

 Ciencia más tecnología

# La peligrosidad de los fármacos para el ambiente

Algunos medicamentos psiquiátricos, antihistamínicos y reguladores de grasas representan un riesgo para la naturaleza

11 NOV 2020 Ciencia y Tecnología



Los fármacos podrían representar una de las principales amenazas para el medio ambiente. Por eso, el Centro de Investigación en Contaminación Ambiental de la UCR lidera un proyecto que investiga la ocurrencia y ecotoxicidad de estas sustancias.

Karla Richmond

---

Los medicamentos son aliados de la salud, pues tratan síntomas y enfermedades. Probablemente, en la coyuntura actual de pandemia, seamos más conscientes de su importancia en la vida cotidiana.

Sin embargo, como cualquier producto que se ingiere, **el cuerpo debe desechar los fármacos en algún momento y, por medio de las aguas residuales, terminan expuestos al medio ambiente.** Lo mismo ocurre con los medicamentos vencidos que se desechan en el basurero o por las tuberías.

Por esta razón, investigadores de la Universidad de Costa Rica (UCR) **analizaron los compuestos farmacéuticos más peligrosos para el medio ambiente.** El proyecto en el cual se efectúan tales estudios se llama “CEmerge - Contaminantes emergentes: monitoreo y diseño de estrategias para la mitigación de su impacto ambiental” y es liderado por el Centro de Investigación en Contaminación Ambiental ([CICA](#)).

Según expresó el coordinador del proyecto, el microbiólogo Carlos Rodríguez Rodríguez, la población costarricense no está muy familiarizada con los **contaminantes emergentes.** De manera que surge la necesidad de estudiar la presencia de compuestos químicos potencialmente peligrosos —como es el caso de los fármacos— para los **microorganismos que están en contacto con aguas residuales del país.**

Asimismo, los **microplásticos o productos de cuidado personal** (como bloqueadores o maquillaje) también se denominan contaminantes emergentes, pues su vertido en el agua puede suponer un grave problema ambiental. A la fecha, tales artículos casi **no han sido investigados o regulados.**

**“Este es un primer acercamiento a nivel regional para detectar fármacos en el ambiente.** Pero si pensamos en la cantidad de compuestos que se utilizan podemos estar hablando de varios cientos, tal vez miles, porque hay mucha variedad. Hay antibióticos analgésicos, psiquiátricos, reguladores de lípidos, etc.”, comentó el Dr. Rodríguez.

“Ocurrencia de fármacos, evaluación de peligrosidad y ecotoxicológica en plantas de tratamiento de aguas residuales en Costa Rica” es el nombre del primer [artículo publicado](#) en la revista *Science of the Total Environment*. El estudio plasmado en dicho documento se concentra en muestras de 11 plantas de tratamiento de aguas residuales de origen doméstico, industrial, hospitalario y de rellenos sanitarios.

**Este es el primer monitoreo cuantitativo de fármacos en plantas de tratamiento de aguas residuales en Centroamérica.**

“Los fármacos de consumo humano son contaminantes ambientales de gran importancia. Por eso, la gente no debería tirar pastillas sin usar o vencidas y tampoco sobredosificarse con ellas”, señaló Rodríguez.

**Las principales consecuencias de que estas sustancias sean liberadas al medio ambiente implican un desequilibrio, pues pueden provocar alteraciones en las comunidades de microorganismos, tanto acuáticas como terrestres.**

## Amenaza presente

“Uno no puede hablar de que hay una problemática si no hay números que lo demuestren”, indicó Rodríguez.

Para realizar dicho estudio, lo primero que se hizo fue desarrollar **una metodología analítica para cuantificar fármacos en aguas de plantas de tratamiento residual** de San José, Alajuela, Heredia, Cartago, Puntarenas y Limón.

El método permite cuantificar **70 fármacos** en muestras de agua, por medio de una tecnología conocida como multiresidual. Esto significa que, a partir del procesamiento de una única muestra, el método puede detectar esos 70 productos de una sola vez.

“Cada uno va a generar una señal en los equipos. Es una metodología que se cuantifica por medio de cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas. La implementación analítica de este método nos llevó un año”, comentó el investigador.

**De los 70 fármacos, 33 fueron detectados en las aguas residuales analizadas.** Estas 33 moléculas se pueden dividir en distintos grupos terapéuticos. Entre ellos, **antibióticos, analgésicos antiinflamatorios no esteroideos (AINE), fármacos psiquiátricos, estimulantes del sistema nervioso central (SNC), reguladores de grasas y otros.**

No obstante, las variaciones de esos compuestos principales pueden depender del origen del agua residual, ya que no es lo mismo una planta de tratamiento de aguas domésticas que una de origen hospitalario. Asimismo, la frecuencia de la identificación de estos no fue la misma en las muestras del agua previo al tratamiento que posterior a él.



La costumbre de desechar los medicamentos al basurero o a las tuberías es una de las principales razones por las que estos contaminantes emergentes terminen en la naturaleza. Karla Richmond

---

De manera que, antes de que el agua pasara por las plantas de tratamiento, las sustancias encontradas con mayor frecuencia fueron, de mayor a menor, la 1,7-dimetilxantina

(producto de transformación de la cafeína), cafeína y los analgésicos acetaminofén, naproxeno e ibuprofeno.

**Luego del tratamiento de las aguas residuales, se hallaron 30 de los fármacos. En este caso, los más frecuentes fueron la cafeína, naproxeno y gemfibrozil (regulador de grasas), seguidos por el ibuprofeno y el 1,7-dimetilxantina.**

“Los resultados que tengamos a la salida de la planta son los más importantes, porque después de ahí van a quedar expuestos en el ambiente”, enfatizó el microbiólogo.

## Riesgo ocurrente

La investigación efectuada presenta un aspecto novedoso: **la determinación del cociente de peligrosidad**. Este indicador permite estimar cuáles son los compuestos más peligrosos desde el punto de vista ambiental, ya que —como señaló Rodríguez— no necesariamente la sustancia que se encontró con más frecuencia va ser la más dañina.

De hecho, los fármacos que representan la mayor peligrosidad para el ambiente después del tratamiento residual son la risperidona (psiquiátrico), difenhidramina (antihistamínico), lovastatina (regulador de grasas) y fluoxetina (psiquiátrico).

“Uno esperaría que los compuestos del agua tratada se diluyan al ser liberados al ambiente y que su peligrosidad disminuya, esto dependería de su concentración. Sin embargo, el índice de peligrosidad se determina al considerar la ecotoxicología, que valora el riesgo de las sustancias de causar daño a los organismos del ecosistema”, agregó el especialista.

La ecotoxicología estudia el efecto de los compuestos químicos tóxicos en los ecosistemas naturales.

Si bien es cierto, se pueden identificar compuestos de alta peligrosidad, pero sus efectos en el ambiente son difíciles de predecir. **Las consecuencias dependen de complejas interacciones entre todos los fármacos y otros compuestos tóxicos presentes en las aguas residuales o en los cuerpos de agua.**

“En términos generales, se han observado alteraciones en la capacidad reproductiva, así como una afectación en el crecimiento de los organismos (plantas y otros). Además, en el caso particular de los antibióticos, siempre existe el potencial riesgo de la generación y distribución de genes de resistencia a antibióticos en el ambiente”, comentó el Dr. Rodríguez.

## Contribución ambiental

Esta investigación forma parte de un proyecto premiado en el 2017 con fondos del Espacio Universitario de Estudios Avanzados ([Ucrea](#)) de la UCR, el cual promueve la investigación multidisciplinaria e innovadora. Consta de cinco etapas de implementación, de las cuales las dos primeras, correspondientes al desarrollo de la metodología analítica y al monitoreo de las fuentes potenciales de contaminación en el país, ya se ejecutaron.

En la tercera etapa, **se diseñan estrategias enfocadas en la degradación biológica y fisicoquímica de los residuos de fármacos**, ya sea, por medio de microorganismos o de procesos de oxidación avanzada. **Actualmente, se efectúa la cuarta fase**, que consiste en una evaluación ecotoxicológica para estimar el riesgo real de los efluentes monitoreados y la eficiencia de las estrategias de remediación diseñadas.

**“En esta fase queremos comprobar si los procesos de degradación son capaces de disminuir la toxicidad de la muestra original**, porque de nada vale eliminar la toxicidad de un compuesto si al final se genera un residuo más tóxico”, expresó Rodríguez.

Por último, se realizaron capacitaciones para implementar buenas prácticas en fincas de producción animal porcina (en Moravia y Coronado) y lechera (en Turrialba y zonas aledañas), gracias a que también se estudiaron aguas residuales ganaderas. Los resultados de los análisis serán publicados en los próximos meses.

En la investigación también colaboran el Instituto de Investigación en Educación ([INIE](#)), la [Escuela de Trabajo Social](#), la [Escuela de Ingeniería Química](#) y la [Estación Experimental de Ganado Lechero Alfredo Volio Mata](#) de la UCR. Igualmente, la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Barcelona y el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Barcelona, España, apoyan la iniciativa.





## Monitoreo de fármacos en aguas residuales\*

### ¿Qué?

-Proyecto CEmerge → Contaminantes emergentes: monitoreo y diseño de estrategias para la mitigación de su impacto ambiental.

-Liderado por el Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) de la UCR.

-Valora la ocurrencia, la peligrosidad y la ecotoxicidad de los compuestos farmacéuticos presentes en aguas residuales del país.

### ¿Dónde?

-En 11 plantas de tratamiento de aguas residuales en San José, Heredia, Alajuela, Cartago, Puntarenas y Limón.

-Las aguas residuales son de origen doméstico, industrial, hospitalario y de vertederos.

### ¿Por qué?

-Los fármacos son contaminantes emergentes, cuyo desecho puede suponer un problema sanitario y ambiental.

-La mayoría de la población costarricense desconoce esta problemática.

-Se debe generar conciencia de que los fármacos no se pueden desechar en el basurero o en desagües.

### ¿Para qué?

-Los datos recolectados pueden influir en la toma de decisiones respecto a la mejora de la infraestructura de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el país.

-Identificar los fármacos de mayor peligrosidad ambiental para ser potencialmente incluidos en la reglamentación de vertido de aguas en ecosistemas acuáticos.

\*Correspondiente a la primera investigación publicada del proyecto CEmerge.

Fuente: Dr. Carlos Rodríguez Rodríguez, coordinador e investigador del CICA-UCR.

## Fármacos más peligrosos para el medio ambiente

De mayor a menor, estos son los compuestos químicos más peligrosos para el medio ambiente. Se encontraron en aguas residuales del país, posterior a su paso por las plantas de tratamiento, según la primera publicación del proyecto CEmerge.

**1. Risperidona:** antipsicótico. Generalmente, se utiliza para tratar la esquizofrenia y el trastorno bipolar.

**2. Difenhidramina:** antihistamínicos. Sirven para controlar las alergias.

**3. Lovastatina:** regulador de grasas, como el colesterol.

**4. Fluoxetina:** de uso psiquiátrico en trastornos obsesivos compulsivos, la depresión y ataques de pánico, entre otros.

**5. Trimetoprima:** antibiótico, principalmente contra las infecciones urinarias.

[Valeria García Bravo](#)

Asistente de Prensa, Oficina de Divulgación e Información

[valeria.garcia@ucr.ac.cr](mailto:valeria.garcia@ucr.ac.cr)

**Etiquetas:** [ecotoxicología](#), [contaminación](#), [ambiente](#), [fármacos](#), [aguas residuales](#), [cica](#).