

La nanociencia al servicio de la salud: partículas pequeñas transportadoras de compuestos naturales^φ

Romario García-Ponce¹, Aimé Jazmín Garza-Arredondo¹,
Karla L. Silva-Martínez², Michel Stéphane Heya^{3,*}

Introducción

Desde la antigüedad, las plantas y sus extractos han sido utilizados para prevenir y tratar enfermedades por sus propiedades terapéuticas (López-Cabanillas *et al.* 2025). Sin embargo, muchos extractos presentan limitaciones, como baja solubilidad en agua, inestabilidad frente a factores ambientales y una reducida disponibilidad dentro del organismo, lo que dificulta que lleguen en cantidades suficientes a los tejidos donde deben actuar (Lammari *et al.* 2020; García-Ponce *et al.* 2025a).

Actualmente, la nanotecnología ofrece estrategias innovadoras para superar las limitaciones en el uso de extractos. Entre ellas, las nanopartículas poliméricas protegen y transportan compuestos naturales eficientemente y mejoran su estabilidad, absorción y eficacia terapéutica (Espinosa-Carranza *et al.* 2025).

Las nanopartículas son estructuras que actúan como vehículos inteligentes y combinan los beneficios de la naturaleza con la precisión de la ciencia moderna (Dixit *et al.* 2025). El objetivo de este trabajo fue describir cómo la combinación de compuestos naturales y

^φ¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Gral. Escobedo 66054, Nuevo León, México, ²Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Tantoyuca 92100, Veracruz, México, ³Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Salud Pública y Nutrición 64460, Monterrey, Nuevo León, México.

*Autor de correspondencia: michel.heyax@uanl.edu.mx

DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.7107>



nanopartículas poliméricas impulsa estrategias terapéuticas eficaces y seguras para la salud humana y animal.

¿Qué son las nanopartículas poliméricas?

Imagina partículas tan pequeñas que millones podrían caber en una sola gota de agua. Bajo esta dimensión, conocida como escala nanométrica, los materiales adquieren propiedades útiles en la salud humana y la medicina veterinaria (Espinosa-Carranza *et al.* 2025). Las nanopartículas poliméricas consisten en materiales biodegradables y biocompatibles que interactúan de forma segura con el organismo (Dixit *et al.* 2025). Por su tamaño reducido, las nanopartículas transportan compuestos naturales hacia sitios del cuerpo de un ser humano donde difícilmente llegarían de otra manera. Además, las nanopartículas protegen a los compuestos de la degradación prematura y favorecen que mantengan su actividad terapéutica durante más tiempo (Heya *et al.* 2023a).

Existen dos tipos de nanopartículas poliméricas (Fig. 1): 1) las **nanoesferas**, donde el compuesto activo se distribuye en toda la partícula, y 2) las **nanocápsulas**, en las que el compuesto queda resguardado en una cavidad rodeada por una cubierta protectora. En ambos casos, las nanopartículas permiten una liberación gradual y controlada del compuesto y aumentan su eficacia al reducir posibles efectos secundarios (Lammari *et al.* 2020).

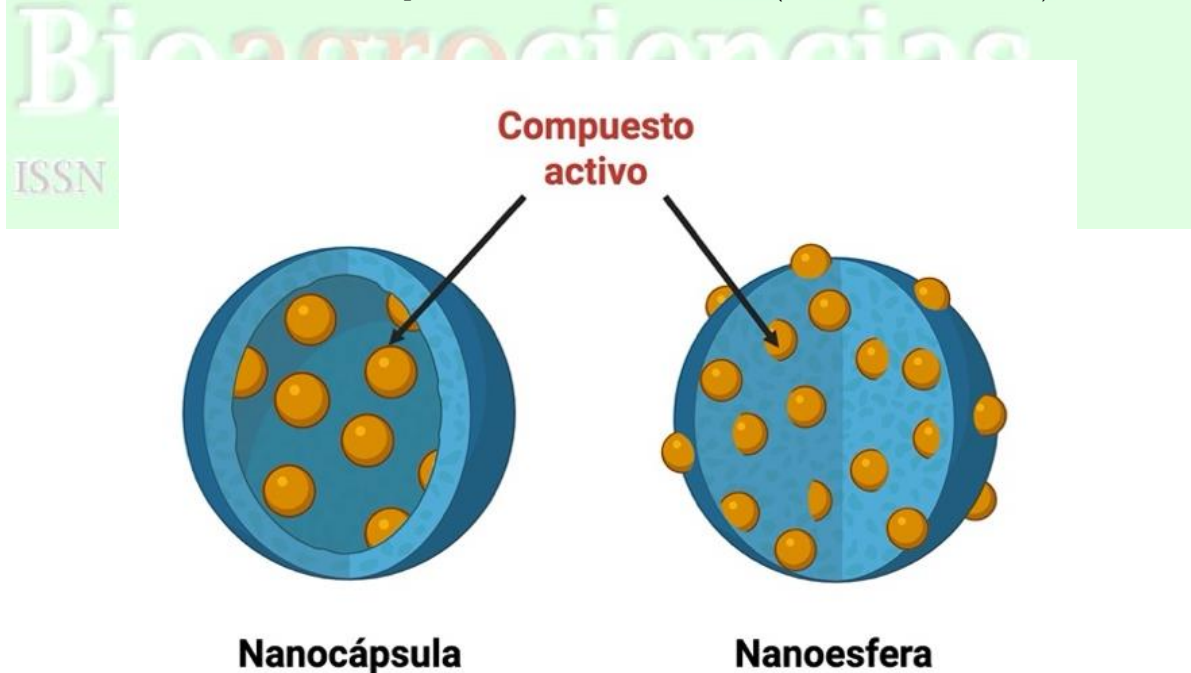


Figura 1. Tipos de nanopartículas poliméricas.

“Las nanopartículas son estructuras que actúan como vehículos inteligentes y combinan los beneficios de la naturaleza con la precisión de la ciencia moderna.”

Los compuestos naturales pueden viajar en formato nano

Sustancias naturales, como la curcumina, presente en la cúrcuma (planta herbácea), la piperina, de la pimienta negra, los aceites esenciales y algunos otros extractos de plantas medicinales, son conocidas por sus propiedades antimicrobianas, anticancerígenas, antioxidantes y antiinflamatorias (Parham *et al.* 2020). A pesar de su gran potencial, muchas sustancias presentan un problema común, ya que son poco solubles en agua o se degradan rápidamente dentro del organismo y esto limita su efectividad (Lammari *et al.* 2020).

La incorporación de sustancias en nanopartículas poliméricas es una solución innovadora, ya que permite que los compuestos naturales viajen dentro del organismo en formato nano. De este modo, funcionan como si esos compuestos fueran transportados en vehículos protectores diminutos que los resguardan de factores adversos, como la luz, el oxígeno y, dentro del organismo, las enzimas digestivas o los cambios de pH (Heya *et al.* 2023b). Gracias a esta protección, se incrementa su estabilidad y se prolonga su tiempo de acción (López-Cabanillas *et al.* 2025).

La dimensión nanométrica favorece una mayor absorción y distribución de los compuestos bioactivos y permite que alcancen los tejidos donde se requiere su acción terapéutica de manera más eficiente (Heya *et al.* 2023a). Asimismo, las nanopartículas pueden proporcionar una liberación sostenida y controlada del principio activo y contribuir a mejorar su eficacia y prolongar su efecto biológico (Elmowafy *et al.* 2023). Estas características han posicionado a las nanopartículas como una estrategia para potenciar la aplicación de compuestos naturales, tanto en salud humana como en medicina veterinaria (Elmowafy *et al.* 2023).

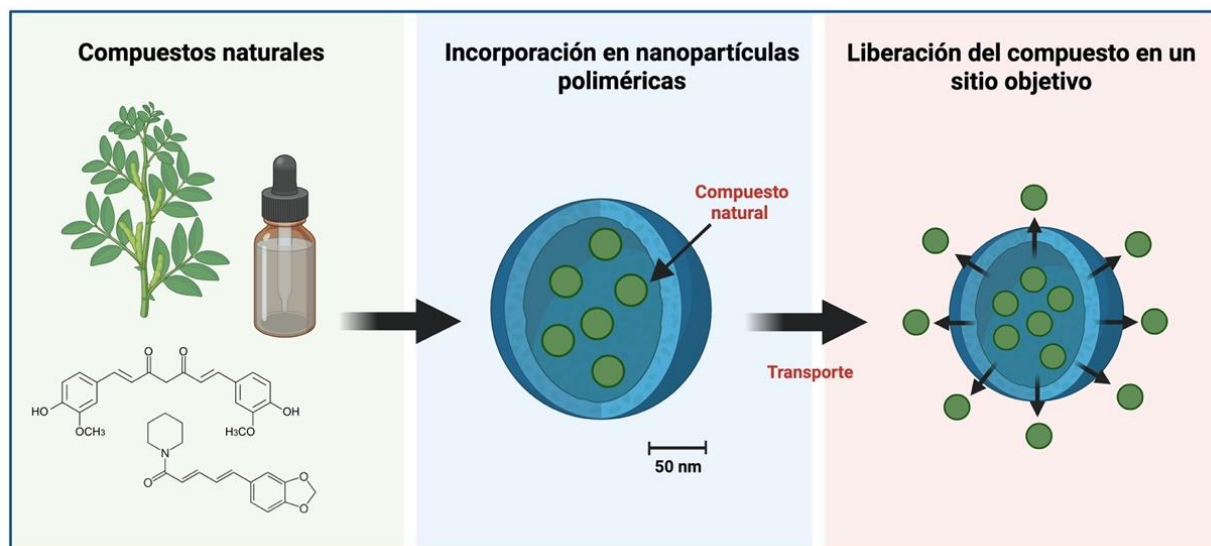


Figura 2. Compuestos naturales incorporados en nanopartículas poliméricas que transportan y liberan en el sitio objetivo.

Aplicaciones en salud humana

Las nanopartículas poliméricas han abierto caminos en distintos campos de la medicina humana moderna al permitir que los compuestos naturales se utilicen eficazmente (Karnwal *et al.* 2024). Una de sus aplicaciones es en las terapias antiinflamatorias y antioxidantes donde sustancias de origen vegetal llegan más eficientemente a los tejidos afectados y reducen la inflamación y el daño celular asociado al estrés oxidativo, un proceso relacionado con enfermedades crónicas (Fig. 3) (López-Cabanillas *et al.* 2025).

Para el cuidado de órganos vitales, las nanopartículas tienen un gran potencial hepatoprotector (alivian al hígado) y nefroprotector (alivian a los riñones) (Fig. 3). Al proteger y liberar compuestos naturales con efectos benéficos, las nanopartículas pueden disminuir el daño al hígado y riñones que ocasionan las toxinas, medicamentos y procesos inflamatorios prolongados (Heya *et al.* 2023b; López-Cabanillas *et al.* 2025). Otro campo prometedor relacionado con las nanopartículas se relaciona con las terapias anticancerígenas. Aquí, las nanopartículas transportan compuestos naturales con actividad antitumoral de manera más precisa hacia las células afectadas (Fig. 3) (Heya *et al.* 2023a). Este proceso favorece una mayor eficacia del tratamiento y ayuda a reducir los efectos no deseados sobre los tejidos sanos (López-Cabanillas *et al.* 2024).

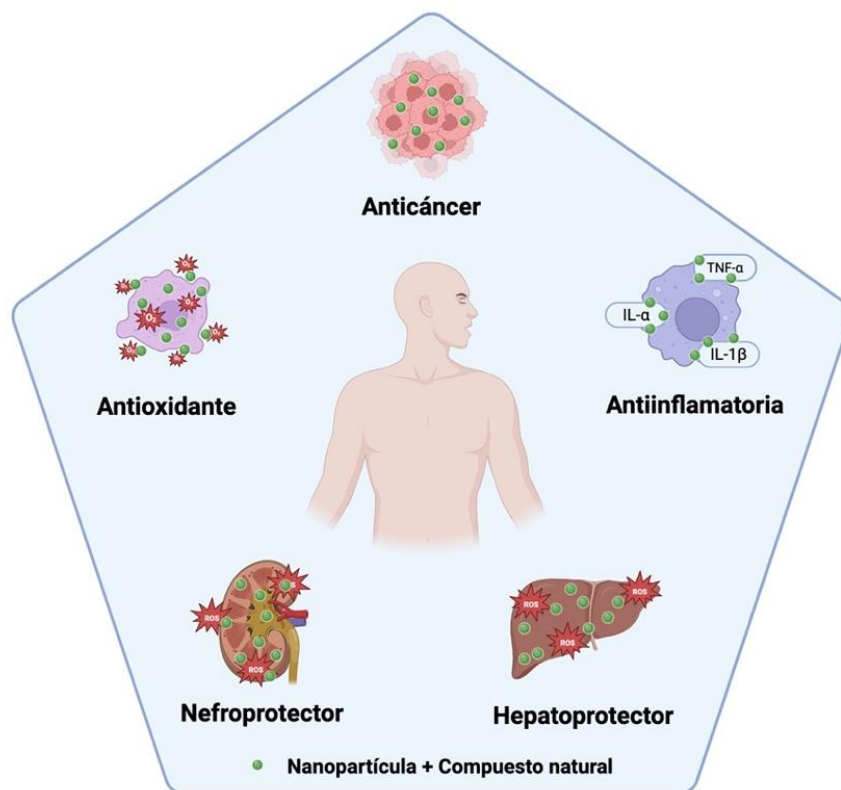


Figura 3. Actividades de los compuestos naturales incorporados en nanopartículas en la salud humana.

ISSN 2007 - 431 X

“La incorporación de sustancias en nanopartículas poliméricas es una solución innovadora, ya que permite que los compuestos naturales viajen dentro del organismo en formato nano.”

Salud animal y bienestar

En medicina veterinaria, las nanopartículas poliméricas han transformado el tratamiento y prevención de enfermedades al ofrecer alternativas seguras y respetuosas con los animales y el ambiente. Al encapsular compuestos vegetales, las nanopartículas mejoran su estabilidad, prolongan su efecto y reducen la necesidad de tratamientos agresivos (Chavda *et al.* 2022). En la producción ganadera, se investigan nanopartículas para transportar extractos vegetales y aceites esenciales antiparasitarios para el control de garrapatas y otros ectoparásitos (Fig. 4) (García-Ponce *et al.* 2025a). Este enfoque ayuda a disminuir el uso de sustancias químicas convencionales, reduce el riesgo de generar resistencia en los parásitos y promueve sistemas

de producción no contaminantes para el ambiente (Espinosa-Carranza *et al.* 2025; García-Ponce *et al.* 2025b).

En el caso de las mascotas, la combinación de plantas medicinales y nanopartículas poliméricas está ampliando las opciones terapéuticas (Espinosa-Carranza *et al.* 2025). Extractos con propiedades antiinflamatorias y analgésicas pueden administrarse de forma más eficaz para el manejo del dolor, artritis y lesiones musculares (Boarescu *et al.* 2022). Asimismo, compuestos antioxidantes encapsulados ayudan a proteger las células y a reforzar el sistema inmunológico en animales de edad avanzada o con enfermedades crónicas. También se aplican en el cuidado digestivo y metabólico, facilitando la liberación controlada de sustancias que favorecen la salud intestinal y la absorción de nutrientes (López-Cabanillas *et al.* 202).

En dermatología, aceites esenciales y extractos vegetales encapsulados se emplean para tratar afecciones de la piel, heridas o infecciones leves, ofreciendo una acción más duradera y reduciendo la irritación (Fig. 4) (Elmowafy *et al.* 2023). En conjunto, las nanopartículas poliméricas son un avance hacia una medicina veterinaria más moderna y centrada en el bienestar animal, donde la naturaleza y la tecnología trabajan juntas para mejorar la calidad de vida de los animales.

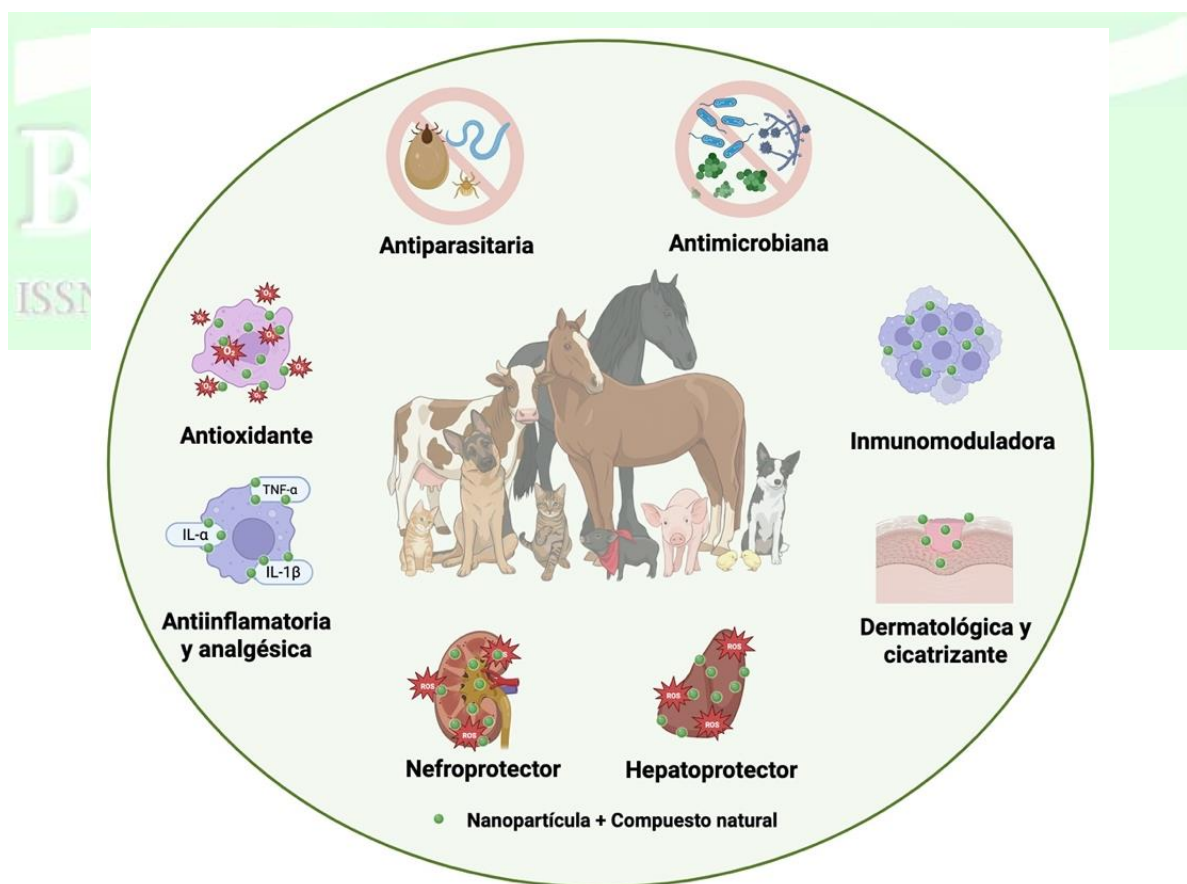


Figura 4. Actividades de los compuestos naturales incorporados en nanopartículas en la salud animal.

Nanotecnología verde: cuidar el cuerpo y el planeta

La nanotecnología verde surge como una respuesta a la necesidad de desarrollar soluciones médicas que no solo cuiden la salud sino que también respeten a la naturaleza. En este enfoque, las nanopartículas poliméricas se elaboran a partir de polímeros biodegradables y se combinan con extractos naturales de origen vegetal, lo que permite crear sistemas terapéuticos no contaminantes (García-Ponce *et al.* 2025a).

A diferencia de muchos tratamientos convencionales que se basan en compuestos sintéticos de difícil degradación, las nanopartículas están diseñadas para cumplir su función y luego desintegrarse de manera natural. Esto reduce la acumulación de residuos químicos en el ambiente y disminuye el impacto sobre ecosistemas acuáticos y terrestres (Karnwal *et al.* 2024). Otra ventaja es su mayor eficiencia, ya que al proteger los compuestos naturales y liberarlos de forma controlada se necesitan menores dosis y menos aplicaciones para lograr el efecto deseado (López-Cabanillas *et al.* 2025). Esto no solo mejora la seguridad del tratamiento, sino que también reduce el consumo de recursos, los costos a largo plazo y la generación de desechos (García-Ponce *et al.* 2025b).

Además, las nanopartículas suelen ser mejor toleradas por el organismo, lo que se traduce en menos efectos secundarios y un uso más responsable tanto en salud humana como en medicina veterinaria. En conjunto, la nanotecnología verde demuestra que es posible avanzar hacia una medicina moderna más eficaz, segura y comprometida con el cuidado del planeta (Heya *et al.* 2023b).

Bioagrocencias

ISSN 2007 - 431 *“La nanotecnología verde surge como una respuesta a la necesidad de desarrollar soluciones médicas que no solo cuiden la salud sino que también respeten a la naturaleza.”*

Conclusiones

La combinación de compuestos naturales y nanotecnología es una alternativa innovadora para mejorar tratamientos en la salud humana y animal. Lejos de reemplazar el conocimiento tradicional sobre las propiedades de las plantas, las nanopartículas poliméricas potencian sus beneficios al proteger, transportar y liberar de forma controlada sus principios activos. Gracias a ello, es posible superar limitaciones como la baja solubilidad, la inestabilidad y la reducida biodisponibilidad de muchos compuestos naturales, favoreciendo terapias más eficaces, seguras y sostenibles. Aunque aún existen desafíos por resolver, los avances actuales indican que las nanopartículas tendrán un papel cada vez más importante para el desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas. De este modo, la unión entre naturaleza y nanotecnología

se perfila como una herramienta prometedora para impulsar una medicina más precisa, sostenible y comprometida con el bienestar de las personas, los animales y el medio ambiente.

Referencias

- Boarescu I, Pop RM, Boarescu PM, Bocşan IC, Gheban D, Râjnoveanu RM, Bulboacă AE, Buzoianu AD y Bolboacă SD. 2022. Anti-inflammatory and analgesic effects of curcumin nanoparticles associated with diclofenac sodium in experimental acute inflammation. *International Journal of Molecular Sciences* 23(19): 11737.
- Chavda VP, Patel AB, Mistry KJ, Suthar SF, Wu ZX, Chen ZS y Hou K. 2022. Nano-drug delivery systems entrapping natural bioactive compounds for cancer: recent progress and future challenges. *Frontiers in Oncology* 12: 867655.
- Dixit T, Vaidya A, & Ravindran S. 2025. Polymeric nanoparticles-based targeted delivery of drugs and bioactive compounds for arthritis management. *Future Science OA* 11(1): 2467591.
- Elmowafy M, Shalaby K, Elkomy MH, Alsaidan OA, Gomaa HA, Abdelgawad MA y Mostafa EM. 2023. Polymeric nanoparticles for delivery of natural bioactive agents: recent advances and challenges. *Polymers* 15(5): 1123.
- Espinosa-Carranza NN, Mendoza AGZ y Gutiérrez FMF. 2025. Nanotechnology Applications in Human and Animal Health. *Natural Alternatives and Nanotechnology Applied to the One Health Approach: Bridging Ecology, Technology, and Medicine for Sustainable Solutions*. Springer Nature. pp.145-161.
- García-Ponce R, Flores-Suarez AE, Hernández-Escareño JJ, Vidal GH, Villarreal JPV y García LHD. 2025b. Phytotherapeutic Alternatives: New Nanotechnology-Based Approaches to Tick Control. In *Natural Alternatives and Nanotechnology Applied to the One Health Approach: Bridging Ecology, Technology, and Medicine for Sustainable Solutions*. Springer Nature. pp. 163-178.
- García-Ponce R, Villarreal-Villarreal JP, Suárez AEF, Vidal GH, García-Hernández DG, Hernández-Escareño JJ y Heya MS. 2025a. Nanocarriers of natural and synthetic ixodicides, new alternatives against *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae): a review. *Veterinary Parasitology* 110506.
- Heya MS, Cordero-Díaz A, Galindo-Rodríguez SA, Verde-Star MJ, Sánchez-García E, Villarreal-Villarreal JP y Guillén-Meléndez GA. 2023a. Overcoming tumor and mucosal barriers through active-loaded nanocarriers: nanoparticles and exosomes. *Applied Nanoscience* 13(6): 4485-4495.
- Heya MS, García-Ponce R, Soto BAM, Verde-Star MJ, Soto-Domínguez A, García-Hernández DG, Saucedo-Cardenas O, Hernández-Salazar M y Guillén-Meléndez GA. 2023b. Green alternatives in treatment of liver diseases: the challenges of traditional medicine and green nanomedicine. *Chemistry & Biodiversity* 20(10): e202300463.
- Karnwal A, Jassim AY, Mohammed AA, Sharma V, Al-Tawaha ARMS y Sivanesan I. 2024. Nanotechnology for healthcare: plant-derived nanoparticles in disease treatment and regenerative medicine. *Pharmaceutics* 17(12): 1711.
- Lammari N, Louaer O, Meniai AH y Elaissari A. 2020. Encapsulation of essential oils via nanoprecipitation process: Overview, progress, challenges and prospects. *Pharmaceutics* 12(5): 431.

- López-Cabanillas LM, Martínez BEG, Verde-Star MJ, Salazar MCA y Heya MS. 2025. Optimizing the Therapeutic Action of Natural Compounds Using Nanoparticles. In Natural Alternatives and Nanotechnology Applied to the One Health Approach: Bridging Ecology, Technology, and Medicine for Sustainable Solutions. Springer Nature. pp. 179-192.
- López-Cabanillas LM, Tijerina-Sáenz A, García-Hernández DG, Hernández-Salazar M, Salas García R, González-Llerena JL, Verde-Star MJ, Cordero-Díaz A y Heya MS. 2024. Colon Cancer: Overview on Improved Therapeutic Potential of Plant-Based Compounds Using Nanotechnology. *Scientia Pharmaceutica* 93(1): 1.
- Parham S, Kharazi AZ, Bakhsheshi-Rad HR, Nur H, Ismail AF, Sharif S, RamaKrishna S y Berto F. 2020. Antioxidant, antimicrobial and antiviral properties of herbal materials. *Antioxidants* 9(12): 1309.

García-Ponce R, Garza-Arredondo AJ, Silva-Martínez KL, Heya MS. 2026. La nanociencia al servicio de la salud: partículas pequeñas transportadoras de compuestos naturales. *Bioagrociencias* 19 (2): 1-9.
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.7107>

