



Tetraciclinas: no solo dañan a las bacterias

Genaro Miguel Valencia-Macías* [iD](#), Mariana Ruíz-Coronado [iD](#), Mariana Mendoza-Badillo [iD](#), Olíblish Mariel Laguna-Morales [iD](#), Carlos Eliú Granados-Bernardo [iD](#)

Estudiantes de Licenciatura en Biotecnología, Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.

Email: *genaro.valencia@alumno.buap.mx

03 de diciembre de 2024

DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.14271709>

Editado por: Verónica Quintero Hernández (Profesora Investigadora de Cátedras CONAHCyT, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla)

Revisado por: Pedro Alejandro Fong Coronado (Posgrado en Ciencias (Microbiología), Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México).

Apoyo en la maquetación: Sofía Salazar Ortega (Estudiante de Bioquímica Clínica, Universidad de las Américas Puebla, Puebla, México).

Colección de ESMOS

Resumen

Las tetraciclinas fueron descubiertas a inicios de 1940 y son conocidas como agentes bacteriostáticos por su actividad antimicrobiana al inhibir la síntesis de proteínas del receptor [1, 2]. Su mecanismo de acción inicia al atravesar la membrana externa de la bacteria hospedadora mediante

difusión pasiva con el fin de llegar al citoplasma donde se unirá al ribosoma inhibiendo la síntesis de proteínas evitando la unión del sitio aminoacil del ARNt a la unidad 30S del ribosoma [3].

Este grupo de medicamentos incluye tanto productos naturales (primera generación: clortetraciclina y oxitetraciclina) como versiones semisintéticas [4]. Varios estudios han demostrado que los productos farmacéuticos en el entorno acuático pueden afectar a los organismos, causando toxicidad, genotoxicidad, alteración de procesos endócrinos y desarrollo de resistencia a patógenos; principalmente los productos naturales son los que llegan a causar más problemas en la salud.

En particular, estudios específicos sobre la tetraciclina indican que es un compuesto altamente persistente que puede acumularse en suelos [5] y su uso desmedido puede causar biomagnificación [6]. Además de su desecho constante a cuerpos de agua, suelo y sedimento, puede provocar alergias en los consumidores, lesiones orgánicas y toxicidad crónica [3, 7], y las dosis altas producen acumulación de residuos en los tejidos.

A la fecha, la administración en humanos es diferencial: las tetraciclinas de primera generación requieren de una dosis mayor (resistencia por bacterias) a comparación de las 6-desoxitetraciclinas (de segunda generación: metaciclina, sanciclina y doxiciclina) dada su estabilidad y el alargamiento de su semivida [3, 8, 9]. Sin embargo, aún con las dosis establecidas, existen grupos con contraindicaciones: por insuficiencia renal y toxicidad hepática en mujeres embarazadas (riesgo para el feto); en los niños solo se recomienda en casos de hipoplasia del esmalte dental y decoloración permanente de los dientes [3, 10, 11].

Es por ello que la FAO (Food and Agriculture Organization) establece ciertos rangos de IDA (Ingesta Diaria Admisible) en animales, así como LMR (Límites Máximos de Residuos en µg/kg) que son variables para diferentes animales (así como en sus tejidos) destinados a consumo humano [12]. A su vez, dependiendo del uso que se les dé a las tetraciclinas, la FDA (Food and Drug Administration) establece ciertas dosis: ya sea como agente terapéutico, tratamiento de enfermedades o como promotor de crecimiento [13].

Algunas acciones preventivas ante esta acumulación son: no tomar antibióticos a base de tetraciclinas junto con anticonceptivos hormonales, anestésicos fluorados, alcohol etílico o penicilinas; administrarse por periodos no muy prolongados y con dosis adecuadas; fomentar la creación de normas de regulación de antibióticos en todas las áreas y el consumo humano [3, 14]. Para minimizar el riesgo de crear resistencia microbiana, en lugar de administrar antibióticos en las industrias del sector secundario (se puede mejorar la higiene, usar vacunas preventivas, entre otros), es necesario sustituirlos con el uso de probióticos, fitoproductos, péptidos antimicrobianos y dar un tratamiento adecuado de aguas residuales [15]. Los lugares adecuados de desecho de tetraciclinas y los antibióticos en general son en la basura o depósitos en farmacias, hospitales, clínicas y tiendas de autoservicio [3, 14].

Palabras clave: Tetraciclinas; resistencia; antibióticos; prevención; infecciones bacterianas.

<https://sites.google.com/view/esmosbuap/esmos-2024/esmos-102>

Referencias

- [1]. Klein NC, Cunha BA. Tetracyclines. Med Clin North Am [Internet]. 1995 [citado el 3 de octubre de 2023];79(4):789–801. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7791423/>
- [2]. Nelson ML, Levy SB. The history of the tetracyclines. Ann N Y Acad Sci [Internet]. 2011 [citado el 3 de octubre de 2023];1241(1):17–32. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22191524/>
- [3]. Pérez-Trallero E, Iglesias L. Tetraciclinas, sulfamidas y metronidazol. Enferm Infecc Microbiol Clin [Internet]. 2003 [citado el 3 de octubre de 2023];21(9):520–9. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-tetraciclinas-sulfamidas-metronidazol-13052338>
- [4]. Kazakova J. Ensayos de bioacumulación de principios activos farmacológicos de *Procambarus clarkii* y *Scrobicularia plana*. Uso como

bioindicadores en el Parque Natural de Doñana. 2020. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=259938>

[5]. Robledo Zacarías VH, Velázquez Machuca MA, Montañez Soto JL, Pimentel Equihua JL, Vallejo Cardona AA, López Calvillo MD, *et al.* Hidroquímica y contaminantes emergentes en aguas residuales urbano-industriales de Morelia, Michoacán, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 2017; 33(2): 221-235. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992017000200221

[6]. Wang C, Lu Y, Sun B, Zhang M, Wang C, Xiu C, *et al.* Ecological and human health risks of antibiotics in marine species through mass transfer from sea to land in a coastal area: A case study in Qinzhou Bay, the South China sea. *Environ Pollut* [Internet]. 2023; 316:120502. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026974912201716X>

[7]. Cherian T, Ragavendran C, Vijayan S, Kurien S, Peijnenburg WJ. A review on the fate, human health, and environmental impacts, as well as regulation of antibiotics used in aquaculture. *Environ Adv* [Internet]. 2023; 13:100411. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2023.100411>

[8]. Hernández-Barrios CP, Fernández-Villagómez G, Sánchez-Gómez J. Manual para el tratamiento y disposición final de medicamentos y fármacos caducos. INE & CENAPRED. 1995. p. 52. Disponible en: https://www.pediatria.gob.mx/archivos/burbuja/10_farmacos.pdf

[9]. Kuri-Morales, PA. NORMA Oficial Mexicana NOM-007-SSA2-2016, Para la atención de la mujer durante el embarazo, parto y puerperio, y de la persona recién nacida. *Diario Oficial de la Federación*; 2016. p. 54. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/512098/NOM-007-SSA2-2016.pdf>

[10]. López S, Fumagalli J, Gaglio R. Guía de medicamentos esenciales para el PNA Antimicrobianos. República de Argentina. 2017. pp. 75-80. Disponible en: <https://es.slideshare.net/slideshow/guiademedicamentoseseencialesparaelpnaantimicrobianos2017pdf/264717304#6>

[11]. Arredondo-Campaña, A. Prevalencia y caracterización de genes de resistencia a antibióticos en bacterias orales (Tesis Doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona & Dentaid Reasearch Center. 2020. pp. 15-17. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/record/242970>

[12]. FAO. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias comité del Codex sobre residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos. 2017. p. 11. Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/9b07ea51-1fa6-4b70-a05c-ffeb9586ae8b/content>

[13]. Gutiérrez K, Alfaro M, Granados F, Sánchez J, García F, Rodríguez Cesar. Detección de tetraciclinas en nueve lotes de alimentos para cerdos, tilapias y pollos producidos en Costa Rica: incumplimiento de normativas y disconformidades con el etiquetado oficial de garantía. Agronomía Costarricense. 2010; 34(2): 145-151. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242010000200003

[14]. Schmerold I, van Geijlswijk I, Gehring R. European regulations on the use of antibiotics in veterinary medicine. Eur J Pharm Sci [Internet]. Mayo de 2023; 189: 106473. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2023.106473>

[15]. Gómez Pacheco C. Eliminación de Tetraciclinas de las aguas mediante procesos avanzados de oxidación, carbones activados y adsorbentes obtenidos a partir de lodos de depuradora (Tesis Doctoral). Universidad de Granada. 2011. pp. 45-49, 61-64, 67-69, 188-197, 230-236, 296-306. Disponible en: <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/17593/19789695.pdf?sequence=1>

Esmos 102