

# ECOFARMACOVIGILANCIA E IMPACTO AMBIENTAL

*Data de aceite: 01/08/2023*

### **Rafael Manuel de Jesús Mex Álvarez**

Facultad de Ciencias Químico Biológicas  
de la Universidad Autónoma de Campeche  
(México)

### **María Magali Guillen-Morales**

Facultad de Ciencias Químico Biológicas  
de la Universidad Autónoma de Campeche  
(México)

### **Patricia Margarita Garma-Quen**

Facultad de Ciencias Químico Biológicas  
de la Universidad Autónoma de Campeche  
(México)

### **David Yanez-Nava**

Facultad de Ciencias Químico Biológicas  
de la Universidad Autónoma de Campeche  
(México)

### **Lázaro Guadalupe Ramos-Gómez**

Facultad de Ciencias Químico Biológicas  
de la Universidad Autónoma de Campeche  
(México)

### **Roger Enrique Chan-Martínez.**

Facultad de Ciencias Químico Biológicas  
de la Universidad Autónoma de Campeche  
(México)

**RESUMEN:** Los fármacos han aumentado la calidad y la esperanza de vida del ser humano y difícilmente se concebiría la vida actual sin el desarrollo de medicamentos más seguros y eficaces para el tratamiento de diversas enfermedades; sin embargo, el uso irracional y el abuso de medicamentos por la sociedad moderna han convertido a los fármacos en contaminantes emergentes que atentan contra la salud ambiental y comprometen el bienestar ecológico. Por ello, es necesario una educación sanitaria y una cultura y conciencia ambiental que permita un uso racional y la correcta disposición final de medicamentos y el tratamiento adecuado de aguas residuales que contienen fármacos para garantizar un uso sustentable de los medicamentos y productos farmacéuticos.

## INTRODUCCIÓN

La ecofarmacovigilancia se define como la ciencia y actividades relativas a la detección, evaluación, comprensión y prevención (figura 1) de los efectos adversos u otros problemas relacionados con la presencia de los productos

farmacéuticos en el medio ambiente, que afectan a humanos y a otras especies animales y vegetales.

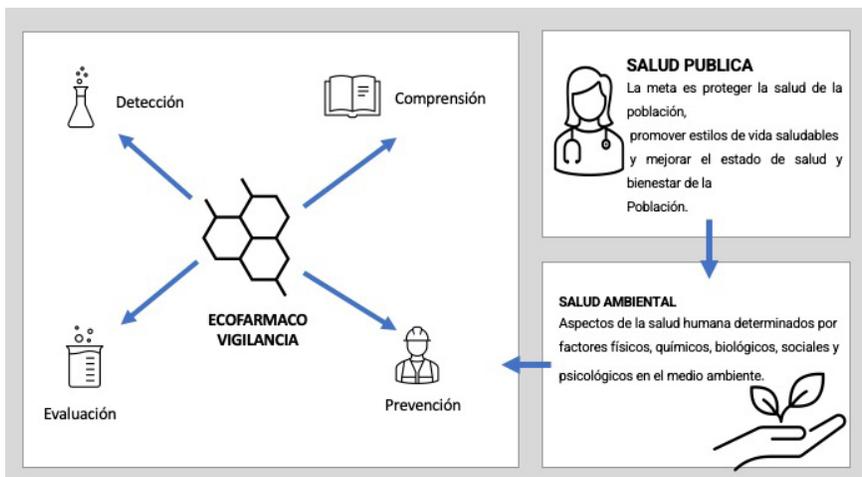


Figura 1. Relación de la ecofarmacovigilancia con la salud pública y salud ambiental.

Fuente: elaboración propia.

Por lo anterior, actualmente se consideran a los fármacos como contaminantes emergentes y esto es importante porque estas moléculas tienen la posibilidad de causar daño al medio ambiente a bajas concentraciones y por esto los organismos de protección ambiental exigen ensayos ecotoxicológicos en microorganismos acuáticos como algas y algunos peces a fin de evaluar el impacto ambiental por contaminación con fármacos. En contraste con décadas pasadas, cuando la contaminación ambiental por productos farmacéuticos no era considerada un problema de salud ambiental debido a que se desconocía la presencia de estos compuestos o sus productos de transformación en el suelo, agua, tejidos vegetales y tejidos animales.

## FÁRMACOS COMO CONTAMINANTES

Los productos farmacéuticos llegan al medio ambiente principalmente (figura 2), a través de las aguas residuales domésticas cuando se vierten en lavabos e inodoros los medicamentos caducos o sobrantes, los efluentes hospitalarios y domésticos que contienen la orina y excremento de pacientes medicados, las aguas residuales industriales de la producción de productos farmacéuticos, la escorrentía y lixiviación de medicamentos tirados en basureros o al aire libre, entre otros casos. Pero también, los fármacos llegan al ambiente y contaminan suelo, agua y aire provenientes de la acuicultura y las operaciones concentradas de alimentación de animales, la piscicultura, así como la escorrentía rural y el estiércol, en zonas urbanas también proviene del uso veterinario sobre todo en gatos y perros domésticos medicados.

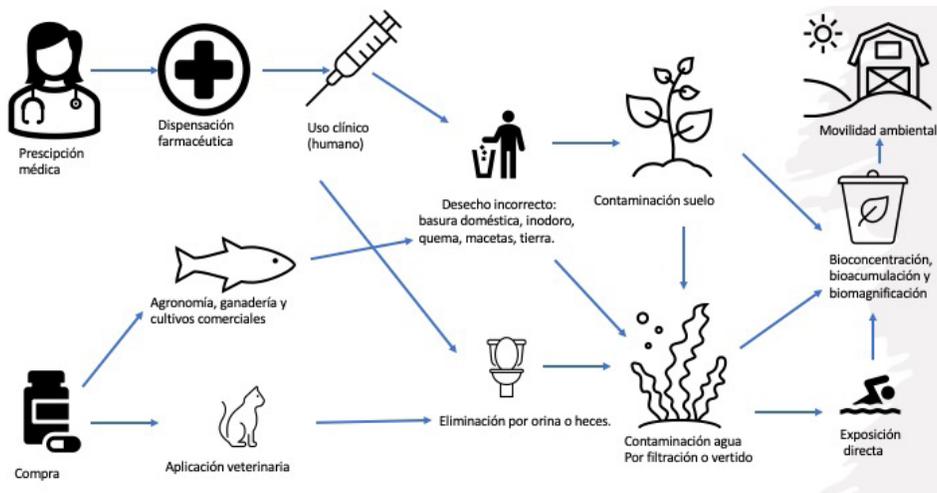


Figura 2. Vías de entrada de los fármacos al medio ambiente y su afectación.

Fuente: elaboración propia.

La situación se exagera porque no existían plantas de tratamientos de agua residuales especializadas en reducir la concentración de fármacos de sus influentes; pues no se consideraba a los fármacos como contaminantes, en consecuencia, los efluentes de las plantas tratadoras contienen prácticamente inalterados muchos de los principios activos. En el caso particular de México, se estima que un poco más del 50% de las aguas residuales no reciben tratamiento y son desalojadas hacia los cuerpos de agua, suelos y canales de riego lo que genera un fuerte problema de contaminación y un alto riesgo para la salud humana y la biota acuática.

Aún se desconocen todo el impacto que puedan tener los fármacos en el medio ambiente, tanto a corto como a largo plazo; pero resulta claro suponer que en buena medida los efectos negativos agudos y crónicos dependerán de la estructura química y grupo farmacoterapéutico al que pertenezcan. Hasta ahora, se ha observado que la exposición al agua y suelo contaminado provocan extinción de especies animales, cambios genéticos y resistencia a antimicrobianos; el efecto de los fármacos en algunas especies puede afectar sus sistemas reproductivos, no solamente por la presencia de fármacos anticonceptivos en agua sino también por antiinflamatorios no esteroidales (AINES) que pueden reducir las poblaciones hasta casi la extinción.

Asimismo, los fármacos como contaminantes pueden producir consecuencias genéticas, afectaciones en el crecimiento, hormonales e inmunológicas; los cambios bioquímicos generados alteran el sistema de defensa en plantas y animales volviendo más susceptibles a los organismos expuestos a infecciones microbianas. El impacto ambiental se exagera por el desarrollo de bacterias resistentes a antibióticos por cepas expuestas a antibióticos que generan resistencia y posteriormente infectan plantas, animales y seres

humanos; igualmente, la presencia de antibióticos y otros fármacos modifica el equilibrio ecológico de microorganismos del suelo.

Para minimizar el impacto de los medicamentos en el medio ambiente es necesario desarrollar investigaciones en ecofarmacovigilancia que permita comprender los mecanismos de ingreso, bioconcentración, bioacumulación, biomagnificación y movilidad ambiental de los fármacos y los estudios de laboratorio sobre degradación y biotransformación de los fármacos permitirían mejorar los procesos de tratamiento de aguas residuales para disminuir o eliminar estas sustancias de los efluentes de las plantas de tratamiento. En este sentido, la ecofarmacovigilancia permite conocer el destino ambiental de los fármacos como contaminantes, es decir, el lugar donde reside un fármaco después de haber sido liberado al ambiente e implica el conocimiento del transporte, la distribución y la degradación del fármaco en los diferentes compartimentos ecológicos (agua, aire, suelo, sedimentos y biota).

La persistencia del fármaco en el medio ambiente dependerá de su estructura química y es un factor importante porque señala el tiempo de permanencia del fármaco en el ambiente, aunado a la persistencia está la movilidad ambiental que establece el transporte de los fármacos entre los diferentes compartimentos ecológicos y a través de ellos mismos. Lo anterior, está relacionado con la bioconcentración y bioacumulación de los fármacos en los organismos que conllevan al aumento de la concentración de los contaminantes dentro del organismo expuesto y posteriormente a la biomagnificación al aumentar la concentración del fármaco a través de dos o más niveles tróficos.

## **A MANERA DE CONCLUSIÓN**

La sociedad actual depende de los fármacos para su sustentabilidad y la calidad y esperanza de vida depende en buena medida del uso racional de los mismo; pero es necesario tomar conciencia, como sociedad, del buen uso y de la correcta disposición final de los medicamentos para evitar problemas de salud e impacto ambiental; por esto, se debe fomentar el consumo racional de los medicamentos para evitar su abuso, además se necesita una buena educación sanitaria para concientizar a la población el peligro de la contaminación ambiental por medicamentos y garantizar una adecuada disposición final de residuos de medicamentos y sus envases y de medicamentos caducos como medidas de contención; también se requiere de investigación para optimizar las plantas de tratamiento de aguas residuales, especialmente de hospitales y del cultivo de animales como la acuicultura para reducir su ingreso al ambiente. En este aspecto, la ecofarmacovigilancia permite identificar los principales contaminantes y mejorar los sistemas de detección que permitan un monitoreo ambiental más adecuado y encaminado a la prevención de desastres ecológicos y daños a la salud humana, animal y vegetal.

## REFERENCIAS

- Acevedo-Barrios, R. L., Severiche-Sierra, C. A., & Morales, J. D. C. J. (2017). Efectos tóxicos del paracetamol en la salud humana y el ambiente. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 8(1), 139-149.
- Agarwal, N. (2022). Paracetamol - A Contaminant of High Concern: Existence in Environment and Adverse Effects. *Pharmaceut Drug Regul Affair J*. 4(1): 1-8.
- Alonso, M.L.; Frejo, M.T.; Díaz, M.J., & García, J. (2012). Valoración ecotoxicológica de algunos de los principales grupos terapéuticos encontrados en depósitos SIGRE de oficinas de farmacia. *Rev Salud Ambiet*. 12(2): 137-150.
- Borthiry, L. E. (2015). Evaluación ecotoxicológica de efluentes residuales. Universidad Nacional de la Pampa, Argentina.
- Castro-Pastrana, L. I., Baños-Medina, M. I., López-Luna, M. A., & Torres-García, B. L. (2015). Ecofarmacovigilancia en México: perspectivas para su implementación. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 46(3), 16-40.
- Checa, M.; Sosa, D.; Ruiz, O., & Barcos, M. (2021). Presencia de productos farmacéuticos en el agua y su impacto en el ambiente. *Bionatura Latin American Journal of Biotechnology and Life Sciences*. 6(1): 1618- 1627.
- Ebele, A. J., Abdallah, M. A. E., & Harrad, S. (2017). Pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in the freshwater aquatic environment. *Emerging contaminants*, 3(1), 1-16.
- Jiménez Cartagena, C. (2011). Contaminantes orgánicos emergentes en el ambiente: productos farmacéuticos. *Revista lasallista de investigación*, 8(2), 143-153.
- Kolpin, D.W.; Furlong, F.T.; Meyer, M.T.; Thurman, E.M.; Zaugg, S.D.; Barber, L.B.; & Buxton, H.T. (2002). Pharmaceuticals, hormones, and other organism wastewater contaminants in US streams, 1999-2000 a national reconnaissance. *Environ Sci Technol* 36(6):1201-1211.
- Loera-González, M. A., Sánchez-Rodríguez, S. H., Castro-Pastrana, L. I., Flores-de la Torre, J. A., & López-Luna, A. (2016). Ecofarmacovigilancia. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 47(1), 12-16.
- López, I.E; Vallejo, B.M; Plazas, C.E; Gómez, L.M; y Barbosa, H. de J. (2016) Estudio del impacto ambiental de medicamentos de control especial en Bogotá, Colombia. Caso de estudio: Lorazepam. *Gestión y Ambiente* 19 (1): 34-47
- Picó, Y., Alvarez-Ruiz, R., Alfarhan, A. H., El-Sheikh, M. A., Alshahrani, H. O., & Barceló, D. (2020). Pharmaceuticals, pesticides, personal care products and microplastics contamination assessment of Al-Hassa irrigation network (Saudi Arabia) and its shallow lakes. *Science of The Total Environment*, 701, 135021.
- Pizarro-Aguilar, Y., Ordoñez-Santander, J., Mackliff-Jaramillo, C., Medina-Preciado, A., & Segura-Osorio, M. (2019). Ecofarmacovigilancia y la determinación del diclofenaco sódico mediante electroanálisis. *Revista Ciencia UNEMI*, 12(31), 54-63.
- Quijano Prieto, D.M. (2016) Impacto ambiental de los medicamentos. Una aproximación desde el pensamiento ambiental. Universidad Nacional de Colombia.

Roberts, P.; Thomas, K. (2006). The occurrence of selected pharmaceuticals in wastewater effluent and surface waters of the lower Tyne catchment. *Sci Total Environ* 356:143-153.

Robledo, V.H.; Velázquez, M.A.; Montañez, J.L.; Pimentel, J.L.; Vallejo, A.A.; López, M.D., & González J.V. (2017). Hidroquímica y contaminantes emergentes en aguas residuales urbano industriales de Morelia, Michoacán, México. *Rev Inter Contam Ambient.* 33(2): 221-235.

Santiago-Martín, A., Meffe, R., Teijon, G., Hernández, V. M., Lopez-Heras, I., Alonso, C. A., & de Bustamante, I. (2020). Pharmaceuticals and trace metals in the surface water used for crop irrigation: Risk to health or natural attenuation?. *Science of The Total Environment*, 705, 135825.