

Actualidad desde la ciencia

Licencia de contenido de Pexels

Espejismos envenenados : El desafío del agua contaminada por plaguicidas

García-Ríos, L. M.¹, Sánchez-Pacheco, L. A.¹
Pulido-Muñoz, M. E.², Toledo-Ibarra, G. A.^{2*}

La contaminación afecta diversas matrices ambientales, como el agua, vital para plantas, animales, y seres humanos, impactando negativamente a la salud ambiental y humana. Hoy en día se utilizan una gran variedad de plaguicidas en la agricultura y para el control de vectores que transmiten enfermedades. Sin embargo, su uso puede ocasionar efectos adversos a la salud de la población y al ambiente. Medidas como prácticas agrícolas sostenibles, manejo integral de plagas y regulaciones estrictas son esenciales para minimizar el uso de plaguicidas y sus efectos negativos. Por lo cual, en el presente artículo abordaremos el tema de plaguicidas, como llegan a los ecosistemas acuáticos y cuáles son los riesgos a la salud humana y ambiental. Finalmente, mencionaremos algunas estrategias para evitar la contaminación del agua por plaguicidas.

Palabras clave:

Ambiente, contaminación, salud.



¹ Licenciatura en Biomedicina Ambiental Traslacional, Universidad Autónoma de Nayarit, Calle Tres S/N. Colonia Cd. Industrial, 63173, Tepic, Nayarit.

^{2*} Laboratorio Nacional para la Investigación en Inocuidad Alimentaria (LANIA)-Unidad Nayarit Universidad Autónoma de Nayarit. Calle Tres S/N. Colonia Cd. Industrial, 63173, Tepic, Nayarit.

*Autora de correspondencia:

Gladys Alejandra Toledo-Ibarra, Laboratorio Nacional para la investigación en Inocuidad Alimentaria (LANIA)-Unidad Nayarit. Universidad Autónoma de Nayarit. Calle Tres S/N. Colonia Cd. Industrial, 63173, Tepic, Nayarit. Teléfono (311) 144 6968. E-mail: gladys.toledo@uan.edu.mx

Recibido: 11 de marzo de 2025

Aceptado: 10 de abril de 2025

Publicación: 30 de octubre de 2025



Cómo citar este artículo:

García-Ríos, L. M., Sánchez-Pacheco, L. A., Pulido-Muñoz, M. E., Toledo-Ibarra, G. A. (2025) Espejismos envenenados: El desafío del agua envenenada por plaguicidas, Revista Pardalis, 1, e0014

Hoy en día, la contaminación del agua por plaguicidas es una de las problemáticas ambientales de mayor preocupación a nivel mundial. En la actualidad, los plaguicidas son usados en la agricultura, ganadería, salud pública y en el sector industrial; su uso excesivo ocasiona daños graves al medio ambiente, por ejemplo, cuando los desechos de los plaguicidas se filtran en los cuerpos acuíferos, a través de lluvia o por el escurrimiento de agua. Una vez que estos contaminantes llegan a los cuerpos de agua, comienzan a afectar la calidad de esta, ocasionando un daño a la salud de la vida acuática de ese lugar (desde microorganismos hasta peces, aves, anfibios, reptiles, entre otros). Así mismo, pudiendo estar en riesgo la salud de los seres humanos, al tener en una exposición crónica, principalmente por nuestra necesidad de este recurso vital para nosotros.



Licencia de contenido de Pexels

Licencia de contenido de Pexels

Contaminación del Agua

La contaminación se considera como la introducción de sustancias o agentes nocivos en el medio ambiente, rompiendo el equilibrio natural que existe en este, a su vez, causando un cambio adverso en el entorno natural, lo que resulta en efectos negativos sobre la salud humana, los ecosistemas y la biodiversidad. La contaminación en el medio ambiente actualmente representa uno de los desafíos más serios y preocupantes a nivel mundial. Esta problemática afecta a diversas matrices ambientales, como lo son el aire, el agua y el suelo, la cual puede originarse por diversas fuentes incluyendo las actividades industriales, agrícolas, ganaderas, domésticas y de transporte.

De manera puntual, la contaminación del agua hace referencia a la introducción de sustancias nocivas, particularmente a cuerpos acuíferos como lo son ríos, lagos, océanos y aguas subterráneas, hasta volverse no apta para la vida. Dichos contaminantes pueden provenir de una variedad de fuentes incluidas las actividades humanas.

En este sentido, los contaminantes del agua pueden ser de diferentes tipos:

Contaminantes biológicos: Estos pueden ser microorganismos como bacterias, virus y parásitos que pueden provenir de aguas residuales, y estos pueden causar enfermedades si el agua contaminada se ingiere o entra en contacto con la piel.

Contaminantes físicos: Son contaminantes de origen antropogénico que incluyen tanto materiales sólidos, como lo son plásticos, vidrio, metal y otros desechos que pueden terminar en el agua debido a diversas actividades humanas como lo es la basura mal gestionada.

Contaminantes térmicos: Cuando existe un aumento de la temperatura del agua, que puede ser causado por descargas de agua caliente desde fuentes industriales o centrales eléctricas, lo que puede alterar los ecosistemas acuáticos y afectar a las especies que dependen de temperaturas específicas.

Contaminantes radiactivos: Tales como el uranio, el cesio y el estroncio, que pueden provenir de desechos nucleares o actividades industriales relacionadas con la radiación.

Contaminantes químicos: Estos pueden ser productos químicos industriales, como metales pesados, solventes orgánicos, productos farmacéuticos, los productos químicos de uso personal. Así como también los fertilizantes agrícolas y los plaguicidas, que pueden ser usados en actividades económicas como agricultura o ganadería, o en actividades de salud pública para el control de vectores.

¿Qué son los plaguicidas?

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), podemos definir a los plaguicidas como cualquier sustancia o mezcla de sustancias con ingredientes químicos o biológicos destinados a



repeler, matar o controlar cualquier plaga (como son insectos o roedores) o a regular el crecimiento de las plantas (malezas). Estos se utilizan ampliamente en la agricultura, jardinería y salud pública, para proteger cultivos, prevenir enfermedades transmitidas por insectos, mantener espacios públicos libres de malezas, al igual que controlar plagas en cultivos y hogares.

Sin embargo, aunque estos tienen un impacto positivo, también generan consecuencias negativas, esto se ha evidenciado principalmente en el medio ambiente desde el inicio de su uso, lo cual ha generado una creciente preocupación en los últimos años debido a la contaminación que causan en distintas matrices ambientales. Una de ellas es el agua, lo que representa un problema serio que requiere medidas

efectivas de gestión y regulación para proteger nuestros recursos hídricos, así como la salud humana y ambiental.

Actualmente, se utilizan más de 1,000 plaguicidas en todo el mundo, debido a esto, hay muchas formas de clasificarlos, según la OMS, basada en la toxicidad aguda, podemos encontrar clase Ia (Muy tóxico), clase Ib (Muy peligroso), clase II (Nocivo), clase III (Cuidado, poco peligroso) y clase IV (Cuidado, normalmente no ofrece peligro). Sin embargo, la manera más fácil de clasificar los plaguicidas es mediante el uso que se les da; estos son insecticidas, herbicidas, fungicidas y rodenticidas (Figura 1).

Insecticidas: Utilizados para controlar insectos como lo son la mosca de la fruta, los mosquitos o las polillas. Existe una gran diversidad química de insecticidas, por



Figura 1. Tipos de plaguicidas según el uso al que están destinados

su grupo químico podemos mencionar insecticidas organofosforados (clorpirifos, metamidofos, paratión metílico, dimetoato, malatión, diazinón y diclorvos), piretroides (cipermetrina, permetrina y deltametrina), carbamatos (carbofuran, metomilo, oxamil y carbaril) y organoclorados (dicofol, endosolfan y pentaclorofenol).

Herbicidas: Utilizados para controlar o eliminar plantas no deseadas, también conocidas como malezas o musgos. Los herbicidas pueden ser selectivos (afectan solo a ciertos tipos de plantas) o no selectivos (afectan a todas las plantas). En cuanto a los herbicidas que se comercializan podemos mencionar fosfometilglicinas, clorfenoxis y bipiridilos.

Fungicidas: Utilizados para controlar hongos que pueden dañar cultivos o plantas. De estas sustancias, se utilizan diversos grupos químicos, como son los benzimidazoles, ditiocarbamatose inorgánicos. Otros fungicidas que se utilizan en menor proporción son dimetomorf, tiazoles, oxazolidinedionas, amidas, benzotiadiazoles, benzo-tiazoles, clorobenceno, fosfonatos, hidroxianilidas, imidas, imidazoles, nitroanilinas, tiocarbamatos triazínicos, zoxamidas, ftalamidas, zinc y etilén-bis-ditiocarbamato de manganeso.

Rodenticidas: Utilizados para controlar roedores como ratas y ratones que pueden causar daños a los cultivos o transmitir enfermedades. Existen los rodenticidas de acción rápida: fosfuro de zinc, sulfato de talio, fluoroacetato

de sodio, escila roja, carbonato de bario, sulfato de estricnina, Alfa -naftil- tiourea y tiosemicarbazida. Así como los de acción lenta, tales como la walfarina.

¿Cómo llegan los plaguicidas al agua?

Los plaguicidas pueden llegar al agua de distintas maneras, principalmente a través de procesos de transporte y dispersión que ocurren después de su aplicación en diferentes áreas como lo es la agricultura, ganadería, campañas de salud pública y uso doméstico (Figura 2).

Debido a la diversidad de productos, amplio uso y características físico-químicas, existen diversas vías de contaminación, como pueden ser:

Escurrentía superficial: Este es una de las formas más comunes, donde después de la aplicación de plaguicidas, parte del producto puede permanecer en la superficie del suelo, cuando llueve o se riega, el agua arrastra los plaguicidas hacia cuerpos de agua cercanos, como ríos, arroyos y lagos.

Filtración en suelo: Cuando los plaguicidas aplicados pueden infiltrarse en el suelo, una vez en este, los plaguicidas pueden moverse hacia capas más profundas, alcanzando eventualmente las aguas subterráneas. La velocidad y el grado de filtración dependen de factores como la porosidad del suelo, las características químicas del plaguicida y las condiciones climáticas de la zona en que se aplique este.

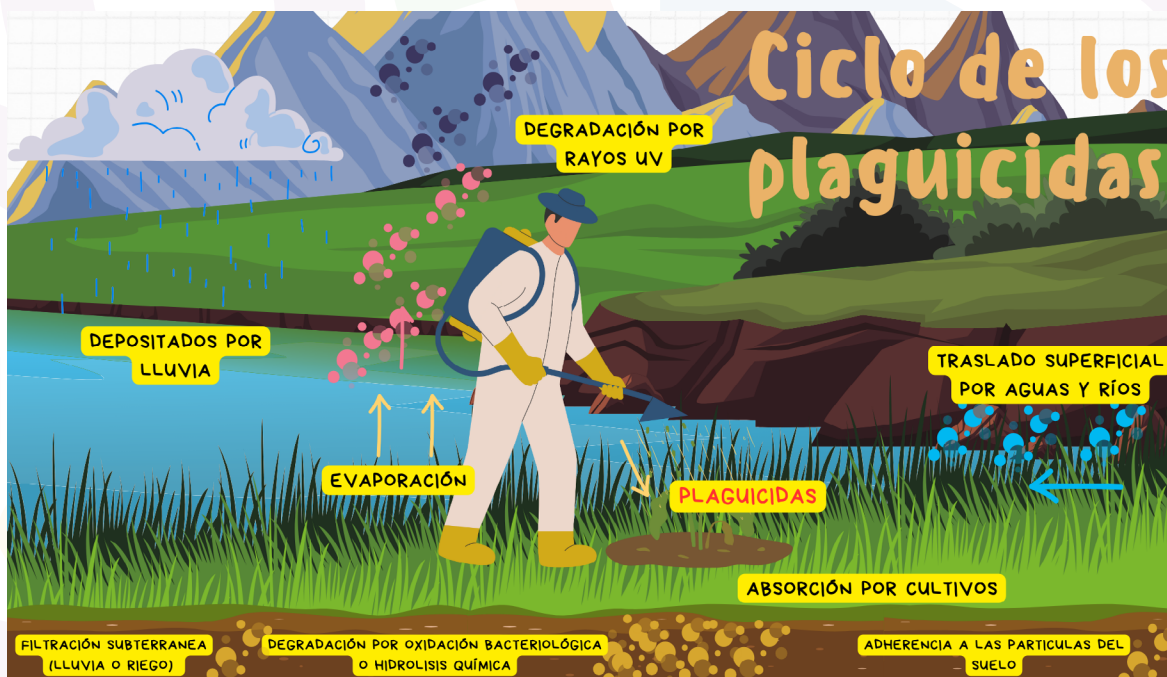


Figura 2. Vías de contaminación por plaguicidas a los cuerpos de agua

Deriva durante la aplicación: Durante la aplicación parte del producto puede dispersarse en forma de vapor o pequeñas gotas que se transportan mediante corrientes de aire hacia cuerpos de agua cercanos. Puede ocurrir específicamente en condiciones de viento o durante la aplicación aérea de plaguicidas.

Volatilización: En este proceso por el cual los plaguicidas pasan de su forma líquida o sólida a vapor y se liberan a la atmósfera, esto puede ocurrir desde las superficies de las plantas, el suelo o el agua después de la aplicación de estos.

Desbordamiento de depósitos o almacenamiento: En algunas ocasiones pueden entrar en cuerpos de agua debido a fugas, derrames o desbordamientos durante el transporte,

almacenamiento o manejo inadecuado de estos productos químicos. Siendo esta última una de las principales causas de contaminación y exposición humana.

¿Cuáles son los riesgos a la salud?

Los plaguicidas son sustancias contaminantes poco específicas, los cuales no afectan únicamente a la plaga para la cual fueron aplicados, al contrario, cualquier ser vivo que esté expuesto a estos contaminantes va a presentar efectos tóxicos a su salud.

A la salud ambiental:

Los plaguicidas pueden ser altamente tóxicos para la vida acuática, incluidos peces, crustáceos, insectos y otros organismos, la exposición a concentraciones letales o subletales de

plaguicidas puede provocar la muerte de organismos acuáticos y perturbar dichos ecosistemas, alterando la estructura y función de las comunidades biológicas.

Algunos plaguicidas pueden acumularse en los tejidos de los organismos acuáticos a lo largo del tiempo, a través de un proceso conocido como bioacumulación, resultando en niveles peligrosamente altos de plaguicidas en la cadena alimentaria, lo que potencialmente expone a los organismos superiores, incluidos los seres humanos, a concentraciones tóxicas de plaguicidas.

La escorrentía de plaguicidas desde campos agrícolas hacia cuerpos de agua puede provocar la contaminación de suelos y la exposición de organismos terrestres a niveles tóxicos de plaguicidas, esto puede afectar

negativamente a la biodiversidad, reducir la disponibilidad de hábitats para la vida silvestre y contribuir a la pérdida de la calidad del suelo y la productividad agrícola, entre otros efectos que se explican en la Figura 3.

A la salud humana:

Pueden ocurrir diversos efectos en la salud humana, especialmente cuando las personas están expuestas a estas sustancias de manera directa o indirecta a través del agua, los alimentos contaminados e incluso a través del medio ambiente. Los efectos pueden variar según el tipo de toxicidad que exista, sea aguda o crónica.

Toxicidad aguda: La exposición a bajas concentraciones de plaguicidas en el agua puede causar efectos agudos en la salud humana: como irritación de la piel



Figura 3. Efectos tóxicos ocasionados al ambiente por los plaguicidas.



y los ojos, náuseas, vómitos, dolor de cabeza, mareos e incluso convulsiones o la muerte en casos graves (Figura 4a).

Toxicidad crónica: La exposición a altos niveles de plaguicidas a lo largo del tiempo puede estar asociada con efectos crónicos en la salud humana: como problemas reproductivos, alteraciones del sistema endocrino, daño hepático, aumento del riesgo de cáncer y trastornos del desarrollo neurológico (Figura 4b).

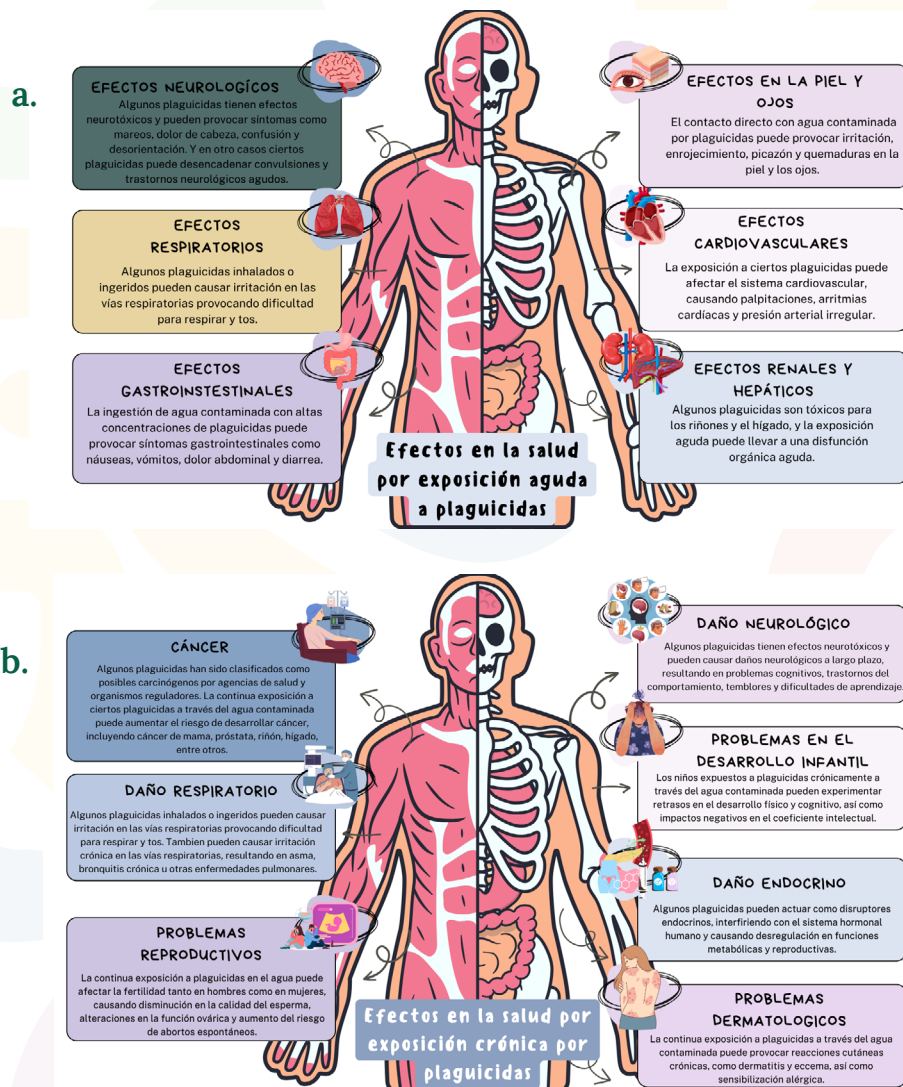


Figura 4. Efectos en la salud por exposición aguda (a) y crónica (b) a plaguicidas.

¿Cómo se puede evitar la contaminación del agua por plaguicidas?

Si bien los plaguicidas son sustancias ampliamente utilizadas para el combate de plagas que pueden causar diversos perjuicios o problemas, es necesario que el uso de estos se lleve a cabo de manera adecuada, con tiempos, concentraciones adecuadas y guiadas por expertos, por lo cual es fundamental promover el uso racional de plaguicidas.

En agricultura, se recomienda el triple lavado, la cual es una técnica de limpieza repetitiva, que se utiliza como primer paso para poder tener una adecuada disposición final de envases vacíos libres de plaguicidas, lo cual consiste en enjuagar 3 veces dicho envase (Figura 5).

Así mismo, se ha propuesto el uso de bioplaguicidas por ejemplo, el larvicida spinosad; derivado de dos moléculas producidas durante la fermentación de un actinomiceto del suelo, el cual puede tener una efectividad similar a los plaguicidas organofosforados convencionales. Además, de estrategias de bioremediación, mediante hongos y bacterias que toleran altas concentraciones de plaguicidas, lo que indica la posibilidad de bioremediación de suelos contaminados usando bioestimulación de estos microorganismos nativos (por ejemplo, la bacteria *Bacillus thuringiensis*).

En salud pública, los plaguicidas se utilizan principalmente para controlar vectores de enfermedades y otras plagas que pueden afectar la salud

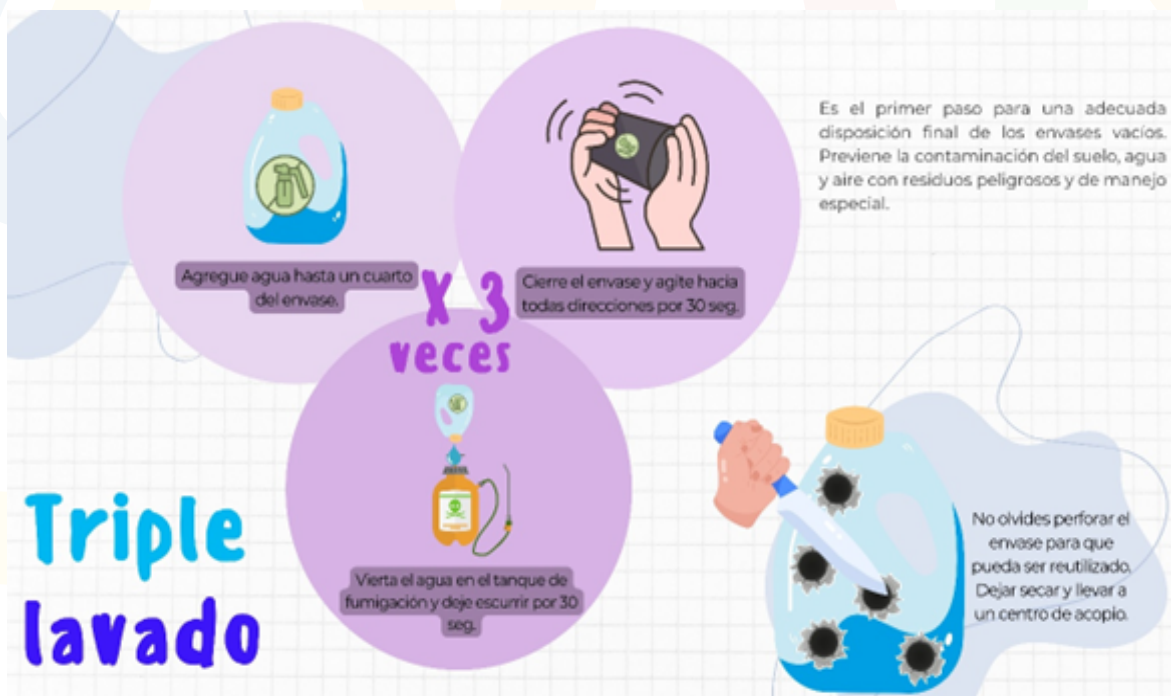


Figura 5. Triple lavado de envases.



humana. Una alternativa para esta problemática es el control físico como son las campañas de descacharrización, para poder eliminar los recipientes que puedan llegar a acumular agua para que no proliferen el vector.

Conclusión

La contaminación del agua por plaguicidas representa una seria amenaza para la salud ambiental y humana, estos pueden llegar a los cuerpos de agua a través de varios mecanismos. Una vez en el agua, estos contaminantes químicos pueden afectar negativamente a los ecosistemas acuáticos, además, la presencia de plaguicidas en las fuentes de agua potable plantea riesgos significativos para la salud humana, incluyendo efectos agudos y crónicos, como enfermedades del tipo crónico degenerativas, neurológicas, inmunológicas, hematológicas, endocrinas y reproductivas.

Además, es esencial implementar prácticas agrícolas sostenibles y medidas de manejo integrado de plagas para minimizar el uso de plaguicidas y sus impactos ambientales, incluyendo la selección de plaguicidas menos tóxicos y más específicos, el monitoreo regular de los niveles de plaguicidas en el medio ambiente, y la educación y capacitación de los agricultores sobre el uso seguro y eficiente de estos productos, protegiendo así la salud del medio ambiente y de la población humana.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

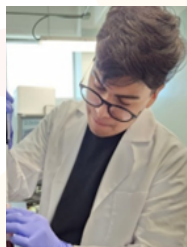
Lecturas recomendadas

» Organización Mundial de la Salud. (2022, 15 de septiembre). Residuos de plaguicidas en los alimentos. WHO. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>

» Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2025). PMP criterio 1: Clases Ia y Ib de la OMS. En Kit de herramientas para el registro de plaguicidas: Identificación de HHPs. FAO. Recuperado de <https://www.fao.org/pesticide-registration-toolkit/special-topics/highly-hazardous-pesticides-hhp/identification-of-hhps/hhp-criteria-1/es/>



**Laila Montserrat
García Ríos**



**Luis Alejandro
Sánchez Pacheco**

Estudiantes de la Licenciatura en Biomedicina Ambiental Traslacional (LIBAT), de la Universidad Autónoma de Nayarit.



**Dra. Gladys Alejandra
Toledo Ibarra**



**M en C. y L. V. Mirtha
Elena Pulido Muñoz**

Formación académica: Licenciatura en Químico Fármaco Biólogo y Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias por la Universidad Autónoma de Nayarit. Doctorado en Ciencias Biomédicas por la Universidad Nacional Autónoma de México. Experiencia profesional: Profesora de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Nayarit desde 2012. Docente en el programa académico de la Licenciatura en Biomedicina Ambiental Traslacional de la Universidad Autónoma de Nayarit. Integrante del laboratorio Nacional para la Investigación en Inocuidad Alimentaria (LANIIA). Líneas de investigación: Neuro-Inmuno toxicología de plaguicidas organofosforados, Evaluación de contaminantes clásicos y emergentes.

Licenciada en Comunicación y medios por la Universidad Autónoma de Nayarit, y maestra en Comunicación y Lenguajes Visuales por el Instituto en investigación en Comunicación y Cultura (ICONOS). Integrante del Laboratorio Nacional para la Investigación en Inocuidad Alimentaria (LANIIA), y docente en el programa académico de la Licenciatura en Biomedicina Ambiental Traslacional de la Universidad Autónoma de Nayarit. Áreas de interés: comunicación de la ciencia, divulgación científica y diseño editorial.



REFERENCIAS

- » Castillo, B. B., & Dueñas, C. A. M. (2023). Exposición a plaguicidas en Latinoamérica: Revisión Bibliográfica. *Revista de Ciencias Forenses de Honduras*, 9(1), 14-25. DOI: [10.5377/rcfh.v9i1.16389](https://doi.org/10.5377/rcfh.v9i1.16389)
- » Hüesker, F., & Lepenies, R. (2022). Why does pesticide pollution in water persist?. *Environmental Science & Policy*, 128, 185-193. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.11.016>
- » García Hernández, J., Leyva Morales, J. B., Martínez Rodríguez, I. E., Hernández Ochoa, M. I., Aldana Madrid, M. L., Rojas García, A. E., ... & Perera Rios, J. H. (2018). Estado actual de la investigación sobre plaguicidas en México. *Rev. Int. Contam. Ambie.* DOI: <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.esp01.03>
- » González-Arias, C. A., Robledo-Marenco, M. D. L., Medina-Díaz, I. M., Velázquez-Fernández, J. B., Girón-Pérez, M. I., Quintanilla-Vega, B., ... & Rojas-García, A. E. (2010). Patrón de uso y venta de plaguicidas en Nayarit, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 26(3), 221-228. Recuperado en 09 de septiembre de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992010000300005&lng=es&tlng=es.
- » Rajak, P., Roy, S., Ganguly, A., Mandi, M., Dutta, A., Das, K., ... & Biswas, G. (2023). Agricultural pesticides-friends or foes to biosphere?. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 10, 100264. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2023.100264>
- » Rodríguez Aguilar, B. A., Martínez Rivera, L. M., Peregrina Lucano, A. A., Ortiz Arrona, C. I., & Cárdenas Hernández, O. G. (2019). Análisis de residuos de plaguicidas en el agua superficial de la cuenca del río Ayuquila-Armería, México. *Terra Latinoamericana*, 37(2), 151-161. DOI: <https://doi.org/10.28940/terra.v37i2.462>