



El Agua que Consumimos

Alejandro Aarón Peregrina-Lucano,¹ Ariana Rodríguez-Arreola.²

¹ Laboratorio de Farmacocinética, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México. aapl69@hotmail.com

² Departamento de Farmacobiología, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México. ari03na@hotmail.com

Cite este artículo así:

APA: Peregrina-Lucano, A. Rodríguez-Arreola, A. (2022). El Agua que Consumimos *Quimiofilia*, 1, (2) 26-27.

DOI: <https://doi.org/10.56604/qfla2022122627>

ACS: Peregrina-Lucano, A.; Rodríguez-Arreola, A. *Quimiofilia*, 2022, 1, 2, 26-27

DOI: <https://doi.org/10.56604/qfla2022122627>

Recibido: octubre 01, 2022

Aceptado: noviembre 22, 2022

Publicado: noviembre 30, 2022

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

Resumen

El uso descontrolado de antibióticos ha provocado un problema de salud mundial, provocando que las bacterias sean resistentes a los antibióticos. Una herramienta para combatir este problema son los medicamentos suicidas, aquellos principios activos que al administrarse se unen irreversiblemente a las enzimas bacterianas que inactivan a los antibióticos. El ácido clavulánico, es un compuesto químico que se une a las enzimas (β -lactamasas) de la bacteria, permitiendo que el antibiótico β -lactámico pueda cumplir su función sin interferencias. En este artículo podrás conocer cómo el ácido clavulánico lleva a cabo este mecanismo de inhibición y su analogía con el “Caballo de Troya”.

Palabras Clave

Medicamentos suicidas, ácido clavulánico, amoxicilina, antibióticos; resistencia bacteriana.

El agua dulce es un recurso muy importante para la vida en nuestro planeta, sin embargo, más de la mitad de las fuentes naturales como los ríos se encuentran gravemente contaminados, lo que provoca la degradación de los ecosistemas, amenazando la vida de los seres vivos que los habitan. Durante décadas, toneladas de sustancias biológicamente activas, sintetizadas para su uso en la agricultura, la industria, la medicina, etc., se han vertido al medio ambiente sin importar las posibles consecuencias.¹

En México las medidas legislativas que se han ido adoptando progresivamente para evitar la contaminación química de las aguas y los riesgos derivados de la misma han contribuido a reducir parcialmente esta situación. Sin embargo, los análisis mencionados en las normas mexicanas generalmente incluyen contaminantes tóxicos y bioacumulativos, como bifenilos policlorados, hidrocarburos aromáticos policíclicos y dioxinas, quedando miles de

millones de sustancias en el agua que no son eliminadas por no tomarse en cuenta en dichas normas.^{2,3} Esos parámetros son similares a los encontrados en otros países de Latinoamérica, donde la mayoría de las normas aplicadas para establecer los límites permisibles de sustancias en el agua para consumo humano, están desactualizadas, ya que datan de los años 1990's.⁴ Sin embargo, esto no dista mucho de los establecidos por países como Canadá, donde, si bien toman en cuenta descartar más sustancias químicas presentes en el agua, no eliminan tampoco a los fármacos.⁵

Debido a que la población va en aumento y a que los avances científicos hacen lo propio en el descubrimiento continuo de nuevas sustancias que a la larga se convierten en contaminantes potencialmente peligrosos, surge la necesidad de seguir investigando en todas aquellas áreas que puedan contribuir a proteger la salud humana y la del medio ambiente, ya que, al ser un tema generalmente

1. UNESCO and World Health Organization. 2012. Progress on Drinking Water and Sanitation: 2012 Update; UNICEF, Division of Communication: New York, NY, USA. ISBN 9789280646320.

2. Norma Oficial Mexicana NOM 012-SSA1-1993. 1993. Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados.

3. Norma Oficial Mexicana. NOM 013-SSA1-1993. (1993). "Requisitos sanitarios que debe cumplir la cisterna de un vehículo para el transporte y distribución de agua para uso y consumo humano".

4. Pinto, V.; Heller, L.; Kopschitz, R.; Bastos, X. Drinking water standards in South American countries: convergences and divergences. *J Water Health* 2012, 10, 295-310.

5. Health Canada. 2010. Guidelines for Canadian Drinking-water Quality. Summary table. Health Canada, Federal-Provincial-Territorial Committee on Drinking Water of the Federal-Provincial-Territorial Committee on Health and the Environment, Ottawa.



desconocido para la población, no se tienen registros exactos de la forma en que la comunidad se ve afectada por este problema.⁶

Entre los contaminantes del agua que en años recientes han generado interés en la comunidad científica han sido los, fármacos, específicamente los antibióticos, debido a que su presencia en el agua contribuye al fenómeno de resistencia bacteriana, esto a su ha generado una disminución de la efectividad de los tratamientos contra enfermedades microbianas, puesto que las enfermedades causadas por estas ya no son aliviadas con tratamientos antimicrobianos tradicionales o convencionales, incluyendo a aquellos de última generación, sino que a pesar de la búsqueda incansable que se ha hecho por darles alcance, las bacterias siguen teniendo un perfil de resistencia,⁷ convirtiéndose así en un desafío a nivel mundial por su alto índice de morbilidad y mortalidad humanas y animales. Una agravante de esta situación, es que se trata de un fenómeno que continuamente está creciendo entre las personas y diseminándose en el medio ambiente⁸ por lo que su propagación no solamente se limita a ambientes de hospital sino también a ambientes comunitarios, naturales y agrícolas.⁹ Esa resistencia se debe al intercambio genético que existe de manera horizontal entre bacterias tanto comensales, ambientales, como patógenas,¹⁰ y ese intercambio no se debe a procesos naturales, sino que es un fenómeno provocado por el ser humano debido al excesivo uso de estas sustancias.¹¹

Los antibióticos son utilizados para tratar infecciones de origen bacteriano principalmente, además, han permitido llevar a cabo numerosos procedimientos médicos como cirugías y trasplantes, sin embargo,¹² su mala administración ha dado como resultado que grandes cantidades de estas sustancias sean liberadas a los ecosistemas ocasionando la aparición de microorganismos resistentes a ellos, pues además son altamente utilizados en la ganadería y agricultura.¹³ Los efectos tóxicos que han sido mencionados en diversos estudios son por ejemplo el hecho de que casi hayan desaparecido los buitres en India debido a que su alimentación, basada en animales muertos, los puso en contacto con ganado vacunado con diclofenaco, además, a través de un experimento con el estrógeno sintético etinilestradiol, sustancia presente en las píldoras

anticonceptivas, se observó que provoca peces macho feminizados.¹⁴ Esto sugiere que la presencia en los ecosistemas de estos compuestos tipo hormonal, puede alterar el equilibrio hormonal de las especies animales que se exponen a ellos, actuando como disruptores endocrinos, o intervenir en los mecanismos de comunicación celular tanto de los organismos objetivo como los no objetivo,^{14,15} dando como resultado que si una infección era hace 70 años fácil de tratar, ahora ya va a ser intratable.¹⁶

Existen varios métodos estudiados para poder determinar en las aguas residuales la presencia de antibióticos y por lo tanto, poner de manifiesto la presencia de estas sustancias químicas para así poder entender el impacto que puede ocasionar su existencia en la salud de los ecosistemas. Estudios recientes han propuesto varias metodologías para su determinación en el agua a partir de la cromatografía líquida con espectrometría de masas en tándem de electropulverización,¹⁷ la espectrometría de masas de ionización,¹⁸ extracción por fase sólida,¹⁹ etcétera, cada uno con su capacidad de detección dependiendo de la metodología. Por otra parte, también existen propuestas para la eliminación de estos componentes en el agua por ejemplo utilizando carbón activado, fotocátalisis, entre otros procedimientos.²⁰

Es necesario que este conocimiento respecto al problema que existe de la resistencia antimicrobiana como de las posibles soluciones a la situación sea considerado como emergente tanto por la población como por las autoridades gubernamentales y sanitarias, para poder enfrentar este reto biológico y evitar que se siga propagando el problema.

Conclusiones

La creciente presencia de la resistencia a los antibióticos está directamente relacionada con su uso, tanto de manera intencionada, a través de tratamientos médicos, por la automedicación, y como se mencionó en este artículo, a través del consumo de agua contaminada con fármacos, por lo tanto, el tener una correcta gestión de este recurso, podría ayudar a evitar infecciones cada vez más frecuentes y de difícil tratamiento.

6. Cuerda, C.; Alexandre, F.; Fernández, G. Advanced Oxidation Processes for the Removal of Antibiotics from Water. An Overview. *Water* **2020**, *1*, 1-51.
7. Friier, M.; Kumar, K.; Boutin, A. Antibiotic resistant. *J Infect Pub Health* **2017**, *4*, 369-378.
8. Akova, M. Epidemiology of antimicrobial resistance in blood -stream infections. *Virulence* **2016**, *3*, 252-266.
9. Munita, J.; Arias, C. Mechanisms of antibiotic resistance. *Microbiol Spectrum*, quinta edición, Chile, Vol 1, pp 481-511.
10. Von Wintersdorff, C.; Penders, J.; van Niekerk, J.; Mills, L.; Majumder, S.; van Alphen, L.; Savelkoul, P.; Wolfs, P. Dissemination of antimicrobial resistant in microbial ecosystem through horizontal gene transfer. *Front Microbiol* **2016**, *7*, 1-10.
11. Davies, J.; Davies, D. Origins and evolution of antibiotic resistant. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* **2010**, *3*, 417-433.
12. Hutchings, M.; Truman, A.; Wilkinson, B. Antibiotics: past, present and future. *Curr. Opin. Microbiol.*, **2019**, *51*, 72-80.
13. Allen, H.; Donato, J.; Wang, H.; Cloud-Hansen K.; Davies J.; Handelsman, J. Call of the wild: antibiotic resistance genes in natural environments. *Nat. Rev. Microbiol.* **2010**, *8*, 251-259.
14. Samah, A.; Meyer, M.; Boxall, A. Una perspectiva global sobre el uso, las ventas, las vías de exposición, la ocurrencia, el destino y los efectos de los antibióticos veterinarios (AV) en el medio ambiente. *Chemosphere* **2006**, *65*, 725-759.

15. Graham, D.; Olivares-Rieumont, S.; Knapp, C.; Lima, L.; Werner, D.; Bowen, E. Antibiotic resistant gene abundances associated with waste discharges to the Almendares River near Havana, Cuba. *Environ. Sci. Technol.* **2011**, *2*, 418-424.
16. Weber, F.; Beer, T.; Bergmann, A.; Carius, A.; Grüttner, G.; Hickmann, S.; Ebert, I.; Hein, A.; Küster, A.; Rose, J.; Jugl, J.; Stolzenberg, H.; Roßlau, D. Drugs in the environment – the global perspective Incidence, effects and potential cooperative action under SAICM.. German *Env. Agency*. **2014**, 1-12.
17. MacGowan, A.; Macnaughton, E. Antibiotic resistance. *Medicine*, **2013**, *11*, 642-648.
18. Gbylik-Sikorska, M.; Posniak, A.; Sniegocki, T.; Zmudzki, J. Liquid chromatography–tandem mass spectrometry multiclass method for the determination of antibiotics residues in water samples from water supply systems in food-producing animal farms. *Chemosphere*, **2015**, *119*, 8-15.
19. Deng, J.; Yu, T.; Yao, Y.; Peng, Q.; Luo, L.; Chen, B.; Luan, T. Surface-coated wooden-tip electrospray ionization mass spectrometry for determination of trace fluoroquinolone and macrolide antibiotics in water. *Anal Clin Act*, **2017**, *954*, 52-59.
20. Zhang, C.; Deng, Y.; Zheng, J.; Zhang, Y.; Yang, L.; Liao, C.; Su, L.; Zhou, Y.; Gong, D.; Chen, L.; Luo, A. The Application of the QuEChERS Methodology in the Determination of Antibiotics in Food: a review. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. **2019**, *118*, 517-537.