

Ecofarmacovigilancia

El efecto de los medicamentos sobre el medio ambiente

Juan Saulo González-González
Profesor investigador de la Universidad de la Cañada, Oaxaca, México

Los medicamentos se emplean para tratar y prevenir enfermedades, lo cual ha permitido salvar millones de vidas. Sin embargo, su uso excesivo se ha empezado a convertir en un problema ambiental, debido a su efecto contaminante, principalmente en el medio acuático.

La ecofarmacovigilancia se define como la "ciencia y actividades relativas a la detección, evaluación, comprensión y prevención 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" (Castro-Pastrana *et al.*, 2015).

Fuentes de fármacos como contaminantes

El origen de los fármacos como contaminantes en las aguas residuales provienen de fuentes domésticas, hospitalarias, industriales y agropecuarias (Tomasini y Macías-Paredes, 2023):

- Las fuentes domésticas incluyen los fármacos y sus metabolitos, que son depositados en el drenaje como consecuencia del proceso de excreción de los mismos después de utilizarlos como parte de un tratamiento médico. También se incluyen los medicamentos que son desechados de manera inadecuada en el drenaje y en la basura.
- Los hospitales vierten al drenaje restos de los medicamentos que se utilizan diariamente como parte de sus actividades.
- La industria farmacéutica genera desechos como parte de los procesos de

limpieza de los equipos y de la fabricación de medicamentos.

- Las fuentes agropecuarias incluyen los fármacos y sus metabolitos excretados por los animales a los que se les ha administrado algún medicamento veterinario.

Es importante mencionar que la mayoría de plantas de tratamiento no son capaces de tratar los desechos de medicamentos porque normalmente no habían sido considerados como contaminantes.

Principales grupos de fármacos encontrados en aguas residuales

Los grupos de fármacos encontrados con más frecuencia en las aguas residuales están directamente relacionados con los principales padecimientos de la población (Quesada, 2009). Los principales tipos de fármacos presentes como contaminantes en el agua o el suelo se muestran en la tabla 1.

Las propiedades de los fármacos que se toman en cuenta al evaluar su afinidad para depositarse en el ambiente son (Castro-Pastrana *et al.*, 2015):

- Solubilidad acuosa: los fármacos más hidrosolubles se acumulan menos y se degradan más fácilmente.
- Adsorción: fármacos con alto coeficiente de adsorción se depositan con mayor facilidad en el suelo y pueden ser arrastrados a los cuerpos de agua.
- Biodegradación aerobia o por microorganismos: influye en la vida media ambiental, es decir, el tiempo que tarda la concentración del fármaco en reducirse a la mitad.
- Bioacumulación: se refiere a la capacidad que tienen los fármacos para acumularse en los organismos.
- Ecotoxicidad: es la toxicidad aguda o crónica propia de los fármacos sobre los organismos.





Tabla 1

Principales tipos de fármacos encontrados frecuentemente en el ambiente

Tipo de fármaco	Usos	Ejemplos
Analgésicos-antiinflamatorios no esteroideos	Tratamiento de dolor, inflamación y fiebre	Ibuprofeno, metamizol, paracetamol
Antibióticos	Tratamiento de infecciones por bacterias	Eritromicina, levofloxacino, sulfametoxazol, oxitetraciclina
Antiácidos	Inhibición de la acidez gástrica estomacal	Esomeprazol, lansoprazol y pantoprazol
Corticosteroides	Antiinflamatorios	Dexametasona, prednisona
Antidepresivos	Tratamiento de la depresión	Fluoxetina
Antihipertensivos	Tratamiento de la hipertensión arterial	Atenolol, propanolol y metoprolol
Reguladores lipídicos	Disminución de los niveles sanguíneos de colesterol y triglicéridos	Benzafibrato, clofibrato, fenofibrato
Hormonas esteroideas	Anticonceptivos y tratamientos de deficiencia hormonal	Estradiol, testosterona, α -etinilestradiol

6

Consecuencias de la presencia de fármacos en el ambiente

Las concentraciones de los fármacos y sus metabolitos en las aguas residuales no constituyen, normalmente, un riesgo para los humanos, sin embargo, su clasificación como contaminantes surge debido a sus efectos sobre las diferentes especies animales que están expuestos a ellos, al estar en contacto directo con los cuerpos de agua contaminados. Los fármacos y sus metabolitos afectan los sistemas reproductivos en peces (feminización en peces macho por exposición a hormonas sexuales). Además, ciertas especies de buitres han sido afectadas ya que, al alimentarse de ganado muerto tratado con ibuprofeno, desarrollan insuficiencia renal y mueren. Estas situaciones contribuyen a la reducción de las especies y al posible desequilibrio ecológico de los ecosistemas (Torelló, 2018).

La presencia de pequeñas cantidades de antibióticos en los cuerpos de agua puede contribuir al desarrollo de resistencia a antibióticos de bacterias patógenas patógenas (Tejada *et al.*, 2014).

Los efectos sobre los humanos deben estudiarse como consecuencia de la exposición crónica a los contaminantes.

Estrategias para disminuir la contaminación por medicamentos

Algunas estrategias planteadas para disminuir la contaminación por medicamentos son:

- Realizar las modificaciones en las leyes y normas para clasificar a los medicamentos como contaminantes y establecer límites permitidos.
- Mejorar los sistemas de detección y monitoreo de contaminantes.

- Desarrollar métodos de tratamiento para los contaminantes más dañinos.
- Evitar el sobreconsumo de medicamentos.
- Realizar la disposición correcta de los medicamentos caducados.
- En la medida de lo posible, los médicos deben preferir el tratamiento con fármacos ecoamigables cuando existan varias opciones terapéuticas para un mismo padecimiento.
- En la medida de lo posible, considerar el diseño de fármacos ecoamigables.

Conclusión

La contaminación por fármacos es una problemática actual que va en aumento debido al uso excesivo de medicamentos. Es necesario abordar este problema desde diferentes perspectivas para reducirlo y evitar el daño a los ecosistemas acuáticos.

Referencias

- 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.
- Quesada, P. I., Jáuregui, H.U. J., Wilhelm, A. M., & Delmas, H. (2009). Contaminación de las aguas con productos farmacéuticos. Estrategias para enfrentar la problemática. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 40(3), 173-179.
- Tejada, C., Quiñonez, E., & Peña, M. (2014). Contaminantes emergentes en aguas: metabolitos de fármacos. Una revisión. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 10(1), 80-101.
- Tomasini, A., & Macías-Paredes, C. (2023). ¿Por qué los fármacos son contaminantes del ambiente?. *Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería*, (129), 48-55.
- Torelló, F. E. (2018). Efectos de los medicamentos en el medio ambiente. *MoleQla: revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide*, (28), 5.

