

## **Nanomedicina veterinaria: nanopartículas poliméricas e hidrogeles como una alternativa para tratamientos veterinarios menos invasivos**

Las infecciones bacterianas representan un reto en medicina veterinaria, no solo por su impacto en la salud animal, sino también por su riesgo zoonótico para la salud pública. Diversas bacterias transmitidas por mordeduras, heridas o contacto con animales pueden tener importancia clínica tanto en medicina veterinaria como humana, por lo que su control resulta fundamental (Braun, 2002; Concha-Tiznado, 2020).

Aunque los antibióticos siguen siendo esenciales para tratar este tipo de enfermedades, su administración en animales puede ser más compleja de lo que parece. Muchos animales suelen rechazar formulaciones en tabletas, presentando dificultad para deglutirlas o requiriendo manipulación constante para completar el tratamiento. Asimismo, las inyecciones frecuentes provocan estrés, dolor y rechazo, lo que puede dificultar la adherencia terapéutica tanto en animales de compañía como en sistemas ganaderos. Además, en ciertos cuadros clínicos, el animal puede permanecer hospitalizado o canalizado, lo que limita su movilidad y sobrecarga a sus cuidadores.

En este contexto, resulta necesario explorar sistemas farmacéuticos capaces de mantener concentraciones terapéuticas durante más tiempo, reducir la frecuencia de administración y mejorar la aceptación del tratamiento. Muchos antibióticos de amplio espectro empleados frente a bacterias de importancia clínica veterinaria como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pasteurella spp.* y *Mycoplasma spp.* presentan grandes limitaciones como su baja solubilidad en agua. Un fármaco poco soluble no se absorbe eficientemente, lo que reduce su biodisponibilidad. Para compensarlo, suelen requerirse dosis más altas o constantes, incrementando el riesgo de efectos tóxicos (Hosszú et al., 2026).

La nanomedicina ofrece una alternativa prometedora para enfrentar este tipo de limitaciones. En el caso de medicamentos poco solubles, las nanopartículas pueden favorecer la dispersión del fármaco y mejorar su desempeño farmacéutico. Diversos estudios han señalado que sistemas nanoestructurados pueden contribuir a mejorar la solubilidad y biodisponibilidad de fármacos con propiedades fisicoquímicas desfavorables, además de permitir perfiles de liberación sostenida o controlada (Castro-Balado, 2020; Hosszú et al., 2026).

Una solución viable son las nanopartículas poliméricas de polisacáridos naturales como la goma guar, la cual es obtenida principalmente de las semillas de *Cyamopsis tetragonoloba*, y es ampliamente utilizada en la industria alimentaria como espesante (Mudgil et al., 2014). Al ser un material de origen

natural, es altamente biocompatible y biodegradable, convirtiéndolo en un material atractivo para el diseño de este tipo de sistemas.

Este tipo de polisacárido, como muchos otros, permiten formar nanopartículas poliméricas capaces de encapsular antibióticos ayudando a protegerlos, favoreciendo su dispersión y permitiendo una liberación gradual, funcionando como reservorios, evitando que todo el fármaco se libere de manera inmediata. Esto resulta interesante para fármacos con baja solubilidad en agua, ya que la nanotecnología puede contribuir a mejorar su desempeño farmacéutico y su disponibilidad en el organismo (Hosszú et al., 2026).

Para mejorar todavía más su administración, estas nanopartículas pueden combinarse con hidrogeles termosensibles. Un hidrogel es una red polimérica capaz de retener agua, mientras que el término “termosensible” indica que responde a cambios de temperatura. En aplicaciones biomédicas, estos materiales resultan atractivos porque pueden mantenerse fluidos antes de la administración y formar un gel semisólido o implante al alcanzar la temperatura corporal, lo que permite una aplicación mínimamente invasiva y una liberación localizada de las nanopartículas (Xiao et al., 2021; Lv et al., 2025). De esta manera, podrían administrarse mediante una inyección y formar un depósito local en el sitio de aplicación. Desde ahí, el hidrogel liberaría gradualmente las nanopartículas y, posteriormente, estas liberarían el fármaco de forma controlada. Por ello, este enfoque puede entenderse como un sistema de liberación dual.

Antes de considerar su uso clínico, estas plataformas deben evaluarse cuidadosamente mediante técnicas que permitan conocer su tamaño, estabilidad, estructura química, comportamiento térmico, morfología, capacidad de liberación y actividad antimicrobiana. Además, antes de pensar en su aplicación clínica, no basta con que estas plataformas liberen el antibiótico de manera controlada; también deben demostrar que el fármaco mantiene su actividad frente a bacterias de importancia veterinaria y que el sistema final no genere efectos tóxicos en los tejidos animales. Por ello, se requieren estudios de citotoxicidad, biocompatibilidad, seguridad y eficacia *in vivo*. Aun así, representan una ruta prometedora hacia tratamientos veterinarios menos invasivos y mejor adaptados al bienestar animal.

## Referencias

- Braun, J. (2002). *Pasteurella spp infections: Report of 20 cases*. Revista Chilena de Infectología, 19(2), 74-78.
- Castro-Balado, A. (2020). New ophthalmic drug delivery systems. *Farmacia Hospitalaria*, 44(3), 139-146.
- Concha-Tiznado, M. (2020). Actualizaciones en la mordedura de perro. *Acta Médica Grupo Ángeles*, 18(3), 284-289.
- Hosszú, Z., Pártos, P., Mahdavi, M., Ujhelyi, Z., Fehér, P., Haimhoffer, Á., Bácskay, I., Kósa, D., & Pető, Á. (2026). The role and potential of nanotechnology in improving solubility and enhancing bioavailability. *Pharmaceutics*, 18(4), 478. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics18040478>
- Lv, T., Chen, Y., Li, N., Liao, X., Heng, Y., Guo, Y., & Hu, K. (2025). A comprehensive review of thermosensitive hydrogels: Mechanism, optimization strategies, and applications. *Gels*, 11(7), 544. <https://doi.org/10.3390/gels11070544>
- Mudgil, D., Barak, S., & Khatkar, B. S. (2014). Guar gum: Processing, properties and food applications—A review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(3), 409-418. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0522-x>
- Xiao, Y., Gu, Y., Qin, L., Chen, L., Chen, X., Cui, W., Li, F., Xiang, N., & He, X. (2021). Injectable thermosensitive hydrogel-based drug delivery system for local cancer therapy. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 200, 111581. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2021.111581>

### **Sobre el autor**

*Jesús Alejandro Torres Anguiano*

Estudiante de octavo semestre en la Licenciatura de Nanotecnología e ingeniería molecular y miembro del Programa de Honores de la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP).

**Contacto:** [jesus.torresao@udlap.mx](mailto:jesus.torresao@udlap.mx)

### **Mentor**

*Dr. Sergio Alberto Bernal Chávez*

Doctor en Ciencias Químicas con enfoque en tecnología farmacéutica por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Químico Farmacéutico Biólogo por la Universidad Autónoma de Zacatecas, con maestría y doctorado en Ciencias Químicas por la UNAM; actualmente se desempeña como Profesor e Investigador en el Departamento de Ciencias Químico-Biológicas de la UDLAP, en el área de desarrollo de productos farmacéuticos y cosméticos, es Coordinador del programa de QFB en la UDLAP y pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNII) Nivel 1.

**Contacto:** [sergio.bernal@udlap.mx](mailto:sergio.bernal@udlap.mx)