

# Cafeína como estimulante natural y modulador del metabolismo

## *Caffeine as a natural stimulant and metabolic modulator*

Jhonor Marcía Fuentes <sup>\*a</sup>, Brandy Nathaly Turcios Matute<sup>a</sup>, Marvin Andrés Alvarado Hernández<sup>a</sup>, Alejandro Barahona Herrera<sup>a</sup>, Alejandro Maldonado<sup>b</sup>, Dani Ochoa Cervantez<sup>c</sup>, and Walter Orellana Canales <sup>c</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ciencias Tecnológicas, Universidad Nacional de Agricultura, UNAG, Catacamas, Olancho, Honduras

<sup>b</sup>Instituto Hondureño del Café, IHCAFE, La Fe, Ilama, Santa Bárbara, Honduras

<sup>c</sup>Universidad de Ciencias Forestales, UNACIFOR, Siguatepeque, Comayagua, Honduras

Recibido 2025-12-20

Aceptado 2026-05-19

Publicado 2026-06-04

### Palabras clave

Bioquímica; Café; Fisiología; Metabolismo; Termogénesis;

### Keywords

Biochemistry; Coffee; Metabolism; Physiology; Thermogenesis;

corresponsal:jmarcia@unag.edu.hn

**Resumen:** La cafeína es un estimulante natural del sistema nervioso central perteneciente a las metilxantinas y constituye el psicoactivo más consumido a nivel mundial. Esta revisión sintetiza evidencia reciente sobre su aprovechamiento como estimulante natural y modulador del metabolismo. Sus principales mecanismos de acción incluyen el antagonismo de los receptores de adenosina A y AA, así como mecanismos secundarios como la inhibición de fosfodiesterasas, la activación de la AMPK (proteína quinasa activada por monofosfato de adenosina) y la regulación de la liberación de calcio intracelular. A nivel metabólico, la cafeína favorece la lipólisis, la oxidación de grasas y la termogénesis, además de mejorar la captación de glucosa y la función mitocondrial, lo que contribuye positivamente a la composición corporal y a la prevención de enfermedades metabólicas. En el ámbito físico y cognitivo, dosis moderadas de 3 a 6 mg·kg<sup>-1</sup> o entre 100 y 300 mg muestran efectos ergogénicos y mejoras en la atención, especialmente en condiciones de fatiga. Sin embargo, su consumo no está exento de riesgos, ya que puede presentar efectos adversos dosis-dependientes, interacciones farmacológicas y limitaciones en poblaciones vulnerables como embarazadas, niños y personas con enfermedades cardiovasculares. En conjunto, la evidencia respalda el uso informado y moderado de la cafeína, destacando la necesidad de enfoques personalizados y estudios clínicos a largo plazo para confirmar sus efectos sostenidos y explorar posibles mecanismos epigenéticos

**Abstract:** Caffeine is a natural central nervous system stimulant belonging to the group of methylxanthines and is the most widely consumed psychoactive substance in the world. This review synthesizes recent evidence on its use as a natural stimulant and modulator of metabolism. Its main mechanisms of action include the antagonism of adenosine A1 and AA receptors, as well as secondary mechanisms such as inhibition of phosphodiesterases, activation of AMPK (adenosine monophosphate-activated protein kinase) and the regulation of intracellular calcium release. At the metabolic level, caffeine promotes lipolysis, fat oxidation and thermogenesis, as well as improving glucose uptake and mitochondrial function, which positively contributes to body composition and the prevention of metabolic diseases. At the physical and cognitive level, moderate doses of 3 to 6 mg kg<sup>-1</sup> or between 100 and 300 mg show ergogenic effects and improvements in attention, especially under fatigue conditions. However, its consumption is not without risks, as it may have adverse dose-dependent effects, drug interactions and limitations in vulnerable populations such as pregnant women, children and people with cardiovascular diseases. Overall, the evidence supports informed and moderate use of caffeine, highlighting the need for personalized approaches and long-term clinical studies to confirm its sustained effects and explore possible epigenetic mechanisms

## 1 Introducción

El café es una de las bebidas más consumidas a nivel mundial y constituye un producto agroindustrial de alta relevancia económica, social y cultural, particularmente en países productores de América Latina, en los cuales resaltan las especies *Coffea arabica* y *Coffea canephora* (Mejía et al., 2021). Estas especies se caracterizan por su compleja composición química, en la que destacan compuestos bioactivos como los ácidos clorogénicos, diterpenos y la cafeína, responsables tanto de sus propiedades sensoriales como de sus efectos fisiológicos.

La cafeína es un alcaloide natural perteneciente al grupo de las metilxantinas y constituye el estimulante psicoactivo de mayor consumo a nivel mundial, encontrándose en bebidas como el café, té y otras infusiones (Cascos, Lozano, Montero-Fernández, et al., 2023). Lo que ha favorecido su integración sociocultural, así como su uso cotidiano para combatir la fatiga y mejorar el estado de alerta (dePaula & Farah, 2019). Desde el punto de vista fisiológico, la cafeína actúa principalmente sobre el sistema nervioso central (SNC), donde ejerce efectos estimulantes que se traducen en mejoras del estado de vigilia, la atención y el rendimiento cognitivo (Cappelletti, Daria, Sani, & Aromatario, 2015; Valerio Ávila et al., 2025).

La cafeína actúa principalmente en el sistema nervioso central bloqueando la acción de la adenosina, una sustancia que produce sueño y relajación, lo que provoca un aumento de la actividad cerebral y mayor estado de alerta (Cappelletti et al., 2015; Sanmartín, 2017). Por esta razón, se considera un estimulante. Además, también puede influir en otros procesos dentro de las células, ayudando a regular la energía y la actividad muscular, lo que complementa sus efectos en el organismo (Barcelos, Lima, Carvalho, Bresciani, & Royes, 2020). En el ámbito metabólico, la cafeína ha demostrado efectos significativos sobre la oxidación de grasas, la lipólisis y la termogénesis, tanto en reposo como durante el ejercicio físico (Guest et al., 2021). Diversos estudios han señalado que su consumo puede incrementar el gasto energético y favorecer una mayor utilización de ácidos grasos como fuente de energía, contribuyendo positivamente a la composición corporal y al control del peso (Barrea et al., 2023). Asimismo, se ha observado que la cafeína mejora la captación de glucosa y la función mitocondrial, lo que sugiere un papel relevante en la prevención de trastornos metabólicos (Barcelos et al., 2020).

No obstante, a pesar de los beneficios asociados a su consumo, la cafeína no está exenta de riesgos. La evidencia indica que sus efectos son dosis-dependientes y que ingestas elevadas pueden provocar ansiedad, insomnio, taquicardia e interacciones farmacológicas (Osada-Liy et al., 2008). Por ello, resulta fundamental abordar su uso desde una perspectiva informada y personalizada. En este contexto, la presente revisión tiene como objetivo sintetizar la evidencia científica sobre los mecanismos de acción de la cafeína como estimulante natural y modulador del metabolismo, destacando tanto sus beneficios potenciales como sus limitaciones.

## 2 Métodos

La presente revisión se desarrolló siguiendo las directrices del protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Se realizó una búsqueda sistemática en bases de datos como PubMed, NCBI (National Center for Biotechnology Information), Scopus y Web of Science, (i.e. SciELO, MDPI, ELSEVIER, Frontiers, entre otros), utilizando ecuaciones booleanas combinando términos como “caffeine”, “metabolism”, “adenosine receptors”, “fat oxidation” y “central nervous system”. Se incluyeron en su mayoría estudios publicados entre 2020 y 2025, priorizando artículos revisados por pares, estudios experimentales y revisiones sistemáticas en inglés y español. Se excluyeron publicaciones duplicadas, no científicas o con evidencia insuficiente. El proceso de selección incluyó la identificación de 145 registros, de los cuales 45 cumplieron con los criterios de inclusión tras evaluación metodológica. La calidad de los estudios fue analizada mediante herramientas como PRISMA y CASP, considerando validez, diseño y relevancia de los resultados.

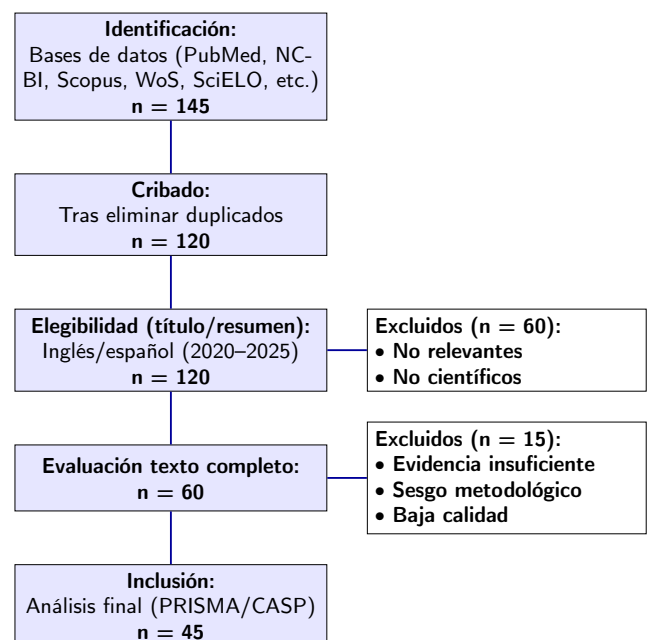


Figura 1 Diagrama de flujo de la selección de 145 artículos

## 3 Resultados

### 3.1 Discusión

La presente revisión se centra en la cafeína como estimulante natural y modulador del metabolismo, un compuesto bioactivo de alta relevancia debido a su amplio consumo a nivel mundial y a sus efectos fisiológicos sobre el sistema nervioso central y el metabolismo energético. Este tema resulta de especial interés por los aportes significativos de la cafeína en la mejora del estado de alerta, el rendimiento cognitivo y físico, así como por su potencial papel en la regulación de procesos metabólicos como la oxidación de grasas, la termogénesis y la captación de glucosa, aspectos estrechamente relacionados con la salud humana

### 3.1.1 Mecanismos de acción de la cafeína como estimulante en el sistema nervioso central

La cafeína ejerce sus efectos estimulantes principalmente a través del antagonismo competitivo de los receptores de adenosina, especialmente los subtipos A1 y A2A, ampliamente distribuidos en el sistema nervioso central (SNC) (Cascos, Montero-Fernández, Marcía-Fuentes, et al., 2024; Sweeney et al., 2020). La adenosina, un nucleótido modulador con efectos depresores del SNC, se acumula durante el desvelo y promueve el sueño y la relajación (Porkka-Heiskanen & Kalinchuk, 2011). Al bloquear estos receptores, la cafeína previene los efectos inhibitorios de la adenosina, resultando en un aumento de la actividad neuronal y la liberación de neurotransmisores excitatorios como dopamina, noradrenalina, glutamato y acetilcolina (Daly, Shi, Nikodijević, & Jacobson, 2020; Pasquini et al., 2022).

El antagonismo de los receptores A2A desempeña un papel clave en los efectos psicoestimulantes de la cafeína, ya que estos se concentran en regiones cerebrales vinculadas con la motivación, el placer y la cognición; además, estudios de resonancia magnética funcional han mostrado que dosis moderadas ( $\approx 200$  mg) incrementan la conectividad entre la corteza prefrontal y áreas límbicas, lo que se asocia con mejoras en el estado de alerta y la concentración, evidenciando también su influencia sobre otros sistemas neuroquímicos más allá de su acción sobre los receptores de adenosina (Jacobson et al., 2022). Otros estudios han demostrado que inhibe la fosfodiesterasa, enzima responsable de la degradación del monofosfato de adenosina cíclico (AMPC), resultando en niveles elevados de este segundo mensajero intracelular (Lopes et al., 2023).

El aumento de AMPC inducido por la cafeína potencia la señalización neuronal y, junto con la liberación de calcio intracelular, contribuye a sus efectos estimulantes sobre el sistema nervioso central y la función muscular; además, estos efectos son dosis dependientes, ya que cantidades bajas a moderadas mejoran la atención y la cognición, mientras que dosis elevadas pueden generar efectos adversos como ansiedad y disminución del rendimiento (Rodak et al., 2021).

De igual manera, algunas investigaciones demostraron que dosis entre 100 y 200 mg de cafeína, mejoran la atención sostenida y la memoria de trabajo, especialmente en situaciones de fatiga o privación de sueño (Fiani et al., 2021; Lorenzo Calvo et al., 2021). Además, estudios *in vivo*, demostraron que la exposición crónica de cafeína en modelos animales inducía cambios en la metilación del ADN en genes relaciones con la plasticidad sináptica y la neuroprotección, sugiriendo posibles efectos a largo plazo más allá de su acción aguda como antagonista de adenosina (Kapellou, Pilic, & Mavrommatis, 2025).

### 3.2 Efectos en el metabolismo: impacto en la oxidación de grasas, termogénesis, glucólisis y metabolismo energético general

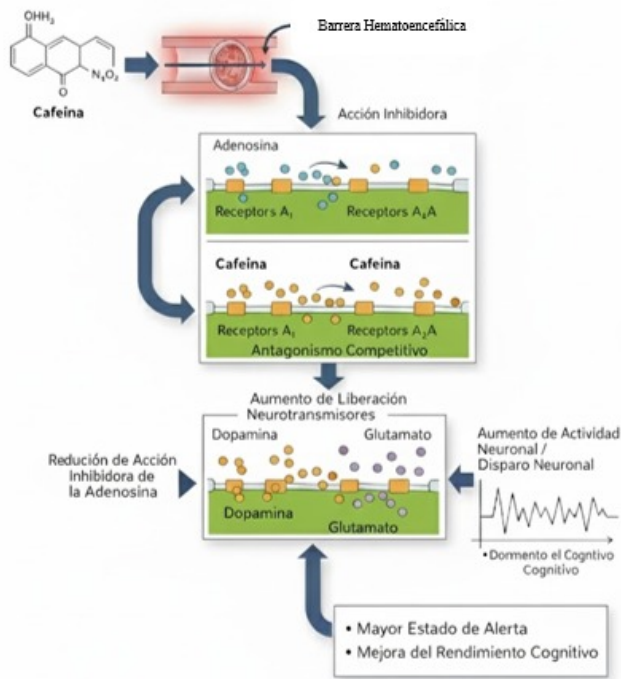
La cafeína ejerce influencias significativas sobre el metabolismo energético, actuando como un potente modulador de múltiples vías metabólicas (Low et al., 2024). Uno de

los efectos más estudiados es su capacidad para aumentar la oxidación de grasas durante el ejercicio (Ferri Marini et al., 2022). De igual manera, otras investigaciones han demostrado que la cafeína estimula la lipólisis a través de varios mecanismos, incluyendo el aumento de la actividad del sistema nervioso simpático y la inhibición de la fosfodiesterasa, lo que resulta en niveles elevados de AMPC y la activación consecutiva de la lipasa sensible a hormonas (HSL) (Figura 2) (Conger & Millard-Stafford, 2022).

Otros estudios *in vivo*, a partir del uso de cafeína en dosis de 3, 6 y 9 mg kg<sup>-1</sup>, sobre la oxidación de sustratos durante el ejercicio de intensidad moderada, los resultados determinaron que un aumento en la pérdida de grasa a partir de dosis más altas de consumo de cafeína, alcanzando un 31 % de esta pérdida en dosis de 6 mg kg<sup>-1</sup> en adelante, sin mostrar efectos adversos significativos (Gutiérrez-Hellín et al., 2023). Este efecto parece estar mediado, al menos en parte, por un aumento en las concentraciones plasmáticas de epinefrina, que estimula la lipólisis en el tejido adiposo (Ramírez-Maldonado et al., 2021). En relación con la termogénesis, la cafeína ha demostrado aumentar el gasto energético en reposo y durante la actividad física, se activa la tasa metabólica en reposo en un 7 % durante las primeras 3 horas posteriores a su consumo (Van Schaik et al., 2021).

Este efecto termogénico parece ser más pronunciado en individuos con obesidad, sugiriendo posibles implicaciones terapéuticas en el manejo del peso corporal (Clark & Welch, 2021). Respecto al glucólisis y el metabolismo de carbohidratos, la evidencia científica reciente indica que la cafeína puede mejorar la captación de glucosa en el músculo esquelético a través de mecanismos independientes de insulina, activando la proteína quinasa activada por AMP (AMPK), una enzima clave en la regulación del metabolismo energético que promueve la translocación del transportador de glucosa tipo 4 (GLUT 4) a la membrana celular (Amador, Elizarrarás, Serrano, Olivares, & Polo, 2025; Brandt, Ariza-Ortega, Delgado-Olivares, & Ortiz-Polo, 2021). Este mecanismo podría explicar parcialmente los efectos ergogénicos de la cafeína durante el ejercicio de alta intensidad, donde la disponibilidad de glucosa es crucial (Clark & Welch, 2021).

Otros estudios han revelado que la cafeína mejora la función mitocondrial en células humanas, aumentando la expresión de genes relacionados con la biogénesis mitocondrial y la actividad del citocromo C-oxidasa, enzima clave en la cadena de transporte de electrones (Amador et al., 2025). Estos hallazgos sugieren que la cafeína podría tener efectos beneficiosos sobre la eficiencia metabólica a nivel celular. Como se observa en la Figura 2 al bloquear la acción inhibitoria natural de la adenosina, se produce un incremento significativo en la liberación de neurotransmisores clave como la dopamina y el glutamato. Esta cascada metabólica eleva la actividad neuronal y el disparo sináptico, resultando en un estado de alerta superior y una mejora notable del rendimiento cognitivo y los procesos fisiológicos del organismo



**Figura 2** Mecanismo neuroquímico de la acción de la cafeína.

### 3.3 Riesgos y efectos adversos

A pesar de sus beneficios potenciales, el consumo de cafeína no está exento de riesgos y efectos adversos, en este sentido, la toxicidad aguda por cafeína, aunque relativamente rara, puede ocurrir con dosis superiores a 10 mg kg<sup>-1</sup> en una sola administración o ingestas crónicas por encima de 400 mg día<sup>-1</sup> en adultos (Vera-Ponce, 2021).

Los síntomas de intoxicación incluyen ansiedad, agitación, insomnio, taquicardia, hipertensión y en casos severos, arritmias cardíacas y convulsiones (Murray & Traylor, 2025). Asimismo, en los últimos años se ha reportado un aumento del 25% en los casos de intoxicación por cafeína, atribuido principalmente al consumo de suplementos energéticos altamente concentrados (Valdivieso-Jiménez, 2022). De igual manera, alcanza una dependencia de consumo alrededor del 30%, con síntomas de abstinencia, que típicamente comienza entre las 12 y 24 horas después de la última dosis y pueden durar hasta una semana, presentando síntomas que incluyen cefalea, fatiga, irritabilidad, dificultad para concentrarse y otros síntomas similares a la gripe (Elhag & Auf, 2021; Maldonado et al., 2022).

Las interacciones farmacológicas son un aspecto importante a considerar en el consumo de cafeína, ya que esta se metaboliza principalmente por el citocromo P450 1A2 (CYP1A2) y puede alterar la eficacia y seguridad de diversos medicamentos al modificar su metabolismo y concentración en el organismo (de Souza, Del Coso, et al., 2022; Grzegorzewski et al., 2022). En poblaciones vulnerables, los riesgos asociados al consumo de cafeína requieren consideración especial, tal es el caso, que, durante el embarazo, la cafeína atraviesa la placenta y el feto tiene una capacidad limitada para metabolizarla, igualmente un consumo materno de cafeína superior a 200 mg día<sup>-1</sup> se asociaba

con un aumento significativo del riesgo de bajo peso al nacer y parto prematuro (Lisowska, Kasiak, & Rzaça, 2023).

Estas observaciones han llevado a varias organizaciones de salud a recomendar limitar la ingesta de cafeína durante el embarazo a menos de 200 mg día<sup>-1</sup> (Lisowska et al., 2023). En niños y adolescentes, el sistema nervioso en desarrollo puede ser particularmente sensible a los efectos de la cafeína. En este sentido la ingesta superior a 100 mg día<sup>-1</sup> provoca alteraciones, ansiedad y deterioro del rendimiento académico, además provoca efectos cardiovasculares adversos, hipertensión y taquicardia (Torres-Ugalde et al., 2020; Zhang, Lee, & Qiu, 2020).

Para personas con trastornos cardíacos preexistentes, la cafeína puede representar un riesgo significativo, sin embargo, el consumo moderado de cafeína no se asocia con un aumento del riesgo de arritmias en la población general (Kaur et al., 2022). Similarmente, en individuos con hipertensión arterial no controlada, la cafeína puede producir aumentos agudos de la presión arterial, aunque estos efectos parecen atenuarse con el consumo crónico (Somers & Svatikova, 2020).

## 4 Conclusión

La evidencia científica reciente analizada en esta revisión bibliográfica sugiere a la cafeína como un estimulante natural potente y un modulador significativo del metabolismo. Sus mecanismos de acción, principalmente a través del antagonismo de los receptores de adenosina, le permiten influir en múltiples sistemas fisiológicos, desde el sistema nervioso central hasta los procesos metabólicos periféricos.

Los estudios publicados entre 2020 y 2025 sugieren que la cafeína, en dosis moderadas, puede mejorar significativamente el rendimiento cognitivo y físico. Además, la cafeína modula favorablemente el metabolismo energético, aumentando la oxidación de grasas, el gasto energético y la termogénesis, lo que sugiere potencial terapéutico en el manejo de la obesidad y trastornos metabólicos relacionados.

El consumo de cafeína no está exento de riesgos: dosis elevadas pueden provocar ansiedad, insomnio, taquicardia e hipertensión; poblaciones vulnerables (mujeres embarazadas, niños, personas con trastornos cardíacos) requieren recomendaciones más conservadoras; y la dependencia representa una preocupación relevante. Por tanto, su uso debe ser informado, moderado y personalizado.

## 5 Contribución de Autores

B.N.T.A.; M.A.A.H.; A.M.; W.O.C.; D.O.C.; J. M. F.; Todos los autores participaron en la investigación, prepararon el manuscrito y aprobaron su versión final.

## 6 Financiamiento

Esta investigación fue financiada por la Universidad Nacional de Agricultura GRANT003-UNAG-DSIP-2025

## 7 Reconocimientos

Se agradece a la Dirección de Investigación y Postgrado de la Universidad Nacional de Agricultura, por incentivar

a la dinamización de la cultura de investigación en la Comunidad Universitaria

## 8 Conflictos de Interés

Los autores declaramos que no existe conflicto de interés de ningún tipo.

## 9 Conflictos de Interés

Los autores declaramos que no existe conflicto de interés de ningún tipo.

## Referencias

- Amador, D. M., Elizarrarás, A. C., Serrano, C. E., Olivares, L. D., & Polo, A. O. (2025). Impacto fisiológico y ergogénico de la cafeína en el rendimiento físico. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 9(3), 10544-10583. Retrieved from [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i3.18781](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i3.18781) doi: 10.37811/cl\_rcm.v9i3.18781
- Barcelos, R. P., Lima, F. D., Carvalho, N. R., Bresciani, G., & Royes, L. F. (2020). Caffeine effects on systemic metabolism, oxidative-inflammatory pathways, and exercise performance. *Nutrition Research*, 80, 1-17. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2020.05.005> doi: 10.1016/j.nutres.2020.05.005
- Barrea, L., Pugliese, G., Frias-Toral, E., El Ghoch, M., Castellucci, B., Chapela, S. P., & Muscogiuri, G. (2023). Coffee consumption, health benefits and side effects: a narrative review and update for dietitians and nutritionists. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(9), 1238-1261. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1963207> doi: 10.1080/10408398.2021.1963207
- Brandt, J. G., Ariza-Ortega, J. A., Delgado-Olivares, L., & Ortiz-Polo, A. (2021). Beneficios de la suplementación de cafeína en deportistas. *Educación y Salud Boletín Científico*, 10(19), 258-270. Retrieved from <https://doi.org/10.29057/icsa.v10i19.7265> doi: 10.29057/icsa.v10i19.7265
- Cappelletti, S., Daria, P., Sani, G., & Aromatario, M. (2015). Caffeine: cognitive and physical performance enhancer or psychoactive drug? *Current Neuropharmacology*, 13(1), 71-88. Retrieved from <https://doi.org/10.2174/1570159x13666141210215655> doi: 10.2174/1570159x13666141210215655
- Cascos, G., Lozano, J., Montero-Fernández, I., et al. (2023). Electronic nose and gas chromatograph devices for the evaluation of green coffee beans. *Foods*, 13(1), 87. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/foods13010087> doi: 10.3390/foods13010087
- Cascos, G., Montero-Fernández, I., Marcía-Fuentes, J. A., et al. (2024). Electronic prediction of chemical contaminants in aroma of brewed roasted coffee. *Foods*, 13(5), 768. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/foods13050768> doi: 10.3390/foods13050768
- Clark, J. E., & Welch, S. (2021). Comparing effectiveness of fat burners and thermogenic supplements. *Nutrition and Health*, 27(4), 445-459. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/0260106020982362> doi: 10.1177/0260106020982362
- Conger, S. A., & Millard-Stafford, M. L. (2022). Does caffeine increase fat metabolism? a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 33(2), 112-120. Retrieved from <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2022-0131> doi: 10.1123/ijsnem.2022-0131
- Daly, J. W., Shi, D., Nikodijević, O., & Jacobson, K. A. (2020). The role of adenosine receptors in the central action of caffeine. In *Caffeine and behavior* (p. 1-16). CRC Press. Retrieved from <https://www.routledge.com/Caffeine-and-Behavior/Gupta/p/book/9780367396602>
- dePaula, J., & Farah, A. (2019). Caffeine consumption through coffee. *Beverages*, 5(2), 37. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/beverages5020037> doi: 10.3390/beverages5020037
- de Souza, J. G., Del Coso, J., et al. (2022). Risk or benefit? side effects of caffeine supplementation in sport. *European Journal of Nutrition*, 61(8), 3823-3834. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s00394-022-02874-3> doi: 10.1007/s00394-022-02874-3
- Elhag, I. M., & Auf, A. I. (2021). Schizophreniform disorder following excessive consumption of energy drinks. *Archives of Psychiatry Research*, 57(2), 201-206. Retrieved from <https://doi.org/10.20471/dec.2021.57.02.09> doi: 10.20471/dec.2021.57.02.09
- Ferri Marini, C., et al. (2022). Factors determining the agreement between aerobic threshold and point of maximal fat oxidation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(1), 453. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/ijerph20010453> doi: 10.3390/ijerph20010453
- Fiani, B., et al. (2021). The neurophysiology of caffeine as a central nervous system stimulant. *Cureus*, 13(5), e15112. Retrieved from <https://doi.org/10.7759/cureus.15112> doi: 10.7759/cureus.15112
- Grzegorzewski, J., et al. (2022). Pharmacokinetics of caffeine. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 731422. Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.731422> doi: 10.3389/fphar.2021.731422
- Guest, N. S., et al. (2021). International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 1. Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00383-4> doi: 10.1186/s12970-020-00383-4

- Gutiérrez-Hellín, J., et al. (2023). Effect of caffeine intake on fat oxidation rate during exercise. *European Journal of Nutrition*, 62(1), 311-319. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s00394-022-02986-w> doi: 10.1007/s00394-022-02986-w
- Jacobson, K. A., et al. (2022). Adenosine a2a receptor antagonists. *British Journal of Pharmacology*, 179(14), 3496-3511. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/bph.15421> doi: 10.1111/bph.15421
- Kapellou, A., Pilic, L., & Mavrommatis, Y. (2025). Habitual caffeine intake, genetics and cognitive performance. *Journal of Psychopharmacology*, 39(3), 233-243. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/02698811241285431> doi: 10.1177/02698811241285431
- Kaur, A., et al. (2022). Energy drink consumption: a rising public health issue. *Reviews in Cardiovascular Medicine*, 23(3), 83. Retrieved from <https://doi.org/10.31083/j.rcm2303083> doi: 10.31083/j.rcm2303083
- Lisowska, A., Kasiak, P., & Rząca, M. (2023). Assessment of caffeine intake in groups of pregnant and breastfeeding women. *Clinical Nutrition ESPEN*, 57, 151-157. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2023.06.033> doi: 10.1016/j.clnesp.2023.06.033
- Lopes, C. R., et al. (2023). Effects of chronic caffeine consumption on synaptic function. *Biomolecules*, 13(1), 106. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/biom13010106> doi: 10.3390/biom13010106
- Lorenzo Calvo, J., et al. (2021). Caffeine and cognitive functions in sports. *Nutrients*, 13(3), 868. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/nu13030868> doi: 10.3390/nu13030868
- Low, J. J., et al. (2024). Genetic susceptibility to caffeine intake and metabolism. *Journal of Translational Medicine*, 22(1), 961. Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s12967-024-05741-z> doi: 10.1186/s12967-024-05741-z
- Maldonado, P. S., et al. (2022). Patrones de consumo de bebidas energéticas en adolescentes. *Revista Española de Salud Pública*, 96, e1-e14. Retrieved from [https://www.sanidad.gob.es/biblioPublica/publicaciones/recursos\\_propios/resp/revista\\_cdrom/VOL96/ORIGINALES/RS96C\\_202202021.pdf](https://www.sanidad.gob.es/biblioPublica/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/VOL96/ORIGINALES/RS96C_202202021.pdf)
- Mejía, F. T., et al. (2021). Energy evaluation of the mechanical drying of the grain of *Coffea arabica*. *Asian Journal of Biology*, 11(4), 22-31. Retrieved from <https://doi.org/10.9734/ajob/2021/v11i430141> doi: 10.9734/ajob/2021/v11i430141
- Murray, A., & Traylor, J. (2025). *Caffeine toxicity*. StatPearls Publishing. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560833/>
- Osada-Liy, J. E., et al. (2008). Consumo de cafeína en estudiantes de medicina. *Revista Médica Herediana*, 19(3), 102-107. Retrieved from <https://revistas.upch.edu.pe/index.php/RMH/article/view/955>
- Pasquini, S., et al. (2022). Adenosine receptors in neuropsychiatric disorders. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(3), 1642. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/ijms23031642> doi: 10.3390/ijms23031642
- Porkka-Heiskanen, T., & Kalinchuk, A. V. (2011). Adenosine, energy metabolism and sleep homeostasis. *Sleep Medicine Reviews*, 15(2), 123-135. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2010.06.005> doi: 10.1016/j.smrv.2010.06.005
- Ramírez-Maldonado, M., et al. (2021). Caffeine increases maximal fat oxidation during a graded exercise test. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 9. Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00405-x> doi: 10.1186/s12970-021-00405-x
- Rodak, K., et al. (2021). Caffeine as a factor influencing the functioning of the human body. *Nutrients*, 13(9), 2916. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/nu13092916> doi: 10.3390/nu13092916
- Sanmartín, A. P. (2017). Cómo manipular farmacológicamente la acupuntura: la adenosina. *Revista Internacional de Acupuntura*, 11(1), 19-24. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.acu.2017.01.002> doi: 10.1016/j.acu.2017.01.002
- Somers, K. R., & Svatikova, A. (2020). Cardiovascular and autonomic responses to energy drinks. *Journal of Clinical Medicine*, 9(2), 315. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/jcm9020315> doi: 10.3390/jcm9020315
- Sweeney, M. M., et al. (2020). Prevalence and correlates of caffeine use disorder symptoms. *Journal of Caffeine and Adenosine Research*, 10(1), 1-11. Retrieved from <https://doi.org/10.1089/caff.2019.0020> doi: 10.1089/caff.2019.0020
- Torres-Ugalde, Y. C., et al. (2020). Efectos fisiológicos y cognitivos de la cafeína en la infancia. *Revista Española de Nutrición Humana Dietética*, 24(4), 345-356. Retrieved from <https://doi.org/10.14306/renhyd.24.4.1054> doi: 10.14306/renhyd.24.4.1054
- Valdivieso-Jiménez, G. (2022). Síntomas psicóticos y consumo de bebidas energizantes. *Revista Chilena de Neuro-psiquiatría*, 60(3), 309-314. Retrieved from <https://doi.org/10.4067/S0717-92272022000300309> doi: 10.4067/S0717-92272022000300309
- Valerio Ávila, J. I., et al. (2025). Importance of polyphenols in coffee. *Innovare: Revista de Ciencia y Tecnología*, 14(1), 53-54. Retrieved from <https://doi.org/10.5377/innovare.v14i1.19917> doi: 10.5377/innovare.v14i1.19917
- Van Schaik, L., et al. (2021). Effects of caffeine on brown adipose tissue thermogenesis. *Frontiers in Neuroscience*, 15, 662250. Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.662250> doi: 10.3389/fnins.2021.662250
- Vera-Ponce, V. (2021). Café y cafeína y sus efectos so-

bre la salud. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*, 6(4), 117-118. Retrieved from <https://doi.org/10.26722/rpmi.2021.64.241> doi: 10.26722/rpmi.2021.64.241

Zhang, H., Lee, Z. X., & Qiu, A. (2020). Caffeine intake and cognitive functions in children. *Psychopharmacology*, 237(10), 3067-3076. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s00213-020-05594-x> doi: 10.1007/s00213-020-05594-x