

PEQUEÑAS

moléculas que transportan la salud del futuro

Beatriz Velázquez Cruz¹

<https://orcid.org/0009-0004-9194-0184>.

Universidad de Colima; Colima, México.

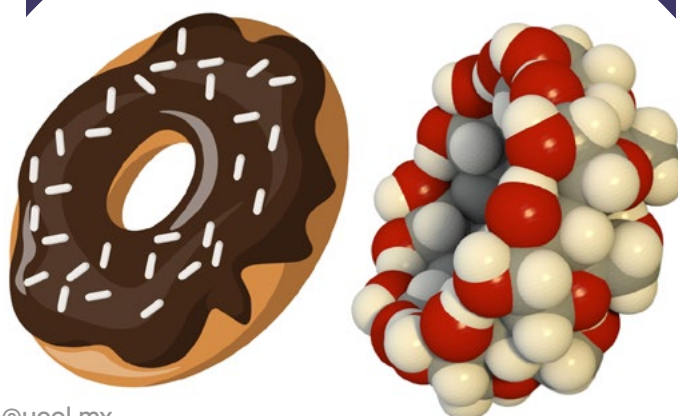
¿Alguna vez te has preguntado, cómo es posible que un medicamento amargo se vuelva tolerable?, ¿que un fármaco frágil resista el viaje de la boca al estómago, o que una sustancia insoluble llegue eficazmente a su destino dentro del cuerpo humano? La respuesta está en unas moléculas pequeñas pero poderosas: llamadas ciclodextrinas. Con una forma similar a una dona y una función comparable a un servicio de transporte de lujo, estas moléculas han sido adoptadas por la industria farmacéutica como las aliadas perfectas para mejorar la eficacia y seguridad de los tratamientos médicos.



¿Qué son las ciclodextrinas?

Las ciclodextrinas (CDs) son carbohidratos formados por la unión de seis, siete u ocho unidades de glucosa, organizadas de tal manera que forman una estructura tridimensional (3D) similar a una dona. Su exterior es hidrofílico (se mezcla fácilmente con el agua), les permite moverse en fluidos como la sangre, mientras que su cavidad interna es hidrofóbica (repele el agua). Esta dualidad permite que moléculas poco solubles y/o sensibles (como ciertos fármacos) sean alojadas en su interior, creando un complejo estable conocido como “complejo de inclusión” (Musuc, 2024; Poulson et al., 2022).

Su descubrimiento se remonta al siglo XIX, cuando fueron observadas por primera vez como subproductos de la degradación bacteriana del almidón. Sin embargo, no fue hasta la década de 1970 que la industria farmacéutica las aprovechó como “vehículos moleculares” para encapsular fármacos, mejorando su estabilidad y eficacia (Kurkov y Loftsson, 2013; Singh y Mahar, 2024).



Modelo generado con IA



Un servidor de transporte molecular

Imagina un auto blindado que recoge a un pasajero valioso, lo protege de amenazas externas y lo entrega intacto a su destino; así funcionan las CD. Estas moléculas actúan como un “vehículo” microscópico: capturan fármacos en su interior, los resguardan de factores adversos —como la luz, el oxígeno o la humedad— y los liberan justo donde el cuerpo los necesita. Por ejemplo, algunos fármacos son como pasajeros problemáticos: no se disuelven en agua —como si se resistieran a subir al auto— o se degradan fácilmente, como si el viaje fuera peligroso. En estos casos, las CDs funcionan como un transporte seguro, eficaz y versátil, que se adapta a las necesidades de cada “pasajero” (Ji et al., 2024; Sahu et al., 2023; Singh y Mahar, 2024).



¿Por qué son esenciales en la farmacia moderna?

A diferencia de otros sistemas de encapsulado que requieren procesos complicados o materiales sintéticos, las CDs destacan por su biocompatibilidad innata (seguras y reconocidas por el cuerpo humano), derivada de su origen natural a partir del almidón y por su capacidad de formar complejos de inclusión estables y reversibles. Entre las principales ventajas que ofrece la formación del complejo CD-fármaco, se encuentran: aumento de la solubilidad y biodisponibilidad, protección frente a la degradación lumínica, oxidativa y térmica, enmascaramiento de sabores no deseados y liberación controlada del principio activo (Ji et al., 2024; Musuc, 2024; Sahu et al., 2023; Singh y Mahar, 2024). Estas características convirtiendo a las CD en herramientas clave en la innovación farmacéutica.





Aplicaciones prácticas en tratamientos médicos

Lejos de ser una promesa teórica, las CD están revolucionando terapias específicas, ofreciendo soluciones innovadoras y mejorando la eficacia de los tratamientos. A continuación, algunos ejemplos son:

- 1. Tratamiento contra el cáncer:** El paclitaxel, un fármaco clave contra el cáncer de mama y ovario, se encapsula en nanopartículas de CD. Este sistema de administración permite que el fármaco se libere directamente en las células cancerosas, minimizando el daño a tejidos sanos y reduciendo efectos secundarios (Gao et al., 2015; Sahu et al., 2023).
- 2. Terapias oftálmicas de alta retención:** Las CD se integran en formulación de gotas con dexametasona (antiinflamatorio), para aumentar la viscosidad y prologar el contacto del medicamento con la superficie del ojo. Se crea una “película protectora” que reduce el número de aplicaciones al día, maximizando su eficacia en condiciones como la conjuntivitis alérgica (Moya-Ortega et al., 2013; Sahu et al., 2023).

- 3. Medicamentos pediátricos adaptados:** El ibuprofeno, cuyo sabor dificulta su uso en niños, se enmascara mediante complejos con CD. Esta estrategia neutraliza el sabor desagradable, facilitando la administración de jarabes o pastillas y asegurando un tratamiento efectivo en la población infantil (Ji et al., 2024; Sahu et al., 2023).

Referencias:

- Gao, F., Ye, Y.-J., Wang, Y., Lou, K.-Y., Chen, Y.-Z. y Chen, R. (2015). The preparation, characterization, and pharmacokinetic studies of chitosan nanoparticles loaded with paclitaxel/dimethyl- β -cyclodextrin inclusion complexes. *International Journal of Nanomedicine*, 4309. <https://doi.org/10.2147/IJN.S83508>
- Ji, X.-Y., Zou, Y.-X., Lei, H.-F., Bi, Y., Yang, R., Tang, J.-H. y Jin, Q.-R. (2024). Advances in Cyclodextrins and Their Derivatives in Nano-Delivery Systems. *Pharmaceutics*, 16(8). <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics16081054>
- Kurkov, S. V. y Loftsson, T. (2013). Cyclodextrins. *International Journal of Pharmaceutics*, 453(1), 167–180. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2012.06.055>
- Moya-Ortega, M. D., Alves, T. F. G., Alvarez-Lorenzo, C., Concheiro, A., Stefánsson, E., Thorsteinsdóttir, M. y Loftsson, T. (2013). Dexamethasone eye drops containing γ -cyclodextrin-based nanogels. *International Journal of Pharmaceutics*, 441(1–2), 507–515. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2012.11.002>
- Musuc, A. M. (2024). Cyclodextrins: Advances in Chemistry, Toxicology, and Multifaceted Applications. *Molecules*, 29(22). <https://doi.org/10.3390/molecules29225319>
- Poulson, B. G., Alsulami, Q. A. y Sharfaldin, A. (2022). Cyclodextrins: Structural, Chemical, and Physical Properties, and Applications. *Polysaccharides*, 3(1), 1–31. <https://doi.org/10.3390/polysaccharides3010001>
- Sahu, K. M., Patra, S. y Swain, S. K. (2023). Host-guest drug delivery by γ -cyclodextrin assisted polysaccharide vehicles: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 240, 124338. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.124338>
- Singh, P. y Mahar, R. (2024). Cyclodextrin in drug delivery: Exploring scaffolds, properties, and cutting-edge applications. *International Journal of Pharmaceutics*, 662, 124485. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2024.124485>
- Szejtli, J. (1998). *Introduction and general overview of cyclodextrin chemistry*. *Chemical Reviews*, 98(5), 1743–1754. <https://doi.org/10.1021/cr970022c>