

Impacto de la suplementación nutricional vs alimentación convencional en el rendimiento deportivo de los deportistas

Autores: María Plaza Bayona*, Alba Pérez Zamora*, Mónica Roldán Ortiz *,**, Paola Jiménez Espada *, Javier Godoy Díaz *.

* Graduada en Enfermería.

** Departamento de Enfermería y Podología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Málaga (UMA).

Resumen:

Introducción: Se define como suplemento nutricional cualquier alimento o compuesto ingerido adicionalmente a la dieta para mejorar la salud o el rendimiento. Los deportistas que presentan mayor consumo (96,6-100%) son los que practican levantamiento de peso, siendo el monohidrato de creatina, la cafeína y la proteína de suero los más comunes. Actualmente, se observa una tendencia creciente en el consumo de suplementos a nivel mundial. Por ello se considera relevante la necesidad de evaluar el impacto de la suplementación nutricional en el rendimiento deportivo de los atletas.

Metodología: Se realizó una búsqueda en Pubmed, Dialnet, Cochrane, Epistemonikos, TripDatabase, LILACS y Scopus, incluyendo estudios desde 2014 en inglés o español, con el operador booleano "AND". Se seleccionaron 7 estudios relevantes sobre la suplementación nutricional en deportistas de fuerza, analizando el impacto en la fuerza y masa muscular comparado con una dieta sin suplementos.

Resultados: Los estudios sobre el enjuague bucal con carbohidratos y cafeína (CHOCAP) o solo carbohidratos (CHO) muestran que el primero de ellos mejora la potencia media y la resistencia muscular. El enjuague con CHOCAP mejora la resistencia muscular y el rendimiento cognitivo. Por otro lado, la suplementación con cafeína mostró mejoras en la fuerza aumentando las repeticiones y la potencia en ejercicios de tren inferior. La proteína de suero de leche (WPS) mejora la fuerza y la composición corporal. La suplementación proteica baja en grasas favoreció la disminución de la grasa corporal y el aumento de la masa libre de grasa. Finalmente, se muestra que los deportistas tienen una dieta desequilibrada y el 20.8% usa suplementos, siendo los batidos de proteínas y multivitamínicos los más comunes.

Conclusiones: La suplementación nutricional mejora la fuerza y masa muscular en atletas, pero se necesitan más estudios para confirmar su eficacia y la diferencia entre el uso de complementos frente a dietas equilibradas.

Palabras clave: ayuda ergogénica, dieta, fuerza, masa muscular.

Abstract:

Introduction: A nutritional supplement is defined as any food or compound ingested in addition to the diet to improve health or performance. The athletes who present the highest consumption (96.6-100%) are those who practice weight lifting, with creatine monohydrate, caffeine and whey protein being the most common. Currently, there is a growing trend in the consumption of supplements worldwide. Therefore, the need to evaluate the impact of nutritional supplementation on the sports performance of athletes is considered relevant.

Methodology: A search was carried out in Pubmed, Dialnet, Cochrane, Epistemonikos, TripDatabase, LILACS and Scopus, including studies since 2014 in English or Spanish, with the Boolean operator "AND". Seven relevant studies on nutritional supplementation in strength athletes were selected, analyzing the impact on strength and muscle mass compared to a diet without supplements.

Results: Studies on mouthwash with carbohydrates and caffeine (CHOCAP) or carbohydrates alone (CHO) show that the former improves mean power and muscle endurance. Mouthwash with CHOCAP improves muscle endurance and cognitive performance. On the other hand, caffeine supplementation showed improvements in strength by increasing repetitions and power in lower body exercises. Whey protein (WPS) improves strength and body composition. Low-fat protein supplementation favored the decrease in body fat and the increase in fat-free mass. Finally, it is shown that athletes have an unbalanced diet and 20.8% use supplements, with protein shakes and multivitamins being the most common.

Conclusions: Nutritional supplementation improves strength and muscle mass in athletes, but more studies

are needed to confirm its effectiveness and the difference between the use of supplements versus balanced diets.

Keywords: diet, ergogenic aid, muscle mass, strength.

Introducción

En la actualidad, el uso de suplementos nutricionales ha crecido significativamente en todo el mundo. Maughan et al definieron "suplemento nutricional" como cualquier alimento, componente alimentario, nutriente o compuesto no alimentario que se ingiere intencionalmente además de la dieta consumida habitualmente con el objetivo de lograr un beneficio específico para la salud y/o el rendimiento ¹. Por otro lado, Blasco Redondo et al especificaron como "ayuda ergogénica" cualquier maniobra o método (nutricional, físico, mecánico, psicológico o farmacológico) realizado con el fin de aumentar la capacidad para desempeñar un trabajo físico y mejorar el rendimiento.

Actualmente, en los deportistas de élite españoles, la prevalencia del consumo de estas sustancias varía entre el 48% y el 81%. En este grupo las proteínas (41%) y los aminoácidos (37%) fueron los suplementos más consumidos. Sin embargo, los que tienen una base científica débil para su consumo fueron los más predominantes. Esto se debe principalmente a la amplia gama de suplementos dietéticos con mínima evidencia de su efectividad disponibles en el mercado ².

A su vez, los deportistas que presentan una mayor prevalencia en el consumo de suplementos son los de halterofilia. Según Puya-Braza y Sánchez-Oliver el 100% de estos han consumido alguna vez algún suplemento deportivo y el 96,6% los consume en la actualidad. Los suplementos más populares en este grupo son el monohidrato de creatina (100%), la cafeína (95%), la proteína de suero (92%), los aminoácidos ramificados (73%), las barritas energéticas (68%), los ácidos grasos omega-3 (63%), las bebidas isotónicas (63%) y los complejos vitamínicos (59%) ³.

La mayoría de los deportistas que toman este tipo de productos buscan aumentar su rendimiento deportivo; lo que no se contempla es que, si consumen un producto inadecuado, a dosis incorrectas o de origen dudoso, no solo podría no potenciar su trabajo físico, sino que puede ser peligroso y tener consecuencias negativas tanto para el rendimiento (disminución) como para la salud (alteración de la función de algún órgano o sistema). Además, muchos desconocen la posibilidad de contaminación que pueden tener los suplementos dietéticos que consumen, lo que podría resultar en un posible dopaje sin la intención de ello ².

Clasificación ABCD (Instituto Australiano del Deporte)	
<i>Evalúa los ingredientes de los suplementos y alimentos deportivos.</i>	
A	Nivel de evidencia fuerte. Efectivos y seguros. Uso permitido.
	· Suplementos médicos: Hierro, calcio, minerales...
	· Alimentos deportivos (Carbohidratos): Geles, barritas, bebidas deportivas...
	· Suplementos que mejoran el rendimiento: Creatina, cafeína, beta-alanina, zumo de remolacha, bicarbonato...
B	Nivel de evidencia sólida. Se necesita más investigación. Uso limitado a investigaciones o situaciones bajo estrecha monitorización médica.
	· Aminoácidos ramificados: L-leucina, L-isoleucina, L-valina
	· Otros suplementos dietéticos: Glutamina, glucosamina, omega-3, vitaminas C y E...
C	No respaldados por evidencia científica, porque no presentan beneficios o porque no hay suficientes investigaciones. Su uso no se recomienda.
D	Prohibidos o con riesgo de dopaje por posible contaminación con determinadas sustancias. No se deben consumir.

Tabla 1. Clasificación ABCD (Instituto Australiano del Deporte)

Aunque pueden existir diferencias económicas, sociales y culturales entre los deportistas, el uso creciente de este tipo de ayudas refleja una tendencia en la sociedad actual, ya que cada vez más personas utilizan este tipo de productos con diferentes objetivos, entre los que se encuentran el mantenimiento de una buena salud y bienestar, la mejora del rendimiento físico o la manipulación del cambio de apariencia ¹.

Actualmente, en España, el estudio de la prevalencia de consumo de complementos nutricionales se ha centrado siempre en áreas muy específicas, como los deportistas de élite. Un estudio publicado por la Revista Española de Nutrición y Dietética, en el que se analiza la prevalencia de consumo de la población general española, el 75,1% tomó algún tipo de suplemento durante el último año. Los complementos alimenticios fueron los más populares entre los consumidores con un 63,4%. Por otro lado, los productos destinados a deportistas presentaron una prevalencia de un 19,9% entre la población de estudio, siendo los más demandados los preparados de proteínas (14,4%), seguidos de las barritas energéticas (13,7%) y las bebidas especiales para deportistas (12,8%) ⁴.

En este sentido, se estima una tendencia similar a nivel mundial. Esto se ve reflejado por la expansión del mercado de los productos para deportistas, que ha aumentado su relevancia en los últimos años. Sobre todo, en Estados Unidos, que representa casi un tercio del mercado global, seguido de Europa (29.1%) y el sudeste asiático (25.5%) ⁵.

La falta de claridad respecto a qué suplementos se están utilizando, cómo deben ser administrados de manera adecuada y las posibles ramificaciones adversas asociadas con su consumo, genera preocupaciones significativas tanto en la comunidad deportiva como en las familias de los deportistas. Además, la disparidad en las prácticas de suplementación observadas en la literatura, junto con la falta de evidencia sólida sobre los efectos de estos productos, contribuye a la incertidumbre que rodea este tema. Por ello, tanto la propia comunidad deportiva como los profesionales de la salud deberían de ser un referente de consumo y buen uso de estos suplementos ².

En este contexto, surge la necesidad de realizar una revisión exhaustiva que compare el uso de suplementos nutricionales con una dieta convencional en deportistas sanos que practican levantamiento de peso, dada la alta prevalencia de su consumo en este grupo. Además, es crucial determinar los efectos de estas ayudas ergogénicas tanto en hombres como en mujeres, ya que la mayoría de la evidencia publicada sobre

este tema se ha centrado principalmente en varones. Es importante investigar si estos suplementos tienen la misma relevancia o muestran resultados diferentes en mujeres, ya que como afirma la Academia Española de Nutrición y Dietética la composición corporal varía entre ambos sexos, con una mayor proporción de músculo en hombres y de grasa en mujeres (6). Por todo ello, esta revisión tiene como objetivo explorar y analizar la evidencia disponible para evaluar los efectos de la suplementación en el rendimiento deportivo, sobre todo en deportes de fuerza como la halterofilia, así como proporcionar una base sólida para la toma de decisiones informadas tanto para los atletas y sus familias como para los profesionales de la salud.

Metodología

Se utilizó una estrategia de búsqueda creando combinaciones con los siguientes términos: “ergogenic aid”, “sports”, “healthy diet”, “muscle mass”, “supplements”, “strength”, “athletic performance”, “balanced diet” y “muscle hypertrophy” (ver criterios de búsqueda en Tabla 1 en Anexos).

Se realizó la búsqueda bibliográfica en las siguientes bases de datos y metabuscadores: Pubmed, Dialnet, Cochrane, Epistemonikos, TripDatabase, LILACS y Scopus. Se incluyeron todos los estudios escritos en español e inglés y se incluyeron todos los resultados publicados de 2014 en adelante y que cumplieran con los criterios de inclusión posteriormente descritos.

Se utilizaron herramientas de lectura crítica en función del tipo de estudios. Se obtuvo un total de 3069 resultados, de los cuales, tras eliminar duplicados y excluir por título y resumen, se obtuvieron para determinar su elegibilidad 126 estudios a texto completo.

Todos ellos fueron revisados por los dos miembros del equipo y tras eliminar por pertinencia o por criterios de inclusión y exclusión, fueron un total de 8 los documentos seleccionados para analizar. Sin embargo, uno de ellos fue eliminado por no satisfacer los criterios de la escala CASPE para revisiones sistemáticas, por lo que, finalmente, fueron 7 los documentos analizados (ver Fig. 1).

La selección de estudios para esta revisión sistemática se basa fundamentalmente en los criterios de inclusión y exclusión específicos diseñados para intentar responder las preguntas de investigación sobre la dieta y el uso de suplementos nutricionales en deportistas, centrándonos particularmente en aquellos sanos que practican levantamiento de peso.

Así pues, se entiende como individuos sanos aquellos que no presentaran ninguna enfermedad, condición médica o limitación

ortopédica conocida que pudiera afectar su rendimiento en el ejercicio. A su vez, se han evaluado únicamente aquellos estudios en los que la muestra estudiada estuviera compuesta por hombres y mujeres, debido a la escasez de bibliografía disponible que evalúa este tema teniendo en cuenta el sexo femenino.

En esta revisión se ha primado la calidad y pertinencia de los estudios finalmente seleccionados sobre la cantidad, debido a la variabilidad observada en la literatura sobre las prácticas de suplementación que subrayan la necesidad de sintetizar y analizar detenidamente la evidencia disponible.

Criterios de inclusión y exclusión de estudios

Criterios de inclusión

- Estudios en los que la muestra esté compuesta por deportistas sanos que realicen deportes de fuerza.
- Estudios publicados desde 2014 en adelante.
- Estudios que estén escritos en español e inglés.
- Estudios con una muestra comprendida entre 19-44 años.
- Estudios en los que la muestra esté compuesta por hombres y mujeres.
- Estudios en los que se tenga en cuenta la variable “masa muscular” o “fuerza”.

- Estudios en los que se analicen las distintas dietas que siguen los deportistas con y sin suplementación.
- Criterios de exclusión:
- Estudios en los que los autores presenten conflictos de intereses.
- Estudios no gratuitos a texto completo.
- Estudios en los que la muestra o parte de ella sean animales.
- Estudios en los que la muestra estudiada no sea entre 19-44 años.
- Estudios en los que la muestra se componga exclusivamente por hombres o por mujeres.
- Estudios escritos en un idioma distinto al español o inglés.

Criterios de exclusión

- Estudios en los que los autores presenten conflictos de intereses.
- Estudios no gratuitos a texto completo.
- Estudios en los que la muestra o parte de ella sean animales.
- Estudios en los que la muestra estudiada no sea entre 19-44 años.
- Estudios en los que la muestra se componga exclusivamente por hombres o por mujeres.
- Estudios escritos en un idioma distinto al español o inglés.

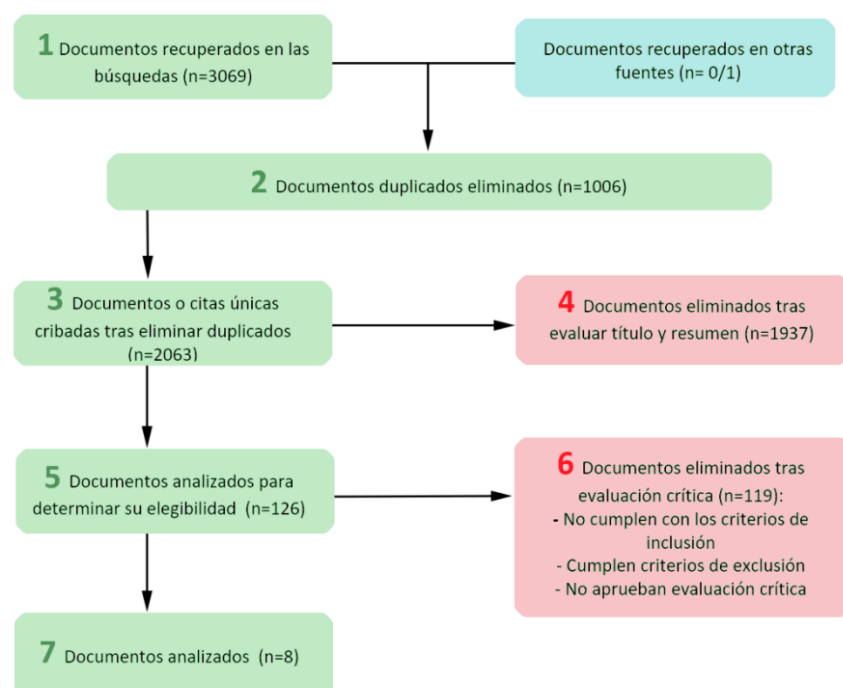


Fig. 1: Diagrama de flujo de la información. Fuente: elaboración propia

Evaluación crítica

Todos los documentos seleccionados fueron evaluados por ambos miembros, siguiendo un proceso de revisión por pares. Cada documento ha sido evaluado con la herramienta adecuada según su diseño metodológico:

Resultados

Finalizada la búsqueda, excluidos los artículos duplicados y seleccionados los de mayor relevancia y calidad, han sido 7 los documentos finalmente incluidos (ver tabla 2).

En primer lugar, con respecto a los estudios que evaluaron el impacto del enjuague bucal con carbohidratos y cafeína (CHOCAP) o solo carbohidratos (CHO) en el rendimiento deportivo, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Por un lado, Fuentes-Barria et al. encontró que el enjuague bucal con carbohidratos tuvo efectos positivos sobre la potencia media de salida, la resistencia muscular hasta el fallo y el rendimiento deportivo en general. En cambio, no presentó efectos positivos sobre el tiempo en una prueba contrarreloj o la fuerza máxima⁷.

- Por otro lado, Karayigit et al. hallaron que el enjuague bucal con carbohidratos y cafeína al 6% y 2% respectivamente, aumentó la resistencia muscular de la parte inferior del cuerpo y el rendimiento cognitivo. Además, el enjuague bucal con cafeína también aumentó los niveles de excitación percibida en comparación con el placebo (ver Fig. 2)⁸.

En segundo lugar, los estudios que evaluaron el impacto de la cafeína en el rendimiento muscular y la fuerza encontraron los siguientes hallazgos:

- Giráldez-Costas et al. y Ruiz-Fernández et al. hallaron que la suplementación con cafeína mostró mejoras en el entrenamiento de fuerza, aumentando significativamente el número de repeticiones, así como la velocidad y la potencia tanto promedio como máxima, además de la tasa de desarrollo de fuerza. Estos efectos parecen más notables en los ejercicios de tren inferior. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre el grupo suplementado con cafeína y el grupo placebo en una repetición máxima (RM), ya que esta aumentó en ambos (ver Fig. 3)^{8,9}.

- Los resultados de Lam et al. con respecto a la suplementación con proteína concluyen que la proteína de suero de leche (WPS) puede tener una eficacia comparable en términos de signos vitales y rendimiento físico. Centrándonos en los signos vitales, la frecuencia cardíaca puede aumentar o disminuir en comparación con otros suplementos.
- La WPS ha mostrado un mayor valor de relación de intercambio respiratorio (RER), siendo

significativo si se compara con la maltodextrina, pues ha obtenido también una frecuencia de esfuerzo percibido (RPE) más bajo y parece mejorar el volumen máximo de oxígeno (VO₂máx).

- Desde el punto de vista del rendimiento físico, la potencia media y máxima muestran diferencias significativas con respecto a otros comparadores. El parámetro de la masa corporal era ligeramente favorable para el WPS¹⁰.

- Según Negro et al. la suplementación proteica con carnes bajas en grasas mostró una disminución de grasa corporal y un aumento de masa libre de grasa en el grupo alimenticio. Con respecto a la masa magra, no se encontraron diferencias significativas, pero sí una tendencia a aumentar en el grupo suplementado y a disminuir en el grupo control. Tampoco se encontraron diferencias significativas con respecto a la fuerza muscular ya que esta aumentó en ambos grupos (ver Fig. 4)¹¹.

- En cuanto a la composición de la dieta de los deportistas, Martínez-Martínez et al. concluyeron que, aunque el aporte calórico es correcto, esta población está mayormente malnutrida. Su dieta muestra un exceso de proteínas y azúcares, junto con una deficiencia en fibra y carbohidratos. Además, hay un exceso de ácidos grasos saturados y trans, y un consumo insuficiente de ácidos grasos monoinsaturados.

- En lo referente a la suplementación, el 20.8% tomaba algún suplemento o complemento alimenticio, siendo los más prevalentes los batidos de proteínas y los multivitamínicos. En función de la cantidad de horas y la intensidad del deporte, este porcentaje desciende al 17.3% entre los que realizaban ejercicio moderado y asciende hasta al 22% entre los que practicaban ejercicio intenso (ver tablas 3¹² y 4).

Discusión

Al analizar los datos obtenidos, encontramos que en la mayoría de los casos la suplementación con distintos productos, como los enjuagues bucales CHOCAP o CAF, pueden producir cambios positivos en cuanto a la resistencia muscular o la potencia, por lo que su uso podría ser considerado en situaciones específicas donde se requiere un incremento en la resistencia muscular a corto plazo. Sin embargo, no se han encontrado evidencias de que aumenten la fuerza o la masa muscular⁸.

La suplementación con cafeína sí que mostró un posible aumento en la tasa de desarrollo de la fuerza a la vez que un aumento de la velocidad y la potencia, sobre todo en los ejercicios de tren inferior^{8,9}.

Con respecto a la suplementación con proteínas, se ha descrito que el WPS puede tener

eficacia en términos de signos vitales y rendimiento físico, pues aumenta tanto la potencia como la masa muscular y, por ende, también la fuerza ¹⁰.

Dado que los suplementos como la cafeína y la proteína de suero pueden mejorar ciertos aspectos del rendimiento, los atletas y entrenadores podrían integrarlos estratégicamente en el régimen de entrenamiento para maximizar los beneficios. Por ejemplo, la cafeína podría ser utilizada en sesiones de entrenamiento de alta intensidad o competencias clave.

Por el contrario, la suplementación proteica con carnes bajas en grasas mostró una disminución de grasa corporal pero no un aumento significativo de masa muscular ni de fuerza ¹¹.

Intentando obtener una visión global de la dieta de los deportistas, existe un desequilibrio en la composición de la dieta habitual a la que se añade además la toma de suplementos. En consecuencia, los atletas deben trabajar en conjunto tanto con el personal sanitario como con nutricionistas para asegurar que su dieta sea equilibrada. Este desequilibrio en la dieta podría contrarrestar los beneficios de la suplementación e, incluso, en el peor de los casos afectar a su salud. Estos resultados tienen importantes implicaciones para atletas y entrenadores que buscan optimizar el rendimiento deportivo mediante el uso de suplementos nutricionales. Sin embargo, antes de comenzar cualquier suplementación, los atletas deberían evaluar si realmente necesitan estos productos.

Entre las limitaciones de los estudios se incluye el riesgo de sesgos y/o falta de validez en los resultados, la heterogeneidad en los enfoques y metodologías de los estudios seleccionados, así como el tamaño insuficiente de la muestra en muchos casos, lo que dificulta la obtención de conclusiones sólidas. Estas limitaciones afectan la consistencia y la confiabilidad de los hallazgos, reduciendo la capacidad para generalizar los resultados a una población más amplia. Además, la intervención de elementos perturbadores, como otros hábitos alimenticios o de ejercicio, puede sesgar los resultados, complicando la identificación del impacto específico de los suplementos.

Por otro lado, las limitaciones de las búsquedas incluyen el sesgo de publicación, que puede llevar a una falta de representación de estudios con resultados negativos o no significativos, afectando así la integridad del análisis. El sesgo en la selección de términos de búsqueda limita la exhaustividad de la búsqueda y la inclusión de estudios relevantes, mientras que el empleo de criterios de inclusión y exclusión muy restrictivos reduce la cantidad de

estudios considerados, afectando la representatividad de la revisión. Finalmente, puede haber sesgo de interpretación en la revisión de la literatura, lo cual puede influir en la objetividad y precisión de las conclusiones obtenidas.

Conclusiones

Nuestros resultados sugieren que, la suplementación nutricional con productos como la cafeína y la proteína de suero (WPS) puede proporcionar efectos beneficiosos en términos de mejora de la fuerza y la masa muscular en deportistas que realizan entrenamiento de fuerza. Sin embargo, es cierto que la cantidad y variabilidad de suplementos disponibles en el mercado hacen que estos resultados varíen.

Sería conveniente que, estas futuras líneas de investigación siguieran diseños metodológicos rigurosos con un mayor tamaño muestral, con el objetivo de confirmar estos hallazgos y reducir el riesgo de sesgo.

Con todo ello, se podría conseguir arrojar luz sobre el tema y establecer pautas claras sobre el uso adecuado de suplementos, así como determinar la necesidad de su consumo tanto para los profesionales de la salud como para los deportistas.

Bibliografía

1. Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM, et al. IOC Consensus Statement: Dietary Supplements and the High-Performance Athlete. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2018 [citado 17 may 2024];28(2):104-25. Disponible en: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsem/28/2/articlep104.xml>
2. Baltazar-Martins G, Brito de Souza D, Aguilar-Navarro M, Muñoz-Guerra J, Plata MDM, Del Coso J. Prevalence and patterns of dietary supplement use in elite Spanish athletes. *J Int Soc Sports Nutr* [Internet]. 2019 [citado 17 may 2024]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31319850/>
3. Puya Braza JM, Sánchez-Oliver AJ. Consumo de suplementos deportivos en levantadores de peso de nivel nacional. *Retos* [Internet]. 2022 [citado 17 may 2024]; (34):276-81. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6736368>
4. Baladía E, Moñino M, Martínez-Rodríguez R, Miserachs M, Russolillo G, Picazo Ó, et al. Uso de suplementos nutricionales y productos a base de extractos de plantas en población española: un estudio transversal. *Rev Esp Nutr Hum Diet* [Internet]. 2022 [citado 17 may 2024]; 26(3):217-29. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2174-51452022000300007&lng=es&nrm=iso&tlng=p
5. Proteínas y suplementos de nutrición deportiva el mundo [Internet]. Statista: Fernández Rosa; 2024 [citado 30 abr 2024]. Disponible en:

- <https://es.statista.com/temas/11638/suplementos-y-nutricion-deportiva/>
6. Glosario de la academia: Composición corporal [Internet]. Nutriendo: Academia Española de Nutrición y Dietética; 2024 [citado 21 may 2024]. Disponible en: <https://www.academianutricionydietetica.org/glosario/composicion-corporal/>
 7. Fuentes-Barría H, Aguilera Eguía R, González Wong C. Enjuagues bucales con carbohidratos y su uso en deportistas: Resumen de revisiones sistemáticas. Retos [Internet]. 2023 [citado 30 abr 2024];(47):842-6. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8713344>
 8. Karayigit R, Ali A, Rezaei S, Ersoz G, Lago-Rodríguez A, Domínguez R, et al. Effects of carbohydrate and caffeine mouth rinsing on strength, muscular endurance and cognitive performance. J Int Soc Sports Nutr [Internet]. 2021 [citado 30 abr 2024];18:63. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8474807/>
 9. Giráldez-Costas V, Ruiz-Moreno C, González-García J, Lara B, Del Coso J, Salinero JJ. Pre-exercise Caffeine Intake Enhances Bench Press Strength Training Adaptations. Front Nutr [Internet]. 2021 [citado 30 abr 2024];8:622564. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2021.622564/full>
 10. Lam FC, Bukhsh A, Rehman H, Waqas MK, Shahid N, Khalil AM, et al. Efficacy and Safety of Whey Protein Supplements on Vital Sign and Physical Performance Among Athletes: A Network Meta-Analysis. Front Pharmacol [Internet]. 2019 [citado 30 abr 2024];10(1):317. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6491698/>
 11. Negro M, Vandoni M, Ottobri S, Codrons E, Correale L, Buonocore D, et al. Protein supplementation with low fat meat after resistance training: effects on body composition and strength. Nutrients [Internet]. 2014 [citado 30 abr 2024];6(8):3040-9. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/6/8/3040>
 12. Martínez Martínez C, Pla Alonso P, Soriano del Castillo JM, Llopis Morales A, Peraita Costa I, Morales Suárez-Varela MM. Ingesta dietética de macronutrientes y suplementos en un grupo de estudiantes según su práctica deportiva. Rev Esp Nutr Comunitaria [Internet]. 2018 [citado 30 abr 2024];24(4):3. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6920641>

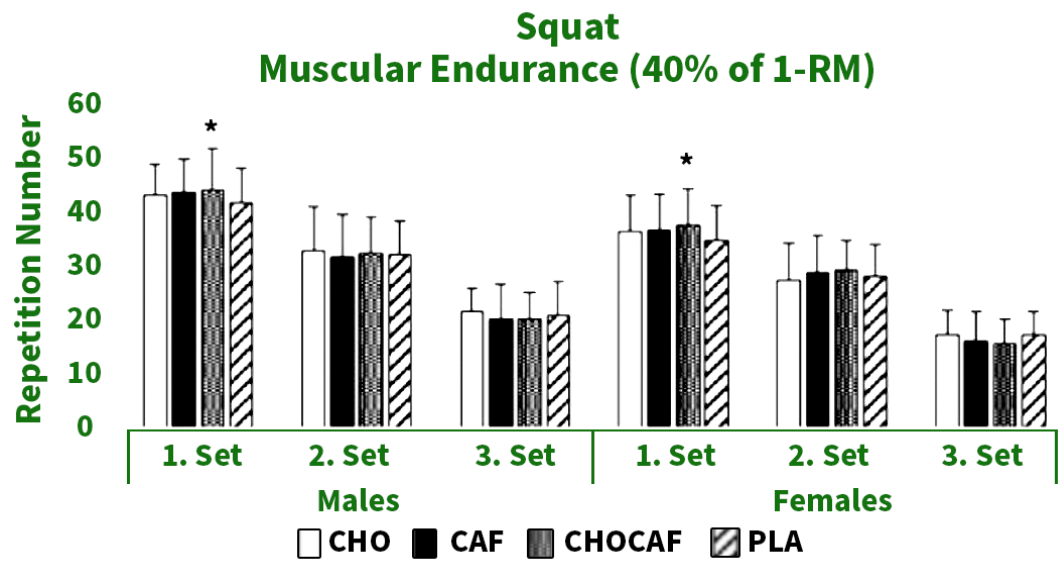
Anexos

Anexo 1

Fuente	Estrategia	Documentos recuperados	Documentos finalmente seleccionados
PubMed	"ergogenic aid" AND "sports"	83	12
	"healthy diet" AND "muscle mass"	77	8
	"ergogenic aid" AND "supplements"	52	7
	"ergogenic aid" AND "strength"	29	2
	"ergogenic aid" AND "athletic performance"	57	3
	"ergogenic aid" AND "muscle mass"	19	2
	"balanced diet" AND "muscle mass"	45	2
	"ergogenic aid" AND "balanced diet"	1	1
	"balanced diet" AND "muscle mass" NOT "ergogenic aid"	44	5
Dialnet	"balanced diet" AND "muscle hypertrophy"	2	0
	"ayudas ergogénicas" AND "deporte"	120	3
	"dieta equilibrada" AND "masa muscular"	20	0
	"dieta equilibrada" AND "deporte"	49	1
	"ayudas ergogénicas" AND "fuerza"	27	0
	"ayudas ergogénicas" AND "masa muscular"	12	1
Cochrane	"suplementos nutricionales" AND "fuerza muscular" AND "deporte"	10	0
	"ergogenic aid" AND "sports"	61	2
	"healthy diet" AND "muscle mass"	459	11
	"ergogenic aid" AND "supplements"	128	0
	"ergogenic aid" AND "strength"	45	6
	"ergogenic aid" AND "athletic performance"	78	9
	"ergogenic aid" AND "muscle mass"	7	2
	"balanced diet" AND "muscle mass"	17	0
	"ergogenic aid" AND "balanced diet"	0	0
Epistemonikos	"balanced diet" AND "muscle mass" NOT "ergogenic aid"	17	0
	"ergogenic aid" AND "sports"	36	3
	"healthy diet" AND "muscle mass"	9	0
	"ergogenic aid" AND "supplements"	9	1
	"ergogenic aid" AND "strength"	0	0
	"ergogenic aid" AND "athletic performance"	12	1
	"ergogenic aid" AND "muscle mass"	14	0
	"balanced diet" AND "muscle mass"	32	1
	"ergogenic aid" AND "balanced diet"	9	0
Trip Database	"balanced diet" AND "muscle mass" NOT "ergogenic aid"	8	0
	"ergogenic aid" AND "sports"	87	3
	"healthy diet" AND "muscle mass"	107	0
	"ergogenic aid" AND "supplements"	110	14
	"ergogenic aid" AND "strength"	65	1
	"ergogenic aid" AND "athletic performance"	28	1
	"ergogenic aid" AND "muscle mass"	14	1
	"balanced diet" AND "muscle mass"	43	0
	"ergogenic aid" AND "balanced diet"	2	0
LILACS	"balanced diet" AND "muscle mass" NOT "ergogenic aid"	45	0
	"balanced diet" AND "muscle mass" AND "sports"	22	0
	"ergogenic aid" AND "sports"	2	0
	"healthy diet" AND "muscle mass"	491	1
	"healthy diet" AND "muscle mass" AND "ergogenic aid"	0	0
Scopus	"ergogenic aid" AND "muscle mass" AND "strength"	9	0
	"ergogenic aid" AND "athletic performance" AND "female"	67	1
	"ergogenic aid" AND "sports"	276	0
	"healthy diet" AND "muscle mass"	98	0
	"healthy diet" AND "muscle mass" AND "ergogenic aid"	0	0
	"ergogenic aid" AND "muscle mass" AND "strength"	16	0
	"ergogenic aid" AND "athletic performance" AND "female"	65	0

Tabla 1: Criterios de búsqueda: descriptores, operadores, limitadores, etc.
Fuente: elaboración propia

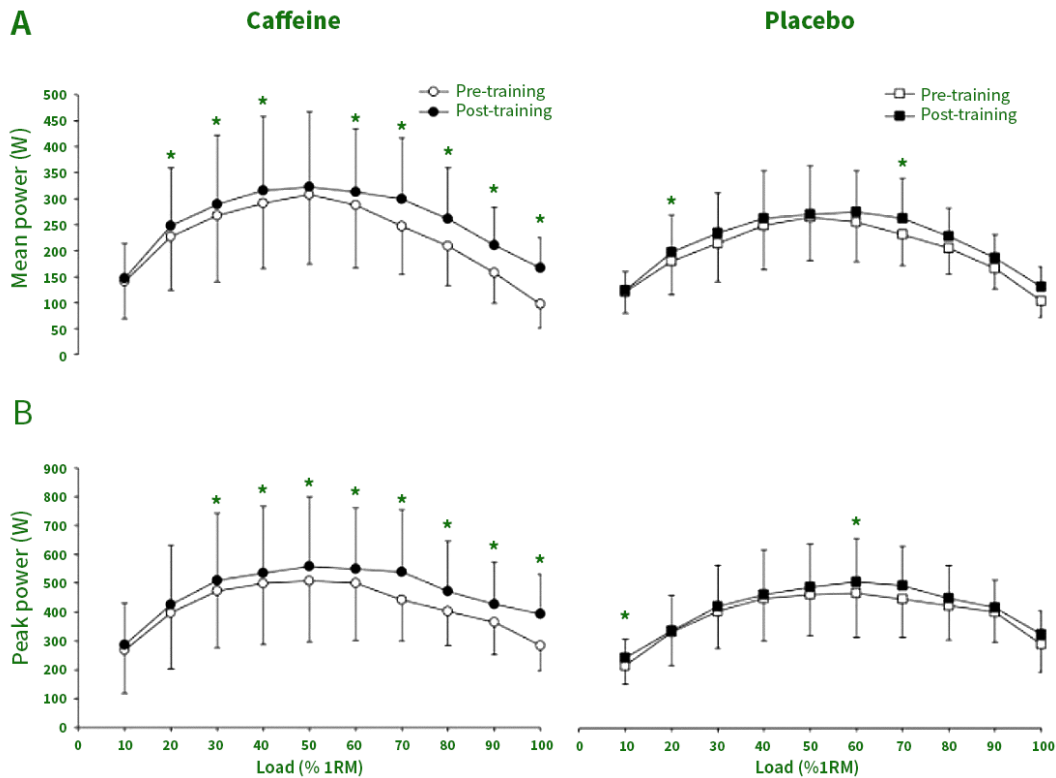
Anexo 2



Mean (SD) repetition numbers for squat over the three sets. CHO: carbohydrate mouth rinsing; CAF: caffeine mouth rinsing; CHOCAF: carbohydrate and caffeine mouth rinsing; PLA: placebo mouth rinsing; *significantly different from PLA

Fig. 2. Fuente: Resultados del estudio de Karayigit et al.

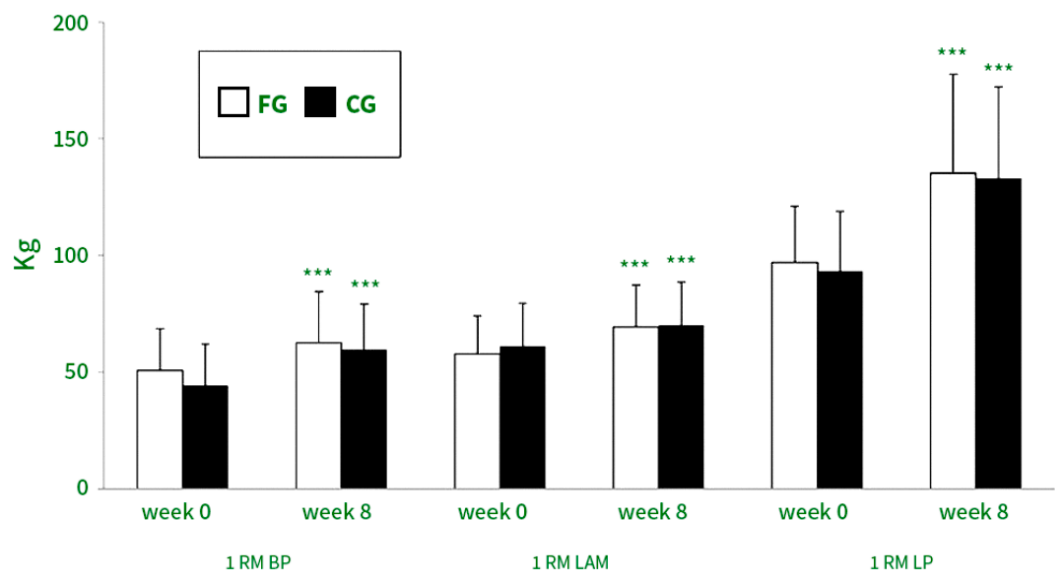
Anexo 3



Mean power (A) and peak power (B) during a bench press exercise at different loads (from 10 to 100% of one repetition maximum; 1 RM) before and after 4 weeks of resistance training (12 training sessions) with the ingestion of 3 mg/kg/BM of caffeine (n=9) or a placebo (n=7) prior to each training session. Data are shown as mean $\pm$ SD for each load. (*) Difference between pre-training and post-training within the same group at $p < 0.05$.

Fig. 3. Fuente: Resultados del estudio de Giráldez-Costas et al.

Anexo 4



Fuerza muscular en FG y GC: diferencias entre la semana 0 y la semana 8 evaluadas mediante *t-test* pareado. $p<0,0001$. FG: grupo de alimentos; GC: grupo control; 1RM BP, una repetición máxima en press de banca; 1RM LAM, una repetición máxima en la máquina de dorsales; 1RM LP, una repetición máximo en el press de piernas.

Fig. 4. Fuente: Resultados del estudio de Negro et al.

Anexo 5

Tabla 2. Valores de ingesta de macronutrientes en comparación con las IDR según el nivel de AF, el sexo y la edad.

	IDR		AF moderada (n=52)					AF intensa (n=150)				
			Hombres (n=41)		Mujeres (n= 11)		P valor *	Hombres (n= 111)		Mujeres (n= 39)		P valor *
	Hombres	Mujeres	16-19	20-39	16-19	20-39		16-19	20-39	16-19	20-39	
Energía (kcal)	3000	2300	3120,1±4,1	2903,4±860,2	2449,5±1106,0	2589,3±451,7	0,010	3065,1±854,0	3066,7±954,6	2328,3±703,2	3040,6±1209,7	0,010
Proteínas (g)	56/54	43/41	141,0±56,8	119,7±34,2	108,7±45,7	119,3±7,2	0,007	127,8±30,7	131,5±31,8	106,2±28,5	115,1±20,3	0,007
HC (g)	412 (55%)	316 (55%)	340,7±130,9	314,0±85,6	279,1±144,1	255,3±61,8	0,014	339,4±108,5	329,1±94,1	256,4±77,3	330,1±118,1	0,014
Az. simples (g)	45 (<6%)	34,5 (<6%)	136,9±63,2	110,0±42,0	113,7±83,7	93,3±29,0	0,586	125,9±50,7	119,2±41,5	103,9±35,0	132,6±54,6	0,586
F. soluble (g)	>35	>25	5,5±3,6	4,1±2,8	3,4±1,7	3,7±2,2	0,477	4,3±2,3	4,7±2,2	4,2±2,1	4,3±1,9	0,477
F. insoluble (g)	>35	>25	10,2±8,0	7,5±4,6	7,3±4,8	7,6±4,1	0,892	7,9±4,4	8,7±4,1	8,4±4,3	8,7±4,9	0,892
Lípidos (g)	116,6 (35%)	89,4 (35%)	118,9±57,8	116,6±41,8	94,7±41,1	80,6±21,3	0,013	125,2±41,6	124,1±51,2	90,5±38,4	125,0±63,5	0,013
AGS (g)	23-26 (7-8%)	18-20,5 (7-8%)	42,0±25,3	41,2±17,9	37,7±16,9	30,9±10,7	0,072	46,9±18,0	44,9±22,2	32,4±16,1	47,4±31,9	0,072
AG Trans (g)	-	-	0,4±0,4	0,3±0,3	0,3±0,3	0,4±0,3	0,311	0,3±0,4	0,4±0,3	0,3±0,2	0,2±0,1	0,311
AGM (g)	66 (20%)	51 (20%)	44,1±22,1	46,4±18,0	35,3±19,5	30,0±10,6	0,014	49,4±18,8	49,2±20,7	36,4±16,0	49,1±23,3	0,014
AGP (g)	16,6 (5%)	12,7 (5%)	20,3±9,0	18,8±8,5	12,0±3,6	11,8±3,9	0,003	17,1±5,7	18,8±8,4	13,0±5,3	19,0±8,6	0,003
AGP W3 (g)	1,6	1,1	0,2±0,2	0,2±0,1	0,1±0,1	0,1±0,1	0,329	0,2±0,1	0,2±0,1	0,2±0,1	0,2±0,1	0,329
AGP W6 (g)	17	12	3,7±3,5	2,7±2,6	2,0±1,5	1,2±1,1	0,256	2,9±2,3	2,7±2,2	2,1±1,8	2,9±2,3	0,256
Colesterol (mg)	<300	<300	430,0±154,9	408,3±161,4	348,6±143,9	269,3±114,4	0,064	465,5±265,2	427,7±194,9	350,1±143,6	400,2±74,5	0,064

Kcal: kilocalorías; Prot: proteínas; HC: hidratos de carbono; AZ.: azúcares; F.:fibra; AG: ácidos grasos; AGS: ácidos grasos saturados; AGM: ácidos grasos monoinsaturados; W: omega. Valores IDR14-17. *p-VALOR OBTENIDO POR TEST anova ($p<0,05$).

Tabla 3. Fuente: Resultados del estudio de Martínez Martínez et al.

Anexo 6

Estudio	Diseño	Características de la muestra	Variables principales de estudio
Martínez Martínez et al. 2018	Estudio observacional transversal	• 202 estudiantes deportistas (152 hombres y 50 mujeres). • Edad comprendida entre los 18 y 39 años. • Todos pertenecían a la facultad de CAFD.	1. Nutrición 2. Ejercicio 3. Atletas 4. Carbohidratos, proteínas y lípidos de la dieta
Fuentes-Barría et al. 2023	Resumen cualitativo de revisión sistemática (RS)	• Tres RS. • Las muestras se componen por deportistas mayores de 18 años.	<i>1. Rendimiento deportivo:</i> <i>1.1. Tiempo hasta el agotamiento</i> <i>1.2. Prueba contrarreloj</i> <i>1.3. Velocidad de sprint</i> <i>1.4. Potencia media</i> <i>1.5. Repetición al fallo</i> <i>1.6. Fuerza máxima</i>
Lam et al. 2019	Meta-análisis	• 20 ECA con una muestra total de 351 deportistas (298 masculinos, 29 femeninos y 24 deportistas de sexo desconocido). • Todos eran deportistas activos que experimentaban fatiga y que habían visto perjudicado su rendimiento.	1. Signos vitales: 1.1. Frecuencia cardíaca (FC) 1.2. Índice de intercambio respiratorio (RER) 1.3. Tasa de esfuerzo percibido (RPE) 1.4. Volumen máximo de oxígeno (VO2máx) 2. Fuerza y composición corporal: 2.1. Potencia máxima y media masa corporal
Negro et al. 2014	ECA	• 40 voluntarios sanos con una edad comprendida entre 18 y 30 años. No realizaban más de dos sesiones de entrenamiento por semana.	1. Prueba de fuerza 2. Prueba de composición corporal
Giráldez- Costas et al. 2021	ECA	• 16 participantes sanos (12 hombres y 4 mujeres) de entre 20 a 35 años.	1. Repetición máxima 2. Velocidad promedio 3. Velocidad máxima 4. Potencia media 5. Potencia máxima.
Karayigit et al. 2021.	ECA	• 13 hombres y 14 mujeres de entre 20 y 27 años Entrenados en resistencia. Todos entrenaban al menos 3 veces/ semana durante el último año.	1. Fuerza 2. Resistencia muscular 3. Rendimiento cognitivo 4. FC 5. Glucosa 6. Excitación sentida 7. EPR
Ruiz- Fernández Et al. 2023	ECA	• 20 participantes entrenados en resistencia (10 hombres y 10 mujeres) de entre 18-35 años. • Con un mínimo de 6 meses de experiencia en entrenamiento de resistencia, con una frecuencia de al menos 3 días/ semana durante los 3 meses anteriores.	1. Composición corporal 2. Hábitos dietéticos y de actividad física 3. Éxito cegador 4. Fuerza y potencia muscular 5. Resistencia muscular 6. Fuerza isométrica y salto vertical 7. Efectos secundarios

Estudio	Resultados principales	Riesgo de sesgos/validez/calidad
Martínez et al. 2018	- La dieta de los deportistas se basaba en una excesiva ingesta de proteínas y azúcares, pero existía un déficit en el aporte de hidratos de carbono y fibra. - El 20,8% de los deportistas tomaban suplementos o complementos alimenticios. Principalmente batidos de proteínas y multivitamínicos. - Se observaron diferencias en la prevalencia de consumo de suplementos en función de la cantidad de horas y la intensidad de deporte.	- Los datos se recogen a través de una encuesta autoinformada. Esto hace que existan riesgos potenciales de sesgo debido a la posibilidad de omitir información relevante. - El estudio ha sido validado por la escala STROBE y presenta una puntuación de 18,5 sobre 22.
Fuentes-Barria et al. 2023	- Se presentan mejoras sobre la potencia media de salida, el rendimiento deportivo general y la resistencia muscular hasta el fallo. - No se presentan mejorías sobre el tiempo en una prueba contrarreloj ni en la fuerza máxima.	- Se utilizó un proceso riguroso para seleccionar y evaluar la calidad de los estudios incluidos. - La extracción y síntesis de datos se realizó de manera sistemática. Esto ayuda a reducir el riesgo de sesgo en la recopilación de información. - Los estudios se evaluaron críticamente con la herramienta AMSTAR-2, presentando un bajo riesgo de sesgo sobre los hallazgos.
Lam et al. 2019	- El WPS ha demostrado su capacidad de actuar como ayuda ergogénica en la frecuencia cardíaca, ha presentado un mayor valor de RER y ha obtenido un RPE más bajo. - También muestra beneficios en la VO2máx y ayudaría a los atletas a ganar fuerza durante un período más prolongado de actividad física. Además, es útil para mejorar la composición corporal, ayudando a perder grasa y aumentar la masa muscular.	- El estudio presenta un bajo riesgo de sesgo en la selección de estudios, realizando una búsqueda exhaustiva. Sin embargo, al incluir solo ensayos controlados aleatorios (ECA) y excluir otros tipos de estudios, podría limitar la amplitud de la revisión y sesgar los resultados. - La calidad metodológica de los estudios fue evaluada utilizando la herramienta Cochrane ROB Tools. - Además, el estudio siguió las directrices PRISMA para informar sobre la RS y el metaanálisis.
Negro et al. 2014	- La fuerza muscular aumentó significativamente para todos los sujetos. - La disminución de grasa corporal y el aumento de masa libre de grasa fue significativo en el grupo alimenticio. - No se encontraron diferencias en la masa magra, aunque hubo una tendencia a aumentar en el grupo alimenticio y a disminuir en el grupo control.	- El estudio presenta medidas para controlar el sesgo como un protocolo detallado, la aleatorización de los grupos y la exclusión de participantes. - Sin embargo, la falta de cegamiento podría introducir sesgos en la interpretación de los resultados.
Giráldez-Costas et al. 2021	- El entrenamiento de fuerza aumentó los valores en 1 repetición máxima de manera similar tanto en el grupo que tomó cafeína como en el placebo. - Las curvas de velocidad-carga (que se refieren a la velocidad máxima y la velocidad promedio) en el grupo suplementado con cafeína mostraron mayor magnitud de cambio que en el grupo placebo. - La curva potencia-carga (que se refiere a la potencia media y potencia máxima) fue mayor en el grupo que se suplementó con cafeína sobre el placebo.	- El diseño experimental longitudinal y aleatorizado, junto con el doble ciego, reduce el riesgo de sesgo en la selección, asignación y evaluación de los participantes. - Además, se siguió un protocolo detallado para el reclutamiento, la asignación, la intervención y la evaluación de los participantes. - Se utilizaron pruebas estadísticas apropiadas para analizar los datos, lo que mejora la calidad del análisis de resultados.
Karayigit et al. 2021.	- El enjuague bucal con una dosis de carbohidratos (CHO) al 6% y cafeína (CAF) al 2% aumentó la resistencia muscular de la parte inferior del cuerpo y el rendimiento cognitivo tanto en atletas masculinos como femeninos. - El enjuague bucal con cafeína por separado también aumentó los niveles de excitación.	- El estudio utiliza un diseño doble ciego, aleatorizado, contrabalanceado y cruzado. Esto aumenta la calidad del estudio al minimizar la probabilidad de sesgo tanto del investigador como de los participantes. - Se estandarizaron aspectos como la dieta previa, el horario de las pruebas y la instrucción a los participantes. Esto mejora la calidad del estudio al reducir la variabilidad no deseada.
Ruiz-Fernández Et al. 2023	- La cafeína mejora la velocidad, la producción de potencia y la tasa de desarrollo de fuerza. - También aumenta el número de repeticiones y potencia de salida en ejercicios de resistencia muscular. Estos efectos parecen más notables en ejercicios de tren inferior y con cargas altas.	- El estudio presenta un diseño experimental doble ciego, controlado con placebo, cruzado y aleatorizado. Esto ayuda a reducir el sesgo tanto de los participantes como de los investigadores. - Los métodos de medición son detallados y bien descritos. - Las pruebas de rendimiento se realizaron en condiciones estandarizadas y se siguieron protocolos establecidos, lo que aumenta la validez interna del estudio.

Tabla 4. Resumen de los estudios incluidos en la revisión. Fuente: elaboración propia