Exercise Science*, *18*(6), 922–948. <https://doi.org/10.70252/FRCN1471>

- Persky, A. M., & Rawson, E. S. (2007). Safety of creatine supplementation. En G. Salomone (Ed.), *Sub-cellular biochemistry* (Vol. 46, pp. 275–289). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6486-9_14
- Ripps, H., & Shen, W. (2012). Review: Taurine: A "very essential" amino acid. *Molecular Vision*, 18, 2673–2686.
- Rodriguez Guerra, M. A., Urena Neme, A. P., Shaban, M., Matos Noboa, C., & Trinh, T. (2023). Pre-workout induced demand ischemia. *Cureus*, 15(1), e33694. <https://doi.org/10.7759/cureus.33694>
- Schaffer, S., & Kim, H. W. (2018). Effects and mechanisms of taurine as a therapeutic agent. *Biomolecules & Therapeutics*, 26(3), 225–241. <https://doi.org/10.4062/biomolther.2017.251>
- Shchelochkov, O. A., & Venditti, C. P. (2024). Lisina. Defectos en el metabolismo de los aminoácidos. En R. M. Kliegman, N. J. Blum, R. C. Tasker, K. M. Wilson, J. W. Geme, & N. F. Schor (Eds.), *Nelson. Tratado de pediatría* (22.^a ed., pp. 812–858). Elsevier.
- Smriga, M., Ando, T., Akutsu, M., Furukawa, Y., Miwa, K., & Morinaga, Y. (2007). Oral treatment with L-lysine and L-arginine reduces anxiety and basal cortisol levels in healthy humans. *Biomedical Research*, 28(2), 85–90. <https://doi.org/10.2220/biomedres.28.85>
- Spriet, L.L (2014) Exercise and sport performance with low doses of caffeine. *Sports Medicine* 44(Suppl2), S175-S184. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0257-8>
- Sureda & Pons, A., & Pons, A. (2012). Arginine and citrulline supplementation in sports and exercise: Ergogenic nutrients? En *Medicine and sport science* (Vol. 59, pp. 18–28). Karger. <https://doi.org/10.1159/000341937>
- Suzuki, T., Morita, M., Kobayashi, Y., & Kamimura, A. (2016). Oral L-citrulline supplementation enhances cycling time trial performance in healthy trained men: Double-blind randomized placebo-controlled 2-way crossover study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13(6), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s12970-016-0117-z>
- Tallis, J., Clarke, N., Morris, R., Richardson, D., Ellis, M., Eyre, E., & Noon, M. (2021). The prevalence and practices of caffeine use as an ergogenic aid in English professional soccer. *Biology of Sport*, 38(4), 525–534. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2021.101125>
- Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Hoffman, J. R., Wilborn, C. D., Sale, C., Kreider, R. B., Jäger, R., Earnest, C. P., Bannock, L., Campbell, B., Kalman, D., Ziegenfuss, T. N., & Antonio, J. (2015). International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12, 30. <https://doi.org/10.1186/s12970-015-0090-y>

- Tumilty, L., Davison, G., Beckmann, M., & Thatcher, R. (2011). Oral tyrosine supplementation improves exercise capacity in the heat. *European Journal of Applied Physiology*, *111*(12), 2941–2950. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-1921-4>
- U.S. Congress. (1994). *Dietary Supplement Health and Education Act of 1994* (Public Law 103-417, 108 Stat. 4325). National Institutes of Health, Office of Dietary Supplements. https://ods.od.nih.gov/About/DSHEA_Wording.aspx
- Viribay, A., Burgos, J., Fernández-Landa, J., Seco-Calvo, J., & Mielgo-Ayuso, J. (2020). Effects of arginine supplementation on athletic performance based on energy metabolism: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, *12*(5), 1300. <https://doi.org/10.3390/nu12051300>
- Waldron, M., Knight, F., Tallent, J., Patterson, S., & Jeffries, O. (2018). The effects of taurine on repeat sprint cycling after low or high cadence exhaustive exercise in females. *Amino Acids*, *50*(6), 663–669. <https://doi.org/10.1007/s00726-018-2554-2>
- Wang, S. S. Y. (2020). Pre-workout supplement induced cardiac ischaemia in a young female. *Journal of Sports Sciences*, *38*(2), 187–191. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1689598>
- Williams, M. H. (1999). Facts and fallacies of purported ergogenic amino acid supplements. *Clinics in Sports Medicine*, *18*(3), 633–649. [https://doi.org/10.1016/s0278-5919\(05\)70173-3](https://doi.org/10.1016/s0278-5919(05)70173-3)
- Wu, N., Yang, M., Gaur, U., Xu, H., Yao, Y., & Li, D. (2016). Alpha-ketoglutarate: Physiological functions and applications. *Biomolecules & Therapeutics*, *24*(1), 1–8. <https://doi.org/10.4062/biomolther.2015.078>
- Xu, M., Zhang, Q., Liu, X., Lu, L., & Li, Z. (2024). Impact of alpha-ketoglutarate on skeletal muscle health and exercise performance: A narrative review. *Nutrients*, *16*(22), 3968. <https://doi.org/10.3390/nu16223968>
- Xu, Y. J., Arneja, A. S., Tappia, P. S., & Dhalla, N. S. (2008). The potential health benefits of taurine in cardiovascular disease. *Experimental & Clinical Cardiology*, *13*(2), 57–65. Recuperado el 9 de febrero de 2026, de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2586397/>
- Xue, R., Huang, J., Chen, B., Ding, L., Guo, L., Cao, Y., & Girard, O. (2025). Effects of caffeine dose and administration method on time-trial performance: A systematic review and network meta-analysis. *Nutrients*, *17*(23), 3792. <https://doi.org/10.3390/nu17233792>

Financiación

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de Autoría:

Conceptualización: Elena Soto Vega.

Curación de datos: Katia Zayas Ferral, Anthony Meneses, Eduardo Lome Gutiérrez, Elena Soto Vega.

Análisis formal: Katia Zayas Ferral, Anthony Meneses, Eduardo Lome Gutiérrez, Elena Soto Vega.

Investigación: Katia Zayas Ferral, Anthony Meneses, Eduardo Lome Gutiérrez, Elena Soto Vega.

Metodología: Elena Soto Vega.

Supervisión: Elena Soto Vega.

Validación: Elena Soto Vega.

Visualización: Elena Soto Vega.

Redacción – borrador original: Katia Zayas Ferral, Anthony Meneses, Eduardo Lome Gutiérrez, Elena Soto Vega.

Redacción – revisión y edición: Elena Soto Vega.