

Investigación Experimental o Metaanalítica



PENSAR EN MOVIMIENTO:
Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud
ISSN 1659-4436
Vol. 17, No.2, pp. 1- 23
Abre 1° de julio, cierra 31 de diciembre, 2019



EFFECTO AGUDO DE LAS BEBIDAS ENERGÉTICAS EN EL RENDIMIENTO ANAERÓBICO: UN METAANÁLISIS

META-ANALYSIS OF THE ACUTE EFFECT OF ENERGY DRINKS ON ANAEROBIC PERFORMANCE: A META-ANALYSIS

EFEITO AGUDO DAS BEBIDAS ENERGÉTICAS NO RENDIMENTO ANAERÓBICO: UMA META-ANÁLISE

Gabriela María Arias-Oviedo, Bach.  ^{1(B, C, D, E)}, Isaura Castillo-Hernández, M.Sc. 
^{2(B, D, E)} y

Judith Jiménez-Díaz, Ph.D.  ^{2,3(B, D, E)}

gabyariaso@hotmail.com

¹Maestría Académica en Ciencias del Movimiento Humano, Escuela de Educación Física y Deportes, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

²Escuela de Educación Física y Deportes, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

³Centro de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Envío original: 2017-12-13. Reenviado: 2018-11-27.

Aceptado: 2019-03-05. Publicado: 2019-07-01

DOI: <https://doi.org/10.15517/pensarmov.v17vi2i.31769>

RESUMEN

Arias-Oviedo, G.M.; Castillo-Hernández, I. y Jiménez-Díaz, J. (2019). Efecto agudo de las bebidas energéticas en el rendimiento anaeróbico: Un metaanálisis. **PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud**, 17(2), 1-23. El consumo de bebidas energéticas (BE) ha ido incrementando tanto en estudiantes y personas activas como en deportistas, esto por posible efecto ergogénico. Dichas bebidas contienen,



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

además de calorías, cafeína en combinación con otros ingredientes como taurina, carnitina y vitaminas del complejo B. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto agudo de la ingesta de BE en el rendimiento físico anaeróbico, por medio de la técnica de metaanálisis. La metodología consistió en realizar una búsqueda en cinco bases de datos: PubMed, SPORTDiscus, Springer Link, ProQuest y Science Direct. Se seleccionaron los estudios que cumplieron con los criterios de elegibilidad: experimentales, en los que se midiera el rendimiento anaeróbico y donde se suministrara una BE, realizados en seres humanos, que presentaran la estadística descriptiva y estuviesen publicados en idioma español o inglés. Como resultados se incluyeron 15 estudios que generaron 37 tamaños de efecto (*TE*) y un total de 253 sujetos (hombres y mujeres; $21,7 \pm 3,7$ años). Bajo el modelo de efectos aleatorios y un diseño entre grupos se obtuvo un *TE* global de 0.123 ($p = 0.009$; $IC_{95\%} = 0.01$ a 0.23; $Q = 19.5$; $p = 0.98$; $I^2 = 0.00\%$). No se encontró ninguna relación o diferencia en las variables moderadoras. En conclusión, el *TE* global indica que hay diferencia significativa entre consumir BE o placebo para pruebas anaeróbicas específicas de saltos.

Palabras clave: rendimiento deportivo, bebidas energéticas, deporte, revisión sistemática.

ABSTRACT

Arias-Oviedo, G.M.; Castillo-Hernández, I. y Jiménez-Díaz, J. (2019). Acute effect of energy drinks on anaerobic performance: A meta-analysis. **PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud**, 17(2), 1-23. The consumption of energy drinks (ED) has been increasing in students, active individuals, and athletes due to their probable ergogenic effect. In addition to calories, energy drinks contain caffeine and other ingredients such as taurine, carnitine, and B-complex vitamins. The aim of this study was to examine the effect of ED consumption on anaerobic performance using a meta-analytic approach. A literature search was conducted on five electronic database searchers: PubMed, SPORTDiscus, Springer Link, ProQuest, and Science Direct. Studies that met the inclusion criteria were selected, i.e: experimental studies that assessed anaerobic performance using EDs as a treatment in humans, reporting descriptive statistics, and published in English or Spanish. 15 studies representing 37 effect sizes (*ES*) with a total of 253 participants (male and female: 21.7 ± 3.7 years old) met the inclusion criteria. Using a random-effects model and a between-group design, an overall 0.123 *ES* was found ($p = 0.009$; $CI_{95\%} = 0.01$ to 0.23; $Q = 19.5$; $p = 0.98$; $I^2 = 0.00\%$). No relationship or difference was found in the moderator variables. In general, the overall *ES* indicated that there is a significant difference between consuming ED or a placebo for specific anaerobic jump tests.

Keywords: physical performance, energy drinks, sports, systematic review.

RESUMO

Arias-Oviedo, G.M.; Castillo-Hernández, I. y Jiménez-Díaz, J. (2019). Efeito agudo das bebidas energéticas no rendimento anaeróbico: Uma meta-análise. **PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud**, 17(2), 1-23. O consumo de bebidas energéticas (BE) tem aumentado tanto em estudantes e pessoas ativas quanto em esportistas, devido a possíveis efeito ergogênico. Essas bebidas contêm, além de calorías, cafeína e outros ingredientes como taurina, carnitina e vitaminas do complexo B. O objetivo do estudo foi avaliar o efeito agudo da ingestão de BE no rendimento físico anaeróbico, por



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

meio da técnica de meta-análises. A metodologia consistiu em realizar uma busca em cinco bases de dados: PubMed, SPORTDiscus, Springer Link, ProQuest e Science Direct. Foram selecionados os estudos que cumpriram os critérios de elegibilidade, ou seja, experimentais, nos que fosse medido o rendimento anaeróbico e onde fosse administrada uma BE, realizados em seres humanos, que apresentassem a estatística descritiva e estivessem publicados em espanhol ou inglês. Como resultados foram incluídos 15 estudos que geraram 37 tamanhos do efeito (*TE*) e um total de 253 sujeitos (homens e mulheres; $21,7 \pm 3,7$ anos). Sob o modelo de efeitos aleatórios e um desenho entre grupos obteve-se um *TE* global de 0,123 ($p = 0,009$; $IC_{95\%} = 0,01$ a $0,23$; $Q = 19,5$; $p = 0,98$; $I^2 = 0,00\%$). Não foi encontrada nenhuma relação ou diferença nas variáveis moderadoras. Em conclusão, o *TE* global indica que existe diferença significativa entre consumir BE ou placebo para provas anaeróbicas específicas de saltos.

Palavras-chaves: rendimento esportivo, bebidas energéticas, esporte, revisão sistemática.

En el rendimiento anaeróbico, los procesos metabólicos que producen energía desempeñan un papel de suma importancia a medida que aumenta la intensidad de las ejecuciones. La producción de energía a partir de la descomposición del adenosín trifosfato (ATP) y la fosfocreatina (PC) es indispensable. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que las reservas disponibles de estos fosfatos, por sí solas, tan solo pueden cubrir las demandas de energía durante menos de aproximadamente 10 segundos en un esfuerzo máximo, lo cual es conocido como potencial anaeróbico aláctico. Por otra parte, se encuentra el potencial anaeróbico láctico. En este caso, se promueve la degradación de la glucosa o glucólisis, con restitución de una parte de ATP y formación de ácido láctico; en donde se es capaz de reutilizar el lactato generado y su duración se extiende de uno a dos minutos (Astrand, Rodahl, Dahl, y Stromme, [2010](#); Harichaux y Medelli, [2006](#)).

Una bebida energética (BE) y una deportiva (también llamada *hidratante*, o *isotónica*, aunque no todas las bebidas deportivas sean verdaderamente isotónicas), se diferencian en que la función principal de esta última es promover la hidratación y recuperar los niveles de glucógeno y electrolitos, para evitar la deshidratación de los atletas durante y después de la realización de un ejercicio físico. Por su parte, una BE contiene una mayor cantidad de carbohidratos (CHO), por lo que se asocia con un aumento en el nivel de energía de los individuos, con nutrientes pretendidos para mejorar las percepciones de atención, el estado de alerta mental y el rendimiento físico durante los entrenamientos y las competiciones. Las BE bajas en calorías también se comercializan para aumentar el estado de alerta mental, el metabolismo energético y el rendimiento. Se supone que los efectos se deben a ingredientes como la cafeína, uno de los ingredientes más comunes, que a menudo se combina con vitaminas del complejo B (e.g., cobalamina, riboflavina, tiamina, niacina), el inositol, la glucoronolactona y la taurina; para formar lo que los fabricantes han llamado una "mezcla de energía" (Campbell, et al., [2013](#); Higgins, Tuttle y Higgins, [2010](#), Pereira, Silva, Fernández, Quintana y Marins, [2015](#)). Existe evidencia que indica que las BE son difíciles de evaluar desde el punto de vista nutricional y ergogénico, debido a la variedad de ingredientes que contienen (Mora-Rodríguez y Pallares, [2014](#)).



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

A pesar de que se ha demostrado que la cafeína mejora la resistencia y el rendimiento deportivo (Burke, 2008), esta posee efectos secundarios, tales como insomnio, dolor de cabeza, nerviosismo y arritmias cardíacas.

En la revisión sistemática de Pereira et al. (2015), se determinaron los posibles efectos ergogénicos de las BE sobre el rendimiento físico aeróbico y anaeróbico, encontrándose aumentos significativos después del consumo de la BE en el tiempo total de ejercicio (en minutos), consumo máximo de oxígeno ($VO_{2máx}$), y reducciones en la tasa de esfuerzo. Con respecto al rendimiento anaeróbico, algunos estudios revelaron mejoras significativas después de la ingesta de BE en aspectos como el aumento del tiempo de ejercicio, número de *sprints*, número de repeticiones de una repetición máxima (RM), potencia anaeróbica, velocidad de carrera, altura en el salto vertical, distancia recorrida, disminución en la concentración de lactato sanguíneo y disminución del tiempo en un test de agilidad. Sin embargo, en otros estudios (Astorino et al., 2012; Forbes, 2007), no se encontraron mejoras significativas en el tiempo total de *sprint* o sobre la potencia anaeróbica.

En el estudio de Davis (2009), se estudió la influencia de la cafeína en paradigmas anaeróbicos, enfocándose principalmente en variables de rendimiento. El estudio concluyó que el ejercicio de alta intensidad parece verse afectado favorablemente por la cafeína, con metodologías que emplean protocolos que imitan actividades deportivas entre 4 a 6 segundos. En estudios recientes que han reportado efectos positivos de la cafeína se han estudiado sujetos entrenados. Debido a esto, se puede afirmar que la cafeína parece ser más beneficiosa para este tipo de población en comparación con sujetos no entrenados, ya que la mayoría de los estudios muestran poco o ningún efecto en este último grupo. No obstante, la razón de estas diferencias en el efecto de acuerdo con el estado de entrenamiento entre los sujetos no está clara.

Otros autores destacan que, a corto plazo, el rendimiento de alta intensidad puede ser mejorado con la ingesta de BE. Sin embargo, lograr esta mejora requiere el consumo de grandes volúmenes para suministrar suficiente cafeína, pero al mismo tiempo, la ingesta de altas dosis de cafeína podría causar efectos secundarios negativos contrarrestando su efecto ergogénico (Mora-Rodríguez y Pallares, 2014).

Otro ingrediente potencialmente estimulante utilizado en las BE es la taurina, componente natural de las carnes, pescados y mariscos. Este aminoácido se asocia con la regulación de las contracciones del músculo esquelético (Debelak, 2011). Pereira et al. (2012), presentan los efectos agudos de la taurina sobre la capacidad aeróbica y anaeróbica. De catorce estudios analizados luego de consumir un gramo de taurina, once obtuvieron cambios positivos en la capacidad física aeróbica y tres, en la anaeróbica. De los once estudios analizados sobre la capacidad aeróbica, ocho (72.8%) mostraron un efecto positivo después del consumo de taurina, además de demostrar un aumento del tiempo total de ejercicio, oxidación de grasas y $VO_{2máx}$.; así como una disminución en la tasa de esfuerzo percibido.

En la revisión sistemática y metaanálisis de Souza, Del Coso, Casonatto y Polito (2016) se evaluaron los efectos de la ingesta aguda de BE en el rendimiento físico y se



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

encontró que el consumo de BE que contienen cafeína incrementa el rendimiento en ejercicio de resistencia, resistencia muscular y protocolos de salto en comparación con ensayos placebo o control. En relación con dichos resultados, los autores destacan que el rendimiento se asocia, en términos fisiológicos, con la cantidad de taurina ingerida.

Por lo anterior, resulta importante analizar las evidencias científicas encontradas en diversos estudios, con el objetivo de examinar los efectos ergogénicos de las BE sobre tipos específicos de rendimiento físico y posibilitar así una mejor información a atletas y entrenadores y todo su cuerpo técnico en el ámbito del entrenamiento deportivo. Por lo tanto, el objetivo del presente metaanálisis fue examinar el efecto agudo de las BE sobre el rendimiento anaeróbico.

METODOLOGÍA

Esta investigación se realizó siguiendo los lineamientos generales para el reporte de revisiones sistemáticas y metaanálisis PRISMA (Liberati, Altman, Tetzlaff, Mulrow, Gøtzsche, Ioannidis y D. Moher et al., [2009](#)). La búsqueda de los estudios finalizó en agosto de 2018.

Criterios de elegibilidad. Se establecieron *a priori* los siguientes criterios para incluir los estudios: a) diseño experimental, b) medición del rendimiento anaeróbico, c) suministro de BE (mezcla), sin estimulantes ingeridos individualmente y que presentara una comparación con un placebo, d) participantes humanos, no modelo animal, e) reportar estadística descriptiva para el cálculo del tamaño de efecto (*TE*, media, desviación estándar y tamaño de muestra) y f) artículos en idioma español o inglés.

Estrategia de búsqueda. Se realizó la búsqueda en cinco bases de datos electrónicas PubMed, SPORTDiscus, Springer Link, ProQuest y Science Direct, en las que se utilizaron las palabras clave “*energy drinks*”, “*performance*”, “*red bull*”, “*burn*”, “*monster*”, “*caffeine*”, “*carnitine*” y “*taurine*”. Se utilizó la frase *booleana* para la búsqueda sistemática: “*energy drinks AND performance AND (taurine OR caffeine OR carnitine) AND (Red Bull OR burn OR monster) NOT animals*”. Para complementar la búsqueda, se revisó la lista de referencias de los estudios incluidos con el objetivo de identificar estudios que no se hayan encontrado con la búsqueda en las bases de datos y así revisarlos para su posible inclusión.

Selección de estudios y codificación de la información. La estrategia de selección y codificación de los datos extraídos de los estudios lo realizó la autora principal. La segunda autora revisó el proceso anterior. Las inconsistencias encontradas se resolvieron por consenso con la tercera autora. Para el análisis meta analítico, se codificaron las siguientes características cuando fueron reportadas, con el objetivo de analizarlas como posibles variables moderadoras: sexo (hombre o mujer), edad (en años), volumen de la bebida (en ml), tipo de deporte (colectivo e individual), tiempo de abstinencia de ejercicio (en horas), tiempo abstinencia de consumo de cafeína (en horas), tiempo entre ingesta del



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

desayuno y ejercicio (en horas), estandarización del desayuno (sí o no), tiempo entre sesiones (en días), tipo de población, (físicamente activa, atletas o sedentaria), cantidad de cafeína administrada (en mg/kg de masa corporal) y frecuencia cardiaca (FC; en latidos/min). De cada estudio se codificó toda la información posible, de tal manera que por cada estudio podía haber más de un *TE*.

La evaluación de los criterios de calidad de cada uno de los estudios se realizó por medio de las siguientes preguntas planteadas por el grupo investigador: ¿Se describe como aleatorizado?, ¿se realizó mediante doble ciego?, ¿se reportan todos los resultados con valores de variabilidad (v.g., intervalos de confianza; *IC*)?, ¿se reportan eventos adversos?, ¿hay *pretest* y *post test*?, ¿hay grupo control/placebo? A esas preguntas se les asignó un puntaje de uno (1), si se reportaba en el estudio, y un cero (0), si no se reportaba. El puntaje máximo posible de cada estudio fue de seis puntos.

Procedimiento para el cálculo de los tamaños de efecto individuales. Para calcular el *TE* de las BE sobre el rendimiento anaeróbico se restó el promedio de la potencia del grupo control/placebo del promedio del grupo experimental (ingesta de BE) y se dividió entre la desviación estándar combinada (Borenstein, Hedges, Higgins, Rothstein, [2009](#)). El signo algebraico de cada *TE* se revisó, de tal modo que un *TE* negativo indicara que el grupo control (placebo) tenía mejor rendimiento que el grupo experimental (consumo de BE) y que un *TE* positivo indicara que el grupo experimental presentaba un mejor rendimiento que el grupo control.

Procedimiento para el cálculo del tamaño de efecto global. El cálculo del *TE* global se obtuvo siguiendo el procedimiento sugerido por Borenstein et al. ([2009](#)) para el modelo de efectos aleatorios. Considerando que se codificaron todos los *TE* posibles por estudio, se realizó la prueba para evaluar si se violó el supuesto de independencia de los datos.

Heterogeneidad y sesgo. La heterogeneidad de los estudios incluidos se evaluó por medio de la prueba de *Q* de Cochran, mientras que la inconsistencia se evaluó utilizando la prueba estadística I^2 . La significancia para la prueba de *Q* se estableció en $p \leq 0.10$ por falta de potencia estadística. Esto porque se sabe que los valores de I^2 menores a 25% representan muy baja inconsistencia, entre 25 y 50% representan baja inconsistencia, entre 51 y 75% moderada, y >75% se considera como alta inconstancia. Se aplicó el gráfico de embudo y la prueba de Egger para evaluar el sesgo, ya que indican la posibilidad de no incluir todos los estudios relevantes en el metaanálisis por diferentes razones, entre ellas se encuentran: el idioma, el no estar publicado, el proceso de selección de los estudios, el año de publicación, entre otros. El sesgo de publicación, de manera específica, se evaluó por medio del efecto de trabajos archivados (Orwin, [1983](#)).

Análisis de los datos. Los análisis de las variables moderadoras se realizaron utilizando el paquete estadístico SPSS versión 22, aplicando meta regresiones en variables



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

continuas y análisis de ANOVA-ajustado para las variables categóricas (Wilson, [2006](#)). Se estableció un nivel de significancia de $p \leq 0.05$ y, cuando fue apropiado, se reportaron los intervalos de confianza al 95% (IC95%). El gráfico de embudo y la prueba de Egger se efectuaron con el programa de RStudio, versión 1.0.153 (RStudio, Inc., Boston, MA).

RESULTADOS

Descripción de los estudios incluidos

En la Figura 1 se presenta el proceso de selección, donde se especifican las etapas y las razones de exclusión.

En total, se incluyeron 15 estudios sobre el efecto agudo de la ingesta de BE sobre el rendimiento anaeróbico. Todos los estudios utilizaron un diseño aleatorizado, doble ciego y con bebida placebo (Tabla 1). Los 15 estudios representaron un total de 253 participantes. Ocho estudios se realizaron exclusivamente con hombres, tres con mujeres y cuatro estudios evaluaron grupos mixtos.

En las Tablas 1 y 2 se resumen las características más relevantes de los estudios incluidos, donde se evidencia que se aplicaron distintas pruebas para obtener el resultado del rendimiento anaeróbico. Las pruebas de *sprint* y saltos fueron las más utilizadas, mientras que otra prueba utilizada, con menor frecuencia, fue la prueba de Wingate. Los estudios presentaron un puntaje de calidad entre 4 y 5 ($M = 4.51$; $DE = 0.51$). El detalle de la calidad de los estudios se presenta en la Tabla 3.

Tamaños de efecto

De los 15 estudios incluidos, se codificaron 37 *TE*. El *TE* global (*TEg*) fue de 0.123 ($p = 0.009$; $IC_{95\%} = 0.01, 0.23$), con una baja heterogeneidad ($Q = 19.5$; $p = 0.98$, $I^2 = 0.00\%$). El *TEg* indicó que la ingesta de la BE presentó mayor rendimiento anaeróbico que el placebo. La prueba para determinar si se violó el supuesto de independencia de los datos indicó que los datos son independientes ($diffLL = 1.41$; $p = 0.23$).

En la Figura 2 se muestran los *TE* agrupados según el tipo de prueba realizada para evaluar rendimiento anaeróbico (v.g., salto, *sprint*).

Análisis de sesgo

En la Figura 3 se presenta el gráfico de embudo, en el cual se observa una aparente simetría. Sin embargo, la prueba de regresión de Egger confirmó la presencia de asimetría, indicando que hay sesgo ($t = 2.538$, $gl = 35$, $p = 0.02$). La prueba de trabajos archivados indica que se requiere de al menos 10 *TE* no significativos, para convertir el *TEg* encontrado en un *TEg* no significativo.

Análisis de variables moderadoras

En la Tabla 3 se presentan los resultados de las meta regresiones y los análisis de subgrupos para las variables moderadoras (ANOVA-ajustado). Se analizaron nueve variables moderadoras. Por falta de información, no se pudo analizar el tiempo entre el



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

desayuno y la prueba, ni el tiempo de abstinencia de ejercicio extenuante (la mayoría de los estudios reportó 24hrs).

Edad. El rango de edad presente en los estudios codificados se encontró entre los 15 y los 30 años. La edad no está relacionada con el efecto de las BE.

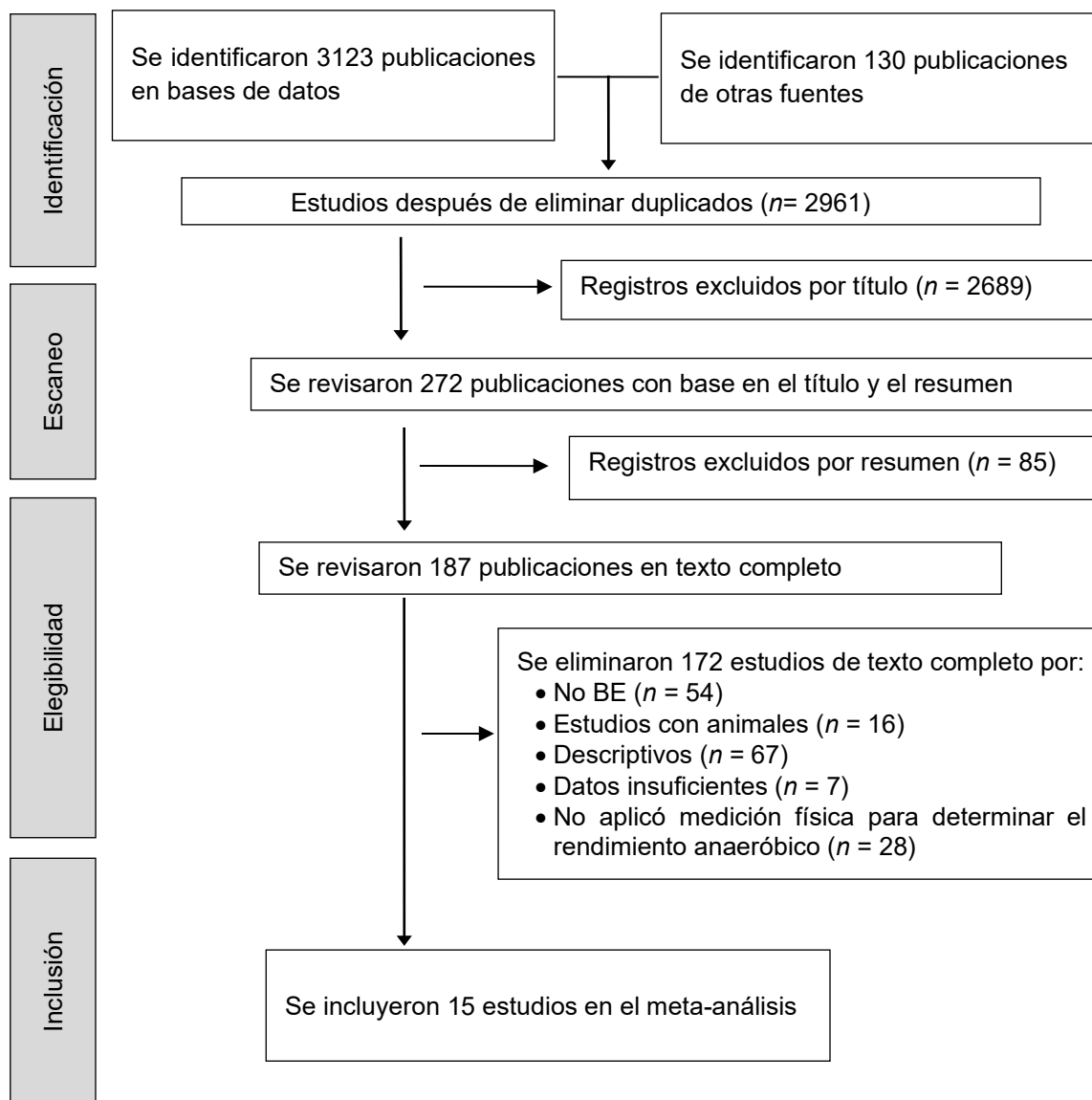


Figura 1. Flujograma de búsqueda y selección de estudios. Fuente: elaboración propia.



Tabla 1
Descripción de las variables, consumo de cafeína, tipo de deporte, y test utilizado de cada estudio

| Estudio | Consumidores de CAF | Tipo de deporte | Test |
|--|----------------------------|------------------|---|
| Carvajal y Moncada, 2005 | Sí (2-4 tazas de café/día) | Fútbol soccer | Salto longitud (m) |
| Alamdari et al., 2007 | Sí (2-4 tazas de café/día) | Fútbol americano | RAST |
| Forbes et al., 2007 | NR | FA | Wingate |
| Astorino et al., 2012 | | Fútbol soccer | <i>Sprints</i> |
| Del Coso, Muñoz-Fernández et al., 2012 | Sí (60 mg/día) | Fútbol soccer | 15" saltos máximos- <i>sprints</i> 30m |
| Del Coso, Salinero et al., 2012 | Sí (60 mg/día) | FA | <i>Half squat</i> |
| Gwacham y Wagner, 2012 | NR | Fútbol americano | 6 <i>sprints</i> 35m |
| Del Coso et al., 2013 | Sí (60 mg/día) | Rugby | 15" saltos máximos |
| Abian et al., 2014 | Sí (60 mg/día) | Baloncesto | SCM |
| Del Coso et al., 2014 | Sí (30 mg/día) | Voleibol | <i>Squat Jump</i> y SCM |
| Lara et al., 2014 | Sí | Fútbol soccer | SCM |
| Abian et al., 2015 | Sí (60 mg/día) | Bádminton | <i>Squat Jump</i> y SCM |
| Gallo et al., 2015 | Sí (menos de 1 BE/día) | Tennis | <i>Sprints</i> 15m |
| Lara et al., 2015 | Sí (menos de 1 BE/día) | Natación | SCM, Salida de potencia, 50m, 45" máximos |
| Pérez et al., 2015 | NR | Voleibol | <i>Block jump</i> , <i>Squat Jump</i> , SCM |

Nota: CAF: cafeína; NR: no reporta; FA: físicamente activos; SCM: salto contra movimiento; RAST: prueba de velocidad anaeróbica basada en carrera. Fuente: elaboración propia.

Sexo. Al comparar hombres y mujeres, no se encontró diferencia en el *TE* (0.10 para mujeres y 0.11 para hombres). Sin embargo, el *TE* de cada sexo no fue significativo, esto puede ser debido al tamaño de la muestra de cada grupo.



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Tabla 2

Descripción de las variables, dosis de cafeína y otros ingredientes de cada estudio

| Estudio | CAF (mg/kg) | Otros ingredientes |
|--|-------------|--|
| Carvajal y Moncada, 2005 | NR | Cada sujeto ingirió 6ml por kg. PROT (<1 g), CHO (28 g), Na (200 mg), Taurina (1000 mg), Glucuronolactona (600 mg), Inositol (50 mg) |
| Alamdari et al., 2007 | NR | Glucosa (11.5 g/dl), Citrato de sodio (NR), Ácido cítrico (NR), Taurina (4000 mg/l), Glucuronolactona (2400 mg/l), extracto de ginseng (50 mg/l) |
| Forbes et al., 2007 | 2 | Azúcar (0.65 g/kg), Taurina (25 mg/kg), Glucuronolactona (15 mg/kg), Niacina (0.45 mg/kg), Ácido Pantoténico (0.15 mg/kg), Vitamina B6 (0.05 mg/kg), Riboflavina (0.04 mg/kg), Vitamina B12 (0.025 µg/kg) |
| Astorino et al., 2012 | 1.3 | Taurina (1g), CHO (27 g) |
| Del Coso, Muñoz-Fernández et al., 2012 | 3 | NR |
| Del Coso, Salinero et al., 2012 | 1 y 3 | Taurina (2000 mg), Bicarbonato de sodio (500 mg), L-carnitina (200 mg), Maltodextrina (705 mg) |
| Gwacham y Wagner, 2012 | NR | Riboflavina (3.4 mg), Niacina (60 mg), Vitamina B6 (15 mg), Vitamina B12 (45 µg), Ácido Pantoténico (50 mg), Zinc (3 mg), L-tirosina (500 mg), Taurina (200 mg), Cafeína (120 mg), Glicina (100 mg), Flavonoides cítricos (50 mg), Ácido Gamma-aminobutírico (GABA) (50 mg), L-carnitina (10 mg), Inositol (10 mg) |
| Del Coso et al., 2013 | 3 | Taurina (2000 mg), Bicarbonato de sodio (500 mg), L-carnitina (200 mg), Maltodextrina (705 mg) |
| Abian et al., 2014 | 3 | Taurina (18.7 mg/kg), Bicarbonato de sodio (4.7 mg/kg), L-carnitina (1.9 mg/kg), Maltodextrina (6.6 mg/kg) |
| Del Coso et al., 2014 | 3 | Taurina (18.7 mg/kg), Bicarbonato de sodio (4.7 mg/kg), L-carnitina (1.9 mg/kg) |
| Lara et al., 2014 | 3 | Taurina (18.7 mg/kg), Bicarbonato de sodio (4.7 mg/kg), L-carnitina (1.9 mg/kg) |

Continuación Tabla 2



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

| Estudio | CAF (mg/kg) | Otros ingredientes |
|------------------------------------|-------------|--|
| Abian et al., 2015 | 3 | Taurina (18.7 mg/kg), Bicarbonato de sodio (4.7 mg/kg), L-carnitina (1.9 mg/kg), Maltodextrina (6.6 mg/kg) |
| Gallo et al., 2015 | 3 | Maltodextrina (6.6 mg/kg), Taurina (18.7 mg/kg), Bicarbonato de sodio (4.7 mg/kg), L-carnitina (1.9 mg/kg) |
| Lara et al., 2015 | 3 | Taurina (18.7 mg/kg), Bicarbonato de sodio (4.7 mg/kg), L-carnitina (1.9 mg/kg), Maltodextrina (6.6 mg/kg) |
| Pérez et al., 2015 | 3 | Maltodextrina (6.6 mg/kg), Taurina (18.7 mg/kg), Bicarbonato de sodio (4.7 mg/kg), L-carnitina (1.9 mg/kg) |

Nota: CAF: cafeína; CHO: carbohidratos; PROT: proteína, Na: sodio, NR: no reporta.

Tipo de población. La mayoría de los estudios se realizó con personas entrenadas. Fueron pocos los estudios que utilizaron personas físicamente activas, y no hubo estudios incluyendo personas sedentarias. El *TE* de las personas físicamente activas (0.11) fue muy similar al *TEg* encontrado. Sin embargo, este no fue significativo. El *TE* fue mayor en las personas atletas (0.20), no obstante, presentó mayor variabilidad y tampoco fue significativo. No se encontró diferencias entre los grupos.

Prueba realizada. La mayoría de los estudios se realizaron con pruebas de saltos, este *TE* fue significativo y mediano (0.28). Los estudios con pruebas de tipo sprint no presentaron un *TE* significativo (0.008). No se encontró diferencia entre los tipos de prueba, no obstante, existe una tendencia a que la prueba de salto sea diferente a los otros tipos de prueba utilizados (ver Figura 2).

Abstinencia de CAF (horas). La mayoría de los estudios reportaron una abstinencia entre 24 o 48 horas. No se encontró relación entre la cantidad de horas de haberse abstenido de consumir cafeína y el *TE*.

Cantidad de cafeína (mg/kilogramo de masa corporal). La mayoría de los estudios reportaron una cantidad de cafeína de 3 mg/kg, muy pocos reportaron entre 1-1.3 mg/kg. No se encontró relación entre la cantidad de mg de cafeína/kg y el *TE*.

Tabla 3



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Evaluación de calidad de los estudios

| Estudio | Aleatorización | Doble ciego | Reporta DE | Mortalidad | Pretest/ Post test | Control/ Placebo | Total |
|--|----------------|-------------|------------|------------|--------------------|------------------|-------|
| Carvajal y Moncada., 2005 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 5 |
| Alamdari et al., 2007 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 5 |
| Forbes et al., 2007 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 5 |
| Astorino et al., 2012 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 |
| Del Coso, Muñoz-Fernández et al., 2012 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 5 |
| Del Coso, Salinero et al., 2012 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 5 |
| Gwacham y Wagner., 2012 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 |
| Del Coso et al., 2013 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 |
| Abian et al., 2014 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 |
| Del Coso et al., 2014 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 |
| Lara et al., 2014 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 |
| Abian et al., 2015 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 5 |
| Gallo et al., 2015 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 5 |
| Lara et al., 2015 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 5 |
| Pérez et al., 2015 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 5 |

Nota: DE: desviación estándar. Fuente: elaboración propia

Tiempo entre ingesta del desayuno y ejercicio (min). Los estudios reportaron un tiempo de descanso entre la ingesta del desayuno y el inicio del ejercicio entre 30 y 60 minutos. No se encontró relación entre el tiempo transcurrido entre la ingesta del desayuno y el ejercicio y el *TE*.

Tiempo entre sesiones (días). La mayoría de los estudios reportaron siete días entre sesiones, muy pocos reportaron entre dos y cuatro días. No se encontró relación entre el tiempo entre sesiones y el *TE*.

Estandarización del desayuno. En los casos en los que los estudios no estandarizaron el desayuno, encontraron un *TE* significativo (0.16), mientras que los estudios que sí estandarizaron el desayuno el *TE* no fue significativo (0.09).



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

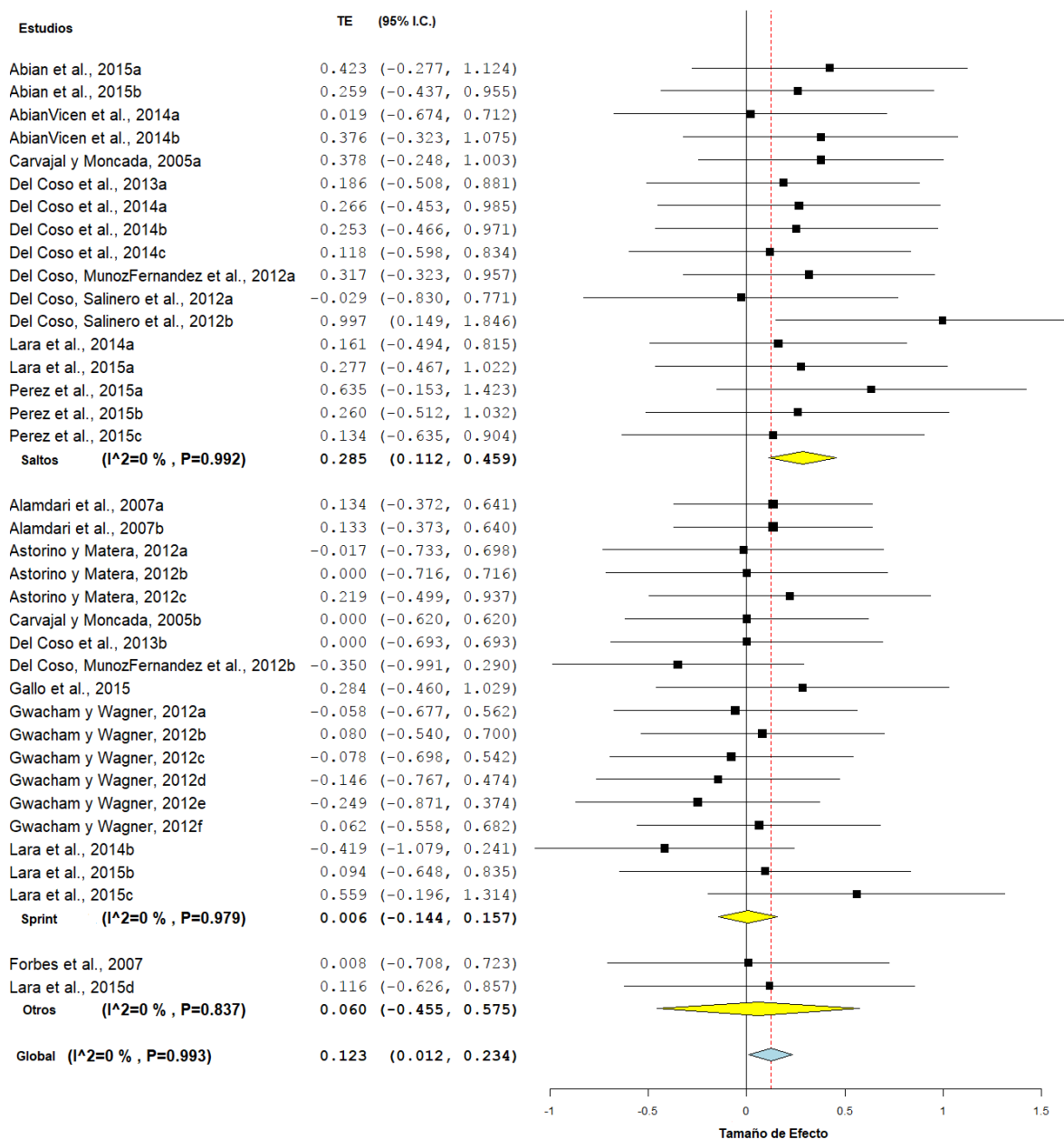


Figura 2. Forest Plot de los TE individuales agrupados por prueba. Nota: TE = Tamaño de efecto; IC = Intervalo de confianza al 95%. Fuente: elaboración propia.



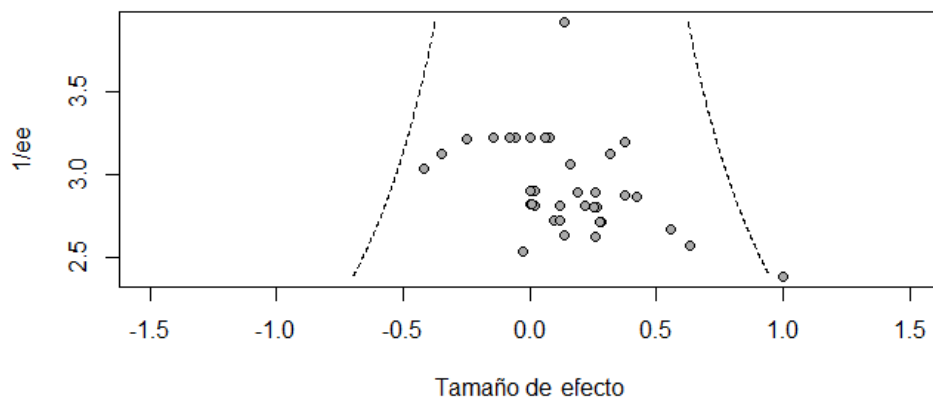


Figura 3. Gráfico de embudo. Fuente: elaboración propia.

Tabla 4
Resultados de las variables moderadoras analizadas.

| Variable | TE | IC | n | Q _b /B | p |
|--|-------|------------|----|-------------------|------|
| Edad | | | 35 | 0.005 | 0.97 |
| Sexo | | | | 0.781 | 0.69 |
| Femenino | 0.10 | -0.11,0.32 | 10 | | |
| Masculino | 0.11 | -0.01,0.24 | 23 | | |
| Tipo de población | | | | 0.441 | 0.80 |
| Físicamente activos | 0.11 | -0.01,0.23 | 26 | | |
| Atletas | 0.20 | -0.05,0.45 | 8 | | |
| Prueba realizada | | | | 5.92 | 0.05 |
| Salto | 0.28 | 0.11,0.45 | 17 | | |
| Sprint | 0.008 | -0.13,0.15 | 18 | | |
| Otras | 0.06 | -0.44,0.56 | 2 | | |
| Abstinencia de CAF (hrs) | | | 26 | 0.003 | 0.52 |
| Cantidad de CAF/Kg | | | 27 | 0.09 | 0.40 |
| Tiempo entre ingesta y ejercicio (min) | | | 37 | -0.002 | 0.78 |
| Tiempo entre sesiones (días) | | | 32 | -0.031 | 0.34 |
| Estandarización del desayuno | | | | 0.392 | 0.52 |
| No | 0.16 | 0.01,0.31 | 20 | | |
| Si | 0.09 | -0.06,0.24 | 17 | | |

Nota: CAF: cafeína. Fuente: elaboración propia.



Para las variables continuas, se presenta el valor beta (B) con su respectiva significancia. Para las variables categóricas, por cada subcategoría se presenta el TEg con el intervalo de confianza y el valor Qb con su significancia para saber si hay diferencia entre las subcategorías.

DISCUSIÓN

En el presente metaanálisis se encontraron efectos significativos de la ingesta aguda de una BE en el rendimiento anaeróbico. A pesar de haber obtenido un TEg significativo, no se encontró relación o diferencia significativa en ninguna de las variables moderadoras estudiadas (i.e., edad, sexo, tipo de población, prueba realizada, abstinencia de cafeína, cantidad de cafeína/kg de masa corporal, tiempo entre ingesta y ejercicio, tiempo entre sesiones y estandarización del desayuno). Una posible explicación a estos resultados es que había poca variabilidad entre los estudios, lo cual genera dificultad para descifrar opciones de dónde se podría encontrar un resultado significativo. Por ende, estos resultados sugieren que, indistintamente del tiempo de abstinencia de consumir cafeína, el rendimiento anaeróbico al ingerir BE no se ve afectado. Una interpretación similar en cuanto al efecto de la ingesta de BE puede hacerse considerando cada una de las demás variables moderadoras analizadas, las cuales se discutirán individualmente en la presente sección.

Si bien se ha sugerido que gran parte de la población que consume BE, especialmente en el ámbito deportivo, es joven, en el presente estudio no se observó un efecto moderador de la edad de la población participante en los estudios individuales sobre el TE . En cuanto al tipo de test aplicado, es importante señalar que los estudios en los que se aplicó una prueba de salto fueron los que proyectaron un TE significativo (ver Figura 2). Del Coso, Muñoz-Fernández, et al. (2012), Del Coso, Portillo, et al. (2013) y Del Coso, Pérez-López, et al. (2014) encontraron que las BE con cafeína (3 mg de cafeína por kg de masa corporal) aumentaron la altura media del salto y la potencia muscular generada durante una prueba de salto de 15 segundos en jugadores de fútbol, rugby y voleibol, respectivamente. Por ende, la ingesta de BE con cafeína podría considerarse una estrategia ergogénica efectiva para aumentar el rendimiento. Se ha encontrado que la cafeína es eficaz en el reclutamiento de unidades motoras al actuar como un antagonista de adenosina en el sistema nervioso central (Davis et al., 2003).

Abian et al. (2015), encontraron que la ingesta de cafeína en forma de una BE aumentó la potencia y la altura durante un salto de contra movimiento y un salto en cuclillas en jugadores de bádminton, lo cual coincide con lo encontrado en el presente estudio. Es así como señalan que la cafeína es una potente ayuda ergogénica para aumentar el rendimiento del salto en los jugadores de bádminton y que sus mejoras son comparables con varias semanas de entrenamiento específico. Sin embargo, estos autores no reportaron un efecto sobre la fuerza de agarre ni la velocidad durante la prueba de agilidad,

La mayoría de los estudios que reportan efectos positivos de la cafeína en el ejercicio anaeróbico han utilizado sujetos bien entrenados. Es así como Forbes, Candow, Little, Magnus, y Chilibeck (2007), mencionan que las variaciones en el nivel de entrenamiento



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

podrían explicar este efecto. Es decir, indican que los individuos moderadamente activos no experimentan ningún beneficio anaeróbico de la ingesta de BE con cafeína (Forbes et al., [2007](#)). Estudios en los que participaron sujetos entrenados se reportaron efectos positivos en el rendimiento anaeróbico. Al respecto de esta evidencia, Doherty ([1998](#)) y Collomp, Ahmaidi, Chatard, Audran y Prefaut ([1992](#)) sugieren que la cafeína ejerce una influencia directa sobre el sistema nervioso central y/o sobre el músculo activo durante el ejercicio de corta duración y de alta intensidad. Asimismo, en la investigación de Greer et al. ([1998](#)), en la cual no se encontraron efectos ergogénicos en la potencia anaeróbica, los sujetos practicaban actividad física recreativa, es decir, ninguno entrenó anaeróticamente. Es por esto que se debe reiterar que, en el presente estudio, se encontró un *TE* significativo en el efecto de las BE en el rendimiento anaeróbico, considerando que, de 15 estudios incluidos, 13 tomaron en cuenta sujetos atletas. En esta población Abian et al. ([2015](#)), Gallo et al. ([2015](#)), y Lara et al. ([2015](#)), encontraron mejoría en las pruebas aplicadas y concluyeron que el uso de BE podría ser una estrategia nutricional para aumentar el rendimiento físico en sujetos entrenados.

Diez de los estudios incluidos en esta investigación utilizaron tres miligramos de cafeína por kilogramo de masa corporal (mg/kg), lo que demuestra la existencia de evidencia sobre la dosis de cafeína de la bebida (Greer, McLean, y Graham, [1998](#); Mora-Rodríguez y Pallares, [2014](#)). Dado que se han utilizado dosis de 2.4 mg/kg, se sugiere que estas podrían ser insuficientes para observar un efecto ergogénico sobre el rendimiento anaeróbico. Beck et al. ([2006](#)), indican que dosis de cafeína de 5 a 6 mg/kg podrían ser necesarias para mejorar las capacidades anaeróbicas.

De la misma manera, se ha demostrado que la ingesta de cafeína equivalente a 3 mg/kg en una BE, aumenta el rendimiento físico de los jugadores durante las pruebas específicas de voleibol, lo que se observa en una mayor velocidad de carrera (sprint), salto vertical, agilidad y producción de fuerza máxima en ambas manos, medida con un dinamómetro (Del Coso et al., [2014](#)). Lara et al. ([2015](#)) también indican que la ingesta de cafeína de 3 mg/kg en forma de BE mejoró el rendimiento físico en varias pruebas físicas y redujo el tiempo necesario para completar una competencia de natación de 50m. Dichos autores también mencionan que los resultados de la prueba de ergómetro de natación indican que la aplicación de potencia efectiva se mejoró y que los resultados de la prueba de salto sugieren que la cafeína podría conferir alguna ventaja durante el inicio de la competencia.

Por lo tanto, estos autores sugieren la ergogenicidad de la cafeína para nadar, al menos en ensayos de corta duración y de alta intensidad (i.e., de requerimientos metabólicos predominantemente anaeróbicos).

Por otra parte, Astorino et al. ([2012](#)) y Forbes et al. ([2007](#)), encontraron en sus hallazgos poco beneficio de una BE en el rendimiento anaeróbico. Esto, al emplear dosis de cafeína de 1.3 y 2 mg/kg, respectivamente. Del Coso, Salinero, González, Abián, y Pérez ([2012](#)), determinaron los efectos de dos dosis distintas de cafeína (1 y 3 mg/kg) en una BE y concluyeron que la ingesta de una BE que contiene 1 mg/kg de cafeína no produce efectos ergogénicos significativos en el rendimiento muscular, mientras que una dosis equivalente



a 3 mg/kg es necesaria para mejorar significativamente el rendimiento deportivo. Sin embargo, en este estudio la dosis de cafeína no moderó el efecto observado sobre el rendimiento anaeróbico.

En cuanto a la habituación del consumo de cafeína, una posible explicación de los resultados obtenidos por Forbes et al. (2007), podría estar asociada a diferencias en la respuesta a la suplementación con cafeína. Las personas que no consumen cafeína regularmente pueden ser más propensas a experimentar efectos ergogénicos, en comparación con las personas que consumen cafeína regularmente. Esto probablemente se debe a un proceso de adaptación/asimilación en el que muchos de los efectos de una dosis aguda de cafeína se atenúan con su consumo crónico (Beck et al., 2006; Forbes et al., 2007; Maridakis, O'Connor, Dudley, y McCully, 2007).

Con respecto a la taurina, se sabe que se encuentra en altas concentraciones en los músculos esqueléticos, jugando un papel importante en la modulación de la función contráctil. Este aminoácido incrementa la generación de fuerza al aumentar la acumulación y liberación de calcio (Ca^{2+}) del retículo sarcoplásmico (Bakker y Berg, 2002). El equilibrio de las concentraciones de taurina endógena es fundamental para mantener la fuerza adecuada durante la contracción muscular, ya que las fibras musculares pueden cambiar su contractilidad aumentando o disminuyendo los niveles intracelulares de taurina en respuesta a los estímulos neuronales.

En un estudio realizado por Baum y Weiss (2001) se examinaron los efectos de la taurina y la cafeína en atletas jóvenes. Antes de realizar el ejercicio, los investigadores dieron al primer grupo la BE comercial "Red Bull"; al segundo grupo, una BE análoga sin taurina; y al tercer grupo, una bebida similar carente de taurina y cafeína (v. g., placebo). Se encontraron aumentos significativos en el volumen sistólico y la velocidad de flujo diastólico solamente en el grupo que consumió "Red Bull". Este hallazgo llevó a la hipótesis de que el efecto combinado de la taurina y la cafeína logrado al beber esta BE mejora las funciones ventriculares, lo cual podría tener un efecto potencial en el rendimiento físico.

Souza et al. (2016) señalan que la taurina, en la mayoría de los casos, se ingiere en combinación con otros ingredientes, como cafeína y carbohidratos. Por lo tanto, pocos estudios han examinado los efectos aislados de la taurina en el rendimiento. Sin embargo, Balshaw, Bampouras, Barry, y Sparks (2013) destacan que la taurina puede mejorar el rendimiento debido a la mayor capacidad para generar energía a través de una mayor regulación del calcio. Por lo que la taurina, en altas concentraciones, tiende a aumentar la tasa de acumulación de calcio en el retículo sarcoplásmico en las fibras musculares tanto en las de tipo I como en las de tipo II, lo cual favorece el proceso de excitación-contracción de los músculos esqueléticos (Eckerson et al., 2013). Además, la taurina, al estar presente en el cerebro, juega un papel importante tanto en la neuro protección como en el aumento de la neurotransmisión (Chepkova et al., 2002). A pesar de esta evidencia, los mecanismos fisiológicos relacionados con el efecto central de la taurina en el rendimiento muscular aún son inconsistentes.

Asimismo, Waldron, Patterson, Tallent, y Jeffries (2018) realizaron un metaanálisis donde evaluaron los efectos de la ingesta oral aislada de taurina en el rendimiento de



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

resistencia, considerando la contribución de la dosis y el período de suplementación al efecto ergogénico. Los principales hallazgos de este estudio se basaron en que la ingesta de taurina mejoró el rendimiento de la resistencia. Los efectos de la taurina no se determinaron por la duración del período de suplementación y encontraron que dosis tan bajas como 1g o tan altas como 6g pueden ser eficaces para aumentar el rendimiento de la resistencia.

Otros de los ingredientes de las BE son las vitaminas del complejo B y la carnitina. La eficacia de esta última es discutida, debido a que algunos estudios no muestran ningún beneficio, mientras que otros lo muestran para el aumento del metabolismo de las grasas y una mejor recuperación post ejercicio (Brass, [2004](#); Karlic y Lohninger, [2004](#)). Se ha demostrado que los efectos ergogénicos de la suplementación con carnitina pueden ayudar durante el ejercicio de resistencia aeróbica, mientras que podría no tener ningún efecto en el rendimiento de ejercicio de alta intensidad (Barnett et al., [1994](#)).

Por otra parte, las vitaminas del complejo B son importantes para la adaptación crónica al entrenamiento, pero ha sido hipotetizado que pueden tener una influencia mínima cuando se toman antes de una sesión de ejercicio agudo (Woolf y Manore, [2006](#)).

En los estudios incluidos en el metaanálisis, se aplicaron diferentes pruebas para medir el rendimiento anaeróbico (Tabla 1). Según Harichaux y Medelli ([2006](#)), dichas pruebas evalúan la potencia anaeróbica mediante la ejecución de los esfuerzos más breves y explosivos; ya sea en un acto máximo único o en unos segundos. Cabe mencionar que la población evaluada en estos estudios fue deportista, de equipos de voleibol, rugby, tenis, bádminton, baloncesto y fútbol. Estos son deportes en los que la ejecución de saltos es reiterativa, por lo cual, los test fueron los adecuados en cuanto a la especificidad de la variable dependiente de interés.

El rendimiento anaeróbico se evidencia como una limitación en este estudio, pues se realizaron pruebas para medirlo, pero no pudo analizarse como variable moderadora, debido a la cantidad de estudios y la variabilidad en las pruebas aplicadas.

Ahora bien, se pueden plantear interrogantes como ¿por qué se encontró un efecto positivo de una BE en el rendimiento anaeróbico en pruebas de salto? o ¿por qué en algunos estudios no se encontraron efectos positivos significativos?, las cuales podrían ser valoradas individualmente en futuros estudios.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente metaanálisis indican que las BE tienen un efecto agudo en el rendimiento anaeróbico, por lo que sí hay diferencia entre consumir BE o placebo, pues se observó un mejor rendimiento en pruebas específicas de saltos.

Sin embargo, de acuerdo con lo discutido y con base en lo encontrado en el presente estudio, al obtenerse un *TE* global relativamente pequeño, se necesita más investigación para establecer resultados con mayor solidez. A pesar de esto, se sugiere que el diseño de estudios futuros acerca de esta temática debe considerar el uso de bebidas completas en lugar de ingredientes individuales con el objetivo de aumentar la validez externa de los



hallazgos. De igual manera, también son necesarios estudios acerca del efecto crónico de estas bebidas en el rendimiento aeróbico y anaeróbico.

REFERENCIAS

(*) Estudios comprendidos en el meta-análisis.

*Abian, P., Del Coso, J., Salinero, J. J., Gallo-Salazar, C., Areces, F., Ruiz-Vicente, D., y Abian-Vicen, J. (2015). The ingestion of a caffeinated energy drink improves jump performance and activity patterns in elite badminton players. *Journal of sports sciences*, 33(10), 1042-1050. doi: 10.1080/02640414.2014.981849

*Abian-Vicen, J., Puente, C., Salinero, J. J., González-Millán, C., Areces, F., Muñoz, G., Del Coso, J. (2014). A caffeinated energy drink improves jump performance in adolescent basketball players. *Amino Acids*, 46(5), 1333-1341. doi: 10.1007/s00726-014-1702-6

*Alamdari, A. K., Kordi, M., Choobineh, S., y Abbasi, A. (2007). Acute effects of two energy drinks on anaerobic power and blood lactate levels in male athletes. *Facta universitatis-series: Physical Education and Sport*, 5(2), 153-162.

*Astorino, T. A., Matera, A. J., Basinger, J., Evans, M., Schurman, T., y Marquez, R. (2012). Effects of red bull energy drink on repeated sprint performance in women athletes. *Amino acids*, 42(5), 1803-1808. doi: 10.1007/s00726-011-0900-8

Astrand, P. O., Rodahl, K., Dahl, H., y Stromme, S. (2010). *Manual de fisiología del ejercicio*. Badalona: Paidotribo.

Bakker, A. J., y Berg, H. M. (2002). Effect of taurine on sarcoplasmic reticulum function and force in skinned fast-twitch skeletal muscle fibers of the rat. *The Journal of physiology*, 538(1), 185-194. doi: 10.1013/jphysiol.2001.012872

Balshaw T.G., Bampouras T.M., Barry T.J., Sparks S.A. (2013) The effect of acute taurine ingestion on 3-km running performance in trained middle-distance runners. *Amino Acids*, 44, 555–561. doi:10.1007/s00726-012-1372-1

Barnett, C., Costill, D. L., Vukovich, M. D., Cole, K. J., Goodpaster, B. H., Trappe, S. W., y Fink, W. J. (1994). Effect of L-carnitine supplementation on muscle and blood carnitine content and lactate accumulation during high-intensity sprint cycling. *International Journal of Sport Nutrition*, 4(3), 280-288. doi: <https://doi.org/10.1123/ijnsn.4.3.280>

Baum, M., y Weiss, M. (2001). The influence of a taurine containing drink on cardiac parameters before and after exercise measured by echocardiography. *Amino acids*, 20(1), 75-82. doi: 10.1007/s007260170067



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

- Beck, T. W., Housh, T. J., Schmidt, R. J., Johnson, G. O., Housh, D. J., Coburn, J. W., y Malek, M. H. (2006). The acute effects of a caffeine-containing supplement on strength, muscular endurance, and anaerobic capabilities. *The Journal of Strength y Conditioning Research*, 20(3), 506-510.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J., y Rothstein, H. R. (2009). *Front matter, Introduction to metaanalysis*. Wiley Online Library. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-14908-0_2
- Brass, E. P. (2004). Carnitine and sports medicine: use or abuse? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1033(1), 67-78. doi: 10.1196/annals.1320.006
- Burke, L. M. (2008). Caffeine and sports performance. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33(6), 1319-1334. doi: 10.1139/H08-130
- Campbell, B., Wilborn, C., La Bounty, P., Taylor, L., Nelson, M. T., Greenwood, M., Ziegenfuss, T. N., Lopez, H. L., Hoffman, J. R., Stout, J. R., Schmitz, S., Collins, R., Kalman, D. S., Jose Antonio y Kreider, R. B. (2013). International Society of Sports Nutrition position stand: energy drinks. *J Int Soc Sports Nutr*, 10(1), 1. doi: 10.1186/1550-2783-10-1
- *Carvajal-Sancho, A., y Moncada-Jiménez, J. (2005). The acute effect of an energy drink on physical and cognitive performance of male athletes. *Kinesiologia Slovenica*, 11(2), 5-16.
- Collomp, K., Ahmaidi, S., Chatard, J., Audran, M., y Prefaut, C. (1992). Benefits of caffeine ingestion on sprint performance in trained and untrained swimmers. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 64(4), 377-380. doi: 10.1007/BF00636227
- Chepkova, A., Doreulee, N., Yanovsky, Y., Mukhopadhyay, D., Haas, H., y Sergeeva, O. (2002). Long-lasting enhancement of corticostriatal neurotransmission by taurine. *European Journal of Neuroscience*, 16(8), 1523-1530. doi: 10.1046/j.1460-9568.2002.02223.x
- Davis, J. K., y Green, J. M. (2009). Caffeine and anaerobic performance. *Sports Medicine*, 39(10), 813-832.
- Davis, J. M., Zhao, Z., Stock, H. S., Mehl, K. A., Buggy, J., y Hand, G. A. (2003). Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue. *American Journal of*



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 284(2), R399–R404.
doi:10.1152/ajpregu.00386.2002

Debelak, B.P. (2011). Energy Drinks: What's in them and are they safe? *Huhston Health Alert*, 23(4), 1-3.

*Del Coso, J., Muñoz-Fernández, V. E., Muñoz, G., Fernández-Elías, V. E., Ortega, J. F., Hamouti, N., ... Muñoz-Guerra, J. (2012). Effects of a caffeine-containing energy drink on simulated soccer performance. *PloS one*, 7(2), e31380. doi: 10.1371/journal.pone.0031380

*Del Coso, J., Pérez-López, A., Abian-Vicen, J., Salinero, J. J., Lara, B., y Valadés, D. (2014). Enhancing physical performance in male volleyball players with a caffeine-containing energy drink. *Int J Sports Physiol Perform*, 9(6), 1013-1018. doi: 10.1123/ijspp.2013-0448

*Del Coso, J., Portillo, J., Muñoz, G., Abián-Vicén, J., Gonzalez-Millán, C., y Muñoz-Guerra, J. (2013). Caffeine-containing energy drink improves sprint performance during an international rugby sevens competition. *Amino acids*, 44(6), 1511-1519. doi: 10.1007/s00726-013-1473-5

*Del Coso, J., Salinero, J. J., González-Millán, C., Abián-Vicén, J., y Pérez-González, B. (2012). Dose response effects of a caffeine-containing energy drink on muscle performance: a repeated measures design. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(1), 21. doi: 10.1186/1550-2783-9-21

Doherty, M. (1998). The effects of caffeine on the maximal accumulated oxygen deficit and short-term running performance. *International Journal of Sport Nutrition*, 8(2), 95-104. doi: <https://doi.org/10.1123/ijsn.8.2.95>

Eckerson, J. M., Bull, A. J., Baechle, T. R., Fischer, C. A., O'brien, D. C., Moore, G. A., ... y Pulverenti, T. S. (2013). Acute ingestion of sugar-free red bull energy drink has no effect on upper body strength and muscular endurance in resistance trained men. *The Journal of Strength y Conditioning Research*, 27(8), 2248-2254. doi:10.1519/JSC.0b013e31827e14f2

*Forbes, S. C., Candow, D. G., Little, J. P., Magnus, C., y Chilibeck, P. D. (2007). Effect of Red Bull energy drink on repeated Wingate cycle performance and bench-press muscle endurance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 17(5), 433-444. doi: <https://doi.org/10.1123/ijsnem.17.5.433>



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

*Gallo-Salazar, C., Areces, F., Abián-Vicén, J., Lara, B., Salinero, J. J., González-Millán, C., y Coso, J. D. (2015). Enhancing physical performance in elite junior tennis players with a caffeinated energy drink. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(3), 305-310. doi: 10.1123/ijsp.2014-0103

Greer, F., McLean, C., y Graham, T. (1998). Caffeine, performance, and metabolism during repeated Wingate exercise tests. *Journal of Applied Physiology*, 85(4), 1502-1508.

*Gwacham, N., y Wagner, D. R. (2012). Acute effects of a caffeine-aurine energy drink on repeated sprint performance of American college football players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 22(2), 109-116. doi: <https://doi.org/10.1123/ijsnem.22.2.109>

Harichaux, P., y Medelli, J. (2006). *Tests de aptitud física y tests de esfuerzo*. Barcelona: Inde.

Higgins, J. P., Tuttle, T. D., y Higgins, C. L. (2010). Energy beverages: content and safety. *Mayo clinic proceedings*, 85(11), 1033-1041. doi: <https://doi.org/10.4065/mcp.2010.0381>

Karlic, H., y Lohninger, A. (2004). Supplementation of L-carnitine in athletes: does it make sense? *Nutrition*, 20(7), 709-715. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2004.04.003>

*Lara, B., González-Millán, C., Salinero, J. J., Abian-Vicen, J., Areces, F., Barbero-Alvarez, J. C., Del Coso, J. (2014). Caffeine-containing energy drink improves physical performance in female soccer players. *Amino acids*, 46(5), 1385-1392. doi: 10.1007/s00726-014-1709-z

*Lara, B., Ruiz-Vicente, D., Areces, F., Abián-Vicén, J., Salinero, J. J., Gonzalez-Millán, C., ... y Del Coso, J. (2015). Acute consumption of a caffeinated energy drink enhances aspects of performance in sprint swimmers. *British Journal of Nutrition*, 114(6), 908-914. doi: 10.1017/S0007114515002573

Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med*, 6(7), e1000100. doi: <http://doi.org/10.1136/bmj.b2700>

Maridakis, V., O'Connor, P. J., Dudley, G. A., y McCully, K. K. (2007). Caffeine attenuates delayed-onset muscle pain and force loss following eccentric exercise. *The Journal of Pain*, 8(3), 237-243. doi: 10.1016/j.jpain.2006.08.006



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Mora-Rodriguez, R., y Pallares, J. G. (2014). Performance outcomes and unwanted side effects associated with energy drinks. *Nutrition Reviews*, 72(suppl 1), 108-120. doi: 10.1111/nure.12132

Orwin, R. G. (1983). A fail-safe N for effect size in meta-analysis. *Journal of Educational Statistics*, 8(2), 157-159. doi: <https://doi.org/10.3102/10769986008002157>

Pereira, J., Silva, R., Fernandes, A., y Marins, J. (2012). Efeito da ingestão de taurina no desempenho físico: uma revisão sistemática. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 5(4), 156-162. doi: [https://doi.org/10.1016/S1888-7546\(12\)70024-2](https://doi.org/10.1016/S1888-7546(12)70024-2)

Pereira, J. C., Silva, R. G., Fernandes, A. A., Quintana, M. S., y Marins, J. C. B. (2015). ¿Tienen las bebidas energéticas efectos ergogénicos en el ejercicio físico? *Archivos de Medicina del Deporte*, 32(3), 164-168.

*Pérez-López, A., Salinero, J. J., Abian-Vicen, J., Valadés, D., Lara, B., Hernandez, C., y Del, J. C. (2015). Caffeinated energy drinks improve volleyball performance in elite female players. *Medicine and science in sports and exercise*, 47(4), 850-856. doi: 10.1249/MSS.0000000000000455

Souza, D. B., Del Coso, J., Casonatto, J., y Polito, M. D. (2016). Acute effects of caffeine-containing energy drinks on physical performance: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Nutrition*, 56(1), 13-27. doi: 10.1007/s00394-016-1331-9

Waldron, M., Patterson, S. D., Tallent, J., y Jeffries, O. (2018). The effects of an oral taurine dose and supplementation period on endurance exercise performance in humans: a meta-analysis. *Sports Medicine*, 1-7. doi: 10.1007/s40279-018-0896-2

Wilson, D. B. (2006). *Meta-analysis macros for SAS, SPSS, and Stata*. Recuperado el 25 de mayo de 2018 de <http://mason.gmu.edu/~dwilsonb/ma.html>

Woolf, K., y Manore, M. M. (2006). B-vitamins and exercise: does exercise alter requirements? *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 16(5), 453-484. doi: <https://doi.org/10.1123/ijnsnem.16.5.453>

Participación: A-Financiamiento, B-Diseño del estudio, C-Recolección de datos, D-Análisis estadístico e interpretación de resultados, E-Preparación del manuscrito.



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)