



Teobromina, teofilina y taurina: chocolate, respiración y energía

Miriam Rosario Zermeño Ortega. Facultad de Ciencias Químicas, Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Chihuahua. Circuito Universitario S/N, Campus Uach II, Chihuahua, Chihuahua. México.

e-mail: mrzermeno@uach.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4338-0897>

Laura Alicia Manjarrez Nevares: Facultad de Ciencias Químicas, Ciencia de Materiales, Universidad Autónoma de Chihuahua. Circuito Universitario S/N, Campus Uach II, Chihuahua, Chihuahua. México

e-mail: لمانjarrez@uach.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6476-5091>

Carmen Myriam De la O Contreras. Facultad de Ciencias Químicas, Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Chihuahua. Circuito Universitario S/N, Campus Uach II, Chihuahua, Chihuahua. México

e-mail: cdelao@uach.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9445-3526>



Reyna Reyes Martínez. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua. Circuito Universitario S/N, Campus Uach II, Chihuahua, Chihuahua. México.

E-mail: rreyesm@uach.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0153-1180>

Resumen

La teobromina, teofilina y taurina son compuestos con efectos en sistema nervioso, cardiovascular y respiratorio, de amplio uso en la actualidad. Derivan de plantas de alto consumo y producción como el cacao y el té, usadas desde tiempos ancestrales como energizantes. La taurina presenta funciones antioxidantes y se emplea en bebidas energéticas. La teobromina abunda en el cacao, base del chocolate, la teofilina se usa en tratamientos respiratorios y la taurina está presente en alimentos y bebidas, y su mercado se encuentra en constante crecimiento.

Palabras Clave

Teobromina, teofilina, taurina, chocolate, bebidas energéticas.

Reflexión rápida

¿Qué tienen el chocolate y las bebidas energéticas que nos gustan tanto?

Curso de 2 minutos

Alcaloides: Son compuestos encontrados en algunas plantas con propiedades biológicas y que se usan como estimulantes. Estructuralmente contienen heterociclos con nitrógeno. Algunos ejemplos son la morfina, la quinina, la cafeína y la nicotina.

Mini Biografía

Hermann Emil Fischer, (1852-1919). Estudió el principio activo de té, café y cacao, y sus síntesis.

Cite este artículo así:

APA: Zermeño-Ortega, M. Manjarrez-Nevares, L. De la O-Contreras, C. Reyes-Martínez, R. (2025). Teobromina, teofilina y taurina: chocolate, respiración y energía. *Quimiofilia*, 2025, 4, (1), 9-12.

MDPI y JACS: Zermeño-Ortega, M; Manjarrez-Nevares, L; De la O-Contreras, C; Reyes-Martínez, R. *Quimiofilia*, 2025, 4, 1, 9-12.

DOI: <https://doi.org/10.56604/qfla202541811>

Recibido: 15 de junio 2025. Aceptado: 21 de agosto 2025. Publicado: 8 de septiembre de 2025.

www.quimiofilia.com. ISSN: 2683-2364. Registro IMPI: 2052060 QUIMIOFILIA. Reserva de derechos al uso exclusivo 2022: 04-2019-062013201300-203



Introducción

La teofilina, la teobromina y la taurina son compuestos ampliamente estudiados por sus efectos en sistema nervioso, cardiovascular y respiratorio. La teobromina y la teofilina al igual que la cafeína, son alcaloides derivados de la purina pertenecientes al grupo de compuestos llamados metilxantinas y se producen en algunas plantas como el cacao, el té negro y la yerba mate. Al igual que la cafeína se pueden encontrar en algunos alimentos y bebidas como café, chocolate, te y bebidas energéticas.¹ La teofilina se encuentra también en medicamentos para tratar desórdenes respiratorios crónicos. La taurina es un aminoácido sulfonado no esencial, pero con funciones en el desarrollo neurológico, modulación del calcio intracelular, regulación de calcio y glucosa, metabolismo energético y con acciones antioxidantes y antiinflamatorias, estas funciones han sido consideradas para utilizarla como suplemento energético para el rendimiento deportivo, principalmente en bebidas energéticas. La taurina se deriva de la cisteína y representa entre el 50% y 60% de aminoácidos libres y se encuentra abundantemente en el músculo esquelético.²

A través de la historia, el ser humano ha buscado alimentos y bebidas que no solo aporten calorías, sino que también generen una sensación de bienestar. El café, el cacao y el té encabezan esta lista. Culturas desde tiempo ancestrales han empleado plantas ricas en metilxantinas para la elaboración de bebidas utilizadas en rituales o como energizantes como ejemplos están el tejate y popo (bebida espumosa de cacao blanco, Ver Figura 1), o un brebaje identificado en la cerámica de Cahokia compuesta de Teobroma cacao y plantas de la especie Ilex.^{3,4} Actualmente se continúa consumiendo estos componentes en alimentos derivados del cacao, el café, el té y en bebidas enriquecidas. El cacao es originario de Mesoamérica y el término “cacao” deriva del maya cacau (cac-rojo, cau-fuerza y fuego). Los mayas fueron los primeros en desarrollar técnicas de cultivo (300 a.C.) y lo dieron a conocer a los aztecas quienes lo consumieron en una bebida preparada de cacao molido, agua y miel al que llamaron xocolatl (agua espumosa). El cacao fue considerado un símbolo de riqueza y moneda de cambio para civilizaciones mesoamericanas.⁵ La teobromina fue aislada de las semillas del cacao en 1842 por el químico ruso Aleksandr Voskresensky, la molécula recibió su nombre de la planta del cacao (Theobroma cacao). En las primeras investigaciones se encontró que presenta efectos similares a la cafeína, pero menos potente. La

teofilina fue extraída de hojas de té (Camellia sinensis) por Albrech Kossel en 1888, tanto la teofilina como la teobromina fueron sintetizadas por primera vez por Hermann Emil Fischer. Alrededor del siglo XX la teofilina fue introducida a uso clínico primero como diurético y después en el tratamiento de asma.^{6,7} La taurina fue aislada por primera vez en 1827 por los científicos alemanes Leopold Gmelin y Friedrich Tiedemann, quienes la extrajeron de la bilis de un buey y la denominaron inicialmente Gallen-Asparagin. Posteriormente, se le dio el nombre taurus, en referencia al término latino Bos taurus (buey). No fue hasta 1838 que el investigador H. Demarcay introdujo el término “taurina” en la literatura científica.



Figura 1. Bebidas espumosas a base de cacao. Chocolate espumoso (Oaxaca), tejate (Oaxaca) y popo (Veracruz). Fuente de imagen: México Ruta Mágica.⁸

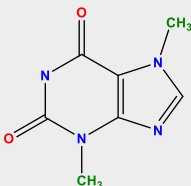
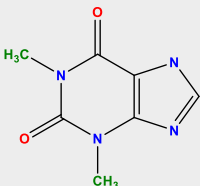
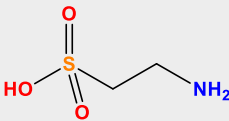
La teofilina y teobromina son derivados dimetilados de la xantina cuya diferencia de estructura radica en la posición de los grupos metilo (Tabla 1). En general las xantinas son bases débiles de Bronsted debido al nitrógeno imínico en posición nueve. La teofilina es un donador de protones en sistemas farmacéuticos lo que le da propiedades útiles en aplicaciones farmacéuticas. Las metilxantinas han sido detectadas en cerca de 100 especies de plantas siendo uno de los mayores componentes la cafeína seguida de la teobromina y en menor cantidad la teofilina.⁹ La taurina, es un compuesto que pertenece a la familia de los β -aminoácidos sulfonados. Se produce en el páncreas a partir de los aminoácidos metionina y cisteína, a través de una ruta metabólica conocida como la vía del ácido sulfónico. A diferencia de los aminoácidos comunes, la taurina tiene una estructura particular: su grupo amino está en el carbono beta, posee un grupo sulfonato ($-\text{SO}_3^-$). Esta configuración le confiere propiedades fisicoquímicas únicas, como un pKa ácido cercano a dos y uno bá-

1. Martínez-López, S.; Sarriá, B.; Gómez-Juaristi, M.; Goya, L.; Mateos, R.; Bravo-Clemente, L. Theobromine, caffeine, and theophylline metabolites in human plasma and urine after consumption of soluble cocoa products with different methylxanthine contents. *Food Research International* **2014**, *63*, 446. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.03.009
2. Kurtz, J. A.; VanDusseldorp, T. A.; Doyle, J. A.; Otis, J. S. Taurine in sports and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **2021**, *18*(1). DOI: 10.1186/s12970-021-00438-0
3. Franco, R.; Oñatibia-Astibia, A.; Martínez-Pinilla, E. Health Benefits of Methylxanthines in Cacao and Chocolate. *Nutrients* **2013**, *5*(10), 4159. DOI: 10.3390/nu5104159
4. Crown, P. L.; Emerson, T. E.; Gu, J.; Hurst, W. J.; Pauketat, T. R.; Ward, T. Ritual Black Drink consumption at Cahokia. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **2012**, *109*(35), 13944. DOI: 10.1073/pnas.1208404109
5. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Cacao (*Theobroma cacao* L.). Gobierno de México. <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/cacao-theobroma-cacao-1> (accedido el 6 de julio de 2025).

6. Abegaz, B. M.; Kinfe, H. H. Secondary metabolites, their structural diversity, bioactivity, and ecological functions: An overview. *Physical Sciences Reviews* **2019**, *4*(6). DOI: 10.1515/psr-2018-0100
7. De Paula Lima, J.; Farah, A. CHAPTER 23. Caffeine and Minor Methylxanthines in Coffee. Coffee; Royal Society of Chemistry: Cambridge, 2019; pp 543. DOI: 10.1039/9781782622437-00543
8. Conoce el popo y el tejate, las bebidas espumosas de Oaxaca. México Ruta Mágica –, s. f. <https://mexicorutamagica.mx/2022/08/08/popo-y-tejate-bebidas-espumosas-oaxaca-origen-ingredientes-elaboracion/> (accedido el 30 de mayo de 2025)
9. Petrucci, R.; Chiarotto, I.; Mattiello, L.; Passeri, D.; Rossi, M.; Zollo, G.; Feroci, A. M. Graphene Oxide: A Smart (Starting) Material for Natural Methylxanthines Adsorption and Detection. *Molecules* **2019**, *24*(23), 4247. DOI: 10.3390/molecules24234247



Tabla 1. Estructura química de teobromina, teofilina y taurina.

Nombre común	Teobromina	Teofilina	Taurina
Nombre IUPAC	3,7-dimetilxantina	1,3-dimetilxantina	Ácido 2-amino-etano-sulfónico
Estructura			

sico alrededor de nueve, lo que le permite existir como un zwitterión en condiciones fisiológicas.¹⁰

La teobromina es la metilxantina con mayor concentración en las semillas de cacao, entre 1-4%, mientras que la teofilina se encuentra en muy baja concentración (<0.5%).¹ El cacao se utiliza para preparar el chocolate (Figura 2), uno de los productos alimentarios más popular en el mundo. En la temporada 2022/2023 se reportó una producción global de cacao alrededor de cinco millones de toneladas, siendo el mayor productor África (70%), seguida de América (21%).^{11,12} En México los mayores productores son los estados de Chiapas y Tabasco.⁵ Los granos de cocoa se procesan para producir chocolate, manteca de cacao, cacao en polvo, entre otros. Los países que producen la mayor cantidad de chocolate son Alemania, Bélgica, Italia, Suiza y Estados Unidos, representando aproximadamente el 60% de la producción mundial de chocolate.¹³ En el chocolate comercial la teobromina está en concentraciones de 0.15 a 0.46%.¹⁴ La segunda bebida más popular es el té que contiene las principales metilxantinas siendo el mayor productor China con una producción anual reportada en 2022 de tres millones de toneladas.¹⁵ El mercado de la teofilina se basa en su uso para tratar enfermedades respiratorias como asma, bronquitis y obstrucción pulmonar crónica, a pesar de los avances y nuevas terapias, la teofilina sigue siendo una de las opciones más empleadas probablemente por un bajo costo y administración de forma oral.

Las principales industrias farmacéuticas continúan con la producción de teofilina y los medicamentos derivados de ella.¹⁶ Aunque no se incorpora en proteínas estructurales, la taurina es esencial para los gatos y se considera condicionalmente indispensable en

humanos y otros primates, debido a la baja actividad de la enzima cisteína sulfínico ácido descarboxilasa (CSD), lo que limita su producción interna.¹⁰ En el cuerpo humano, se encuentra en altas concentraciones en tejidos como el músculo esquelético, el corazón y el sistema nervioso central, donde cumple funciones clave para mantener el equilibrio celular. Las principales fuentes dietéticas de taurina son alimentos de origen animal como la carne, los mariscos y los productos lácteos. En personas con dietas omnívoras, el consumo diario se estima en unos 58 mg.^{17,18} El mercado de la taurina se estimó en una producción de 160 mil toneladas en el año 2024 siendo utilizada en alimentos y bebidas, suplementos, fármacos, cosméticos y alimentos de mascotas, con la mayor demanda en alimentos y bebidas (40%)¹⁹

- Schuller-Levis, G. B.; Park, E. Taurine: New implications for an old amino acid. *FEMS Microbiology Letters* **2003**, 226(2), 195. DOI: 10.1016/s0378-1097(03)00611-6
- Cocoa Facts and Figures. *Swiss Platform for Sustainable Cocoa*. <https://www.kakaoplattform.ch/about-cocoa/cocoa-facts-and-figures> (accedido el 6 de julio de 2025).
- Anoraga, S. B.; Shamsudin, R.; Hamzah, M. H.; Sharif, S.; Saputro, A. D. Cocoa By-Products: A Comprehensive review on potential uses, waste management, and emerging green technologies for cocoa pod husk utilization. *Heliyon* **20e35537**. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e35537
- CocoTerra - Experience the magic of making chocolate. Chocolate Production Per Country. *CocoTerra Company*. <https://www.cocoterra.com/chocolate-production-per-country/> (accedido el 31/05/2025)
- Monteiro, J.; Alves, M.; Oliveira, P.; Silva, B. Structure-Bioactivity Relationships of Methylxanthines: Trying to Make Sense of All the Promises and the Drawbacks. *Molecules* **2016**, 21(8), 974. DOI: 10.3390/molecules21080974
- Ahmad, W.; Ahmad, A.; Ghosn, S. A.; Ali, A.; Ansari, M. N.; Wahab, S.; Ashraf, K. Simultaneous determination of theobromine (THEOB), theophylline (THEOP) and caffeine (CAF) in commercially available food products using UPLC technique. *Acta Chromatographica* **2025**. DOI: 10.1556/1326.2024.01292
- The Global Theophylline Market Size Will Be USD 451.5 Million in 2024. *Cognitive Market Research*. https://www.cognitivemarketresearch.com/theophylline-market-report#tab_report_details (accedido el 31 de mayo 2025)
- Schaffer, S. W.; Ju Jong, C.; KC, R.; Azuma, J. Physiological roles of taurine in heart and muscle. *Journal of Biomedical Science* **2010**, 17(Suppl 1), S2. DOI: 10.1186/1423-0127-17-s1-s2
- De Luca, A.; Pierno, S.; Camerino, D. C. Taurine: The appeal of a safe amino acid for skeletal muscle disorders. *Journal of Translational Medicine* **2015**, 13(1). DOI: 10.1186/s12967-015-0610-1
- Taurine Market Size, Share, Growth & Forecast, 2034. *Global Chemical and Petrochemicals, Specialty Chemicals, Elastomer and Rubber, Fertilizer and Feedstock - Latest Chemical Prices, News and Market Analysis | ChemAnalyst*. <https://www.chemanalyst.com/industry-report/taurine-market-3125> (accedido el 31 de mayo 2025)



Figura 2. Caco y Chocolate. Imagen generada por IA.²⁰

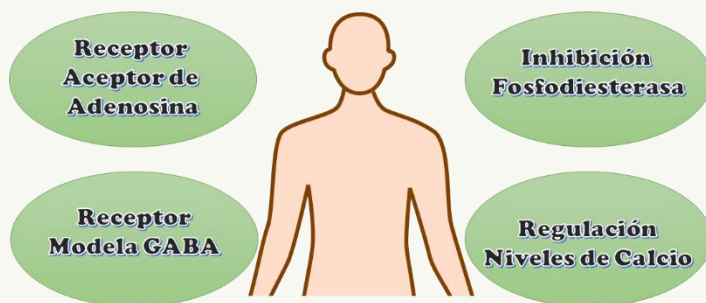


Figura 3. Principales mecanismos propuestos para la acción de las metilxantinas. Imagen adaptada de la referencia.¹⁴

Conclusión

La teobromina, teofilina y taurina son compuestos bioactivos de consumo diario con propiedades de gran relevancia tanto en la industria alimentaria como farmacéutica para el bienestar de la salud. La teofilina y teobromina pertenecen al mismo grupo de compuesto con similitud estructural y por lo tanto efectos similares como estimulantes del sistema nervioso, sin embargo, la teofilina presenta aplicaciones enfocadas a usos farmacéuticos. Ambas sustancias se encuentran presentes en productos alimentarios de consumo diarios como el café, el chocolate y el té. Por su parte, la taurina presenta una estructura y origen diferente y al igual que teobromina y teofilina es de consumo común en suplementos alimenticios principalmente por sus propiedades como modulador muscular. Si bien el consumo de estos tres compuestos es seguro y habitual en alimentos, suplementos y bebidas, es necesario tener en cuenta los efectos positivos y negativos, así como límites de consumo. Conocer y comprender la importancia, beneficios y diferencias es necesario para promover un consumo responsable de estas sustancias y los productos que los contienen.

Los efectos farmacológicos de las metilxantinas incluyen la estimulación del sistema nervioso, efecto diurético, efectos cardiovasculares y metabólicos, relajación bronquial y aumento de la secreción de jugos gástricos. En humanos la teobromina ha sido considerada como segura, en varios mamíferos como perros es tóxica, sin embargo, en roedores es más segura que la cafeína encontrándose dosis letales mayores a 1265 mg/Kg. Y en combinación con cafeína como se encuentra en cacao presenta efectos psicoestimulantes.²¹ Se propone que la actividad farmacológica de las metilxantinas consiste en: regulación del nivel de calcio intracelular, inhibición de la fosfodiesterasa, modulación de la acción del receptor GABA y antagonismo de los receptores de adenosina (Figura 3).^{14,21} La teofilina presenta menos efectos en el sistema nervioso central que la cafeína pero más eficiente en estimulación cardíaca, dilatación coronaria y relajación muscular, con una vida media biológica de cuatro a diez horas cuando se administra. Se presentan síntomas como náuseas, dolor abdominal, vómito, acidosis metabólica y taquicardia cuando se presenta una sobredosis.²² La dosis recomendada en un día es de 100 a 400 mg, la teofilina interacciona con otros fármacos y puede causar reducción de su eficiencia (Propofol, morfina, benzodiazepina, barbitúricos).²² El consumo de suplementos alimenticios con taurina ha aumentado en todo el mundo, impulsado por una creciente conciencia sobre la salud. Esta sustancia es valorada por sus posibles beneficios en la salud cardiovascular, la visión y la función cognitiva. Su presencia no se limita a suplementos, sino que también es común en bebidas energéticas, donde suele añadirse en dosis cercanas a un gramo por porción. Aunque se le atribuyen efectos positivos en el rendimiento físico y el bienestar general, la evidencia científica sobre estos beneficios aún está en evaluación. En cuanto a su seguridad, los estudios clínicos disponibles no han reportado efectos adversos significativos, y se ha establecido como seguro dosis de 1000 mg/Kg por día sin que se presente efecto adverso en relación con el consumo de bebidas energéticas, por lo que es posible encontrar dosis baja (0-5-2.0 g), media (3-5 g) y alta (>5 g).²³

20. OpenAI. *Cacao y Chocolate*. Fuente: Imagen generada por inteligencia artificial. 2024. ChatGPT. <https://chat.openai.com/> (accedido el 31 de mayo 2025)

21. Dolder, L. K. Methylxanthines. *Small Animal Toxicology*; Elsevier, **2013**; pp 647–652. DOI: 10.1016/b978-1-4557-0717-1.00060-0

22. Scurek, M.; Brat, K. A narrative review of theophylline: Is there still a place for an old friend? *Journal of Thoracic Disease* **2024**, *16*(5), 3450. DOI: 10.21037/jtd-23-1781

23. Bhat, M. A.; Ahmad, K.; Khan, M. S. A.; Bhat, M. A.; Almatroudi, A.; Rahman, S.; Jan, A. T. Expedition into taurine biology: Structural insights and therapeutic perspective of taurine in neurodegenerative diseases. *Biomolecules* **2020**, *10*(6), 863. DOI: 10.3390/biom10060863