



# Agua en peligro: El arsénico la amenaza silenciosa



**arsénico**


**Samantha del Carmen Ibarra Morales**  
**Juan A. Ramírez Vázquez**  
**Cesar E. Damián Ascencio**  
**Adriana Saldaña Robles**

1180



# Agua en peligro: El arsénico la amenaza silenciosa

*El arsénico es la huella silenciosa de la  
contaminación*



**Cómo citar este artículo:** Ibarra-Morales SC, Ramírez-Vázquez JA, Damián-Ascencio CE, Saldaña-Robles A. 2025. Agua en peligro: El arsénico la amenaza silenciosa. Revista Ciencia y Naturaleza (1180).





*De la Tierra al agua: ¿De dónde viene el arsénico?*

**E**l arsénico (As) es conocido como una de las sustancias más tóxicas encontradas de manera natural en la corteza terrestre. Se encuentra en suelo y rocas, particularmente en aquellas de origen volcánico. Por otro lado, diversas actividades humanas, tales como, la minería, la agricultura y la sobreexplotación de acuíferos, contribuyen en gran medida a movilizar el arsénico en el medio ambiente. Se estima que el arsénico en agua afecta aproximadamente a 140 millones de personas a nivel mundial. Algunas de las actividades antropogénicas son, aguas residuales provenientes de la industria, curtido, fabricación de vidrio, agricultura, minería, entre otros.

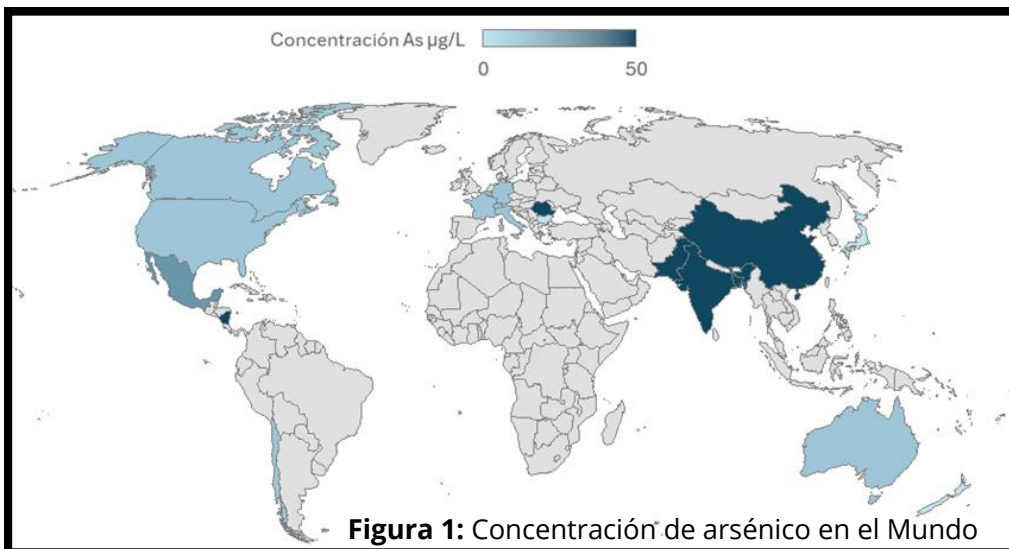


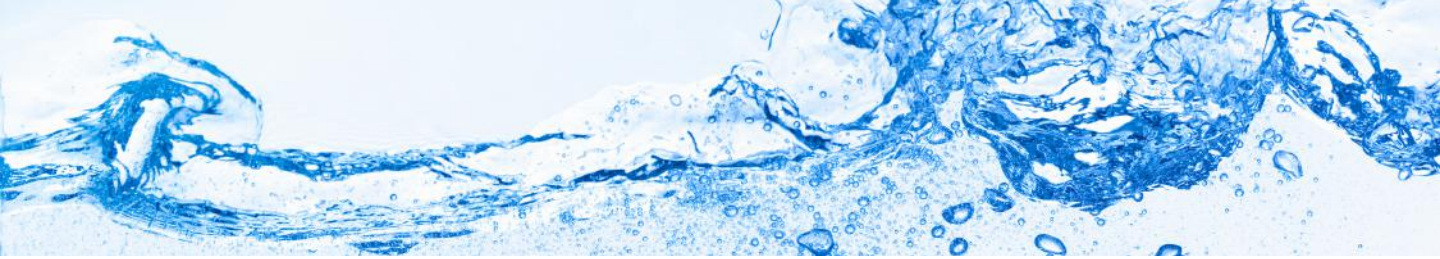
## *Arsénico y su huella en los ecosistemas y comunidades*

La presencia de contaminantes tales como arsénico en agua representan una amenaza crítica para la salud humana y el medio ambiente. La presencia de arsénico en agua representa un problema de salud pública a nivel mundial, especialmente en regiones donde su concentración supera el límite máximo establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 0.01 mg/L).

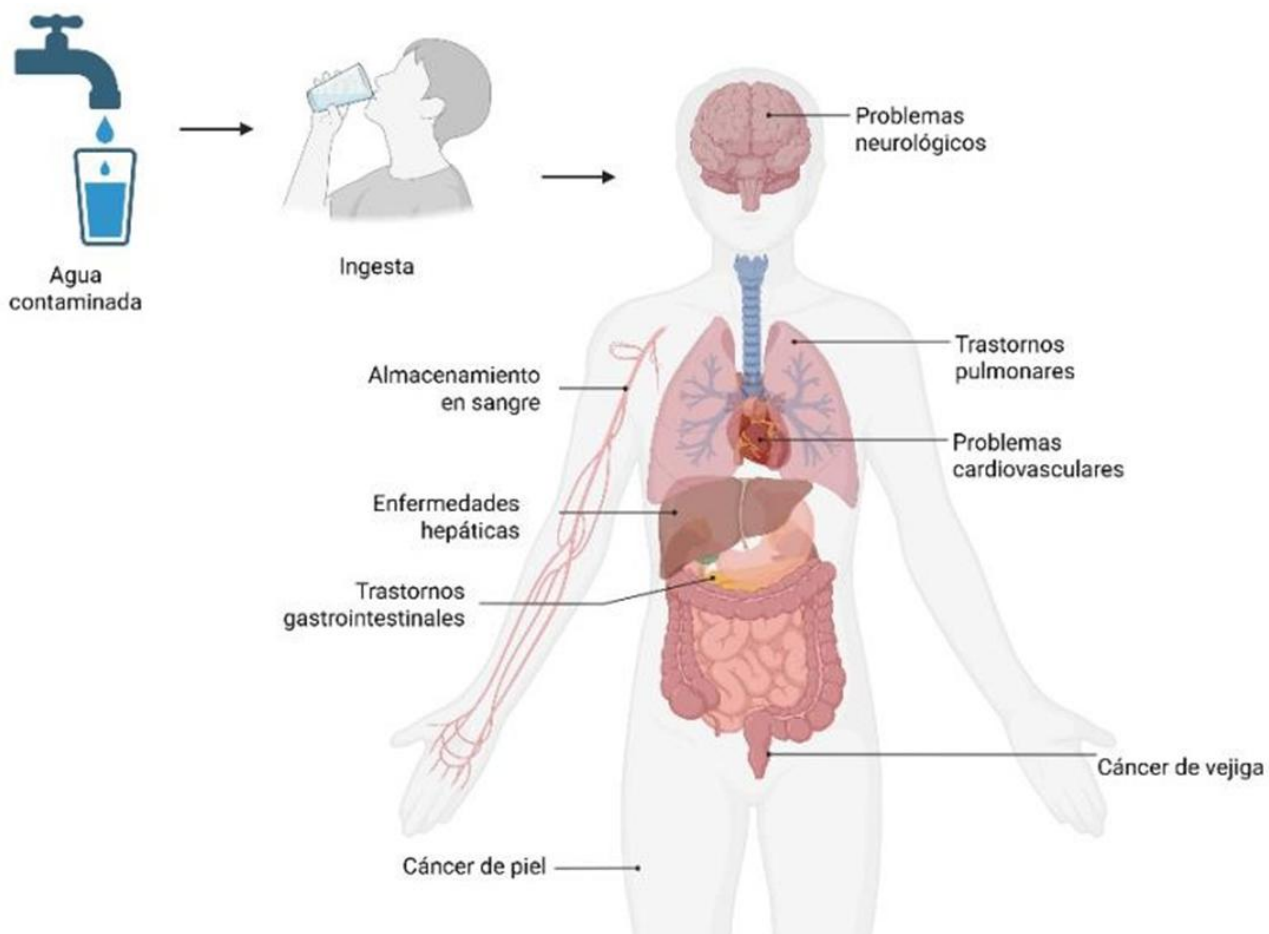


Países como China, Pakistán, Estados Unidos, Brasil, Bangladesh, Tailandia, India, México, Chile, Argentina, Pakistán, Vietnam, entre otros, que se han visto afectados debido a la contaminación por arsénico en agua subterránea (Figura 1), los cuales son comúnmente utilizadas para el riego de cultivos y preparación de alimentos. En 2021, se informó que la contaminación de arsénico en agua subterránea estaba distribuida en 107 países afectando aproximadamente a 230 millones de personas a nivel mundial.





Por otro lado, la toxicidad del arsénico en medios acuosos depende en gran medida de su forma química, estado de oxidación, pH y condiciones redox del medio acuoso. En algunas de estas condiciones, el arsénico puede ingresar con facilidad al organismo humano a través del consumo de agua contaminada. Una vez absorbido el arsénico en el tracto gastrointestinal, es distribuido por el torrente sanguíneo hacia distintos órganos donde puede acumularse, especialmente en hígado, riñones, pulmones, vejiga y piel (ver Figura 2). Destacando la piel, huesos y músculo como los órganos de mayor almacenamiento.



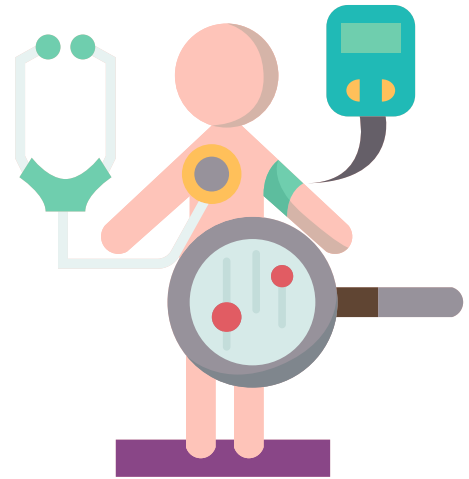
**Figura 2:** Impacto a la salud por ingesta de arsénico.



Con base en estudios toxicológicos y epidemiológicos, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha clasificado al arsénico y sus compuestos inorgánicos como cancerígenos para el ser humano. Esta información se sustenta con evidencia sólida que vincula la exposición prolongada al Arsénico con el desarrollo de cáncer de piel, pulmón, vejiga, riñón entre otros, particularmente en poblaciones expuestas a consumo de agua contaminada o alimentos irrigados con esta.



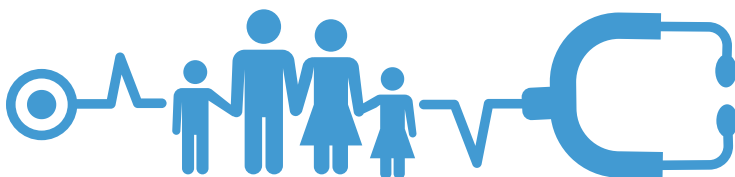
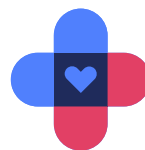
Los efectos en la salud pueden observarse a corto y largo plazo. A corto plazo (3 - 6 meses), también conocido como efecto agudo, se presentan, dolor abdominal, vómitos y diarrea, seguido de calambres musculares, entumecimiento y hormigueo. Por otro lado, los efectos a largo plazo (6 meses - 1 año) son presentados en caso de exposición prolongada al contaminante, es decir, por medio de consumo de alimentos e ingesta de agua contaminada. En los efectos a largo plazo, se suelen presentar principalmente cambios en la pigmentación de la piel, lesiones cutáneas y callosidades en las palmas de las manos o plantas de los pies.





## ¿Cómo limpiamos el arsénico? Soluciones existentes

La contaminación en agua por arsénico representa un riesgo al medio ambiente y a la salud de los seres humanos, lo cual ha contribuido a la generación de metodologías de saneamiento y remediación de alta eficacia debido a la complejidad química del arsénico. Debido a lo anterior es importante implementar sistemas eficientes y con alta capacidad para remover el arsénico, sin embargo, cada cuerpo de agua contaminado cuenta con diferentes características que requieren soluciones enfocadas en sus condiciones específicas.



En este contexto, la selección de la técnica de remoción de arsénico es muy importante para mejorar la calidad del agua. Existen diferentes técnicas de remoción tales como: coagulación, precipitación química, intercambio iónico, membranas, adsorción y absorción, estas técnicas suelen tener diferentes eficiencias de remoción (Ver Tabla 1).




**Tabla 1.** Tecnologías de saneamiento para remediar aguas con Arsénico.

Técnica	Objetivo	Eficiencia de remoción
<b>Adsorción</b>	Es un proceso fisicoquímico por el cual una sustancia que se encuentra presente en una fase móvil, líquida o gas, es retenida en la superficie de un material sólido, el cual es llamado adsorbente.	Alcanza remociones de Arsénico con una eficacia del 95.
<b>Intercambio iónico</b>	Proceso fisicoquímico en el cual, los iones de determinada especie son desplazados de un material insoluble intercambiado por otros iones identificados en la solución.	Alcanza remociones de 95 %, específicamente en pH entre 8 y 9 para Arsénico.
<b>Membranas</b>	Requieren el uso exclusivo de membranas semipermeables con la capacidad de permitir la filtración de agua y separación de los contaminantes. Identificadas con base al material o configuración física que contengan.	Eficiencia del 97 % en Arsénico.
<b>Coagulación</b>	Durante el proceso la adición de productos químicos, contribuyen a la neutralización del ión disuelto permitiendo la formación de partículas mayores que son eliminadas a través de filtración o sedimentación.	Eficiencia mayor al 90 % en Arsénico.
<b>Filtración</b>	El proceso consiste en la separación de partículas sólidas ó iones al atravesar un medio.	Eficiencia de remoción del 90 % de Arsénico.

## *El arsénico: una amenaza global y la búsqueda de un futuro sostenible*

El arsénico, al igual que otros contaminantes del agua, no conoce fronteras. Su presencia se suma a un panorama hídrico mundial cada vez más crítico, en el que conseguir agua limpia y segura se ha convertido en un reto creciente. Factores como la contaminación, la sobreexplotación y el cambio climático se entrelazan para agravar la situación, generando un escenario en el que los recursos hídricos disponibles no son suficientes para abastecer las necesidades humanas y ecosistémicas.



El acceso desigual al agua y al saneamiento es una realidad que impacta a más de dos mil millones de personas, especialmente en comunidades vulnerables donde cada vaso de agua puede representar un riesgo. Las consecuencias son devastadoras: enfermedades como la diarrea, el cólera o la disentería provocan la muerte de alrededor de 273 000 niños menores de cinco años cada año, y la falta de servicios básicos perpetúa ciclos de pobreza difíciles de romper.

La escasez se intensifica cuando una de cada diez personas no tiene certeza de contar con agua de calidad para cubrir sus actividades diarias. El crecimiento acelerado de las ciudades, el aumento poblacional y las sequías prolongadas, producto de un clima cada vez más extremo, obligan a competir por cada gota disponible.

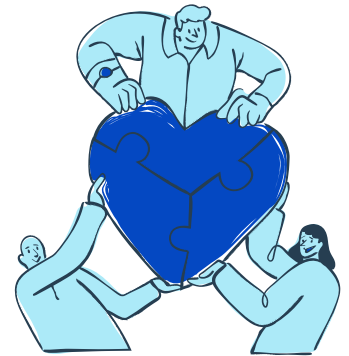


El sector agrícola, responsable de cerca del 70 % del uso de agua dulce en el planeta, contribuye a este estrés hídrico mediante prácticas inefficientes, ya que gran parte del recurso se pierde por evaporación, fugas o sistemas de riego obsoletos. Si estas prácticas no se transforman, la seguridad alimentaria se verá seriamente comprometida.

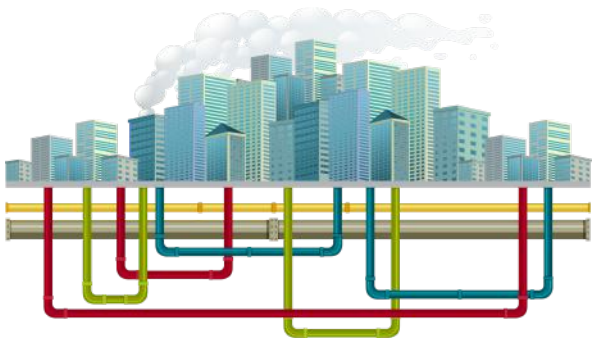




A esta presión se suma la descarga de aguas residuales sin tratamiento, esto es, ya que ocho de cada diez litros acaban en ríos y lagos, y esto envenena los ecosistemas acuáticos, reduce la disponibilidad de agua potable y obstaculiza el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

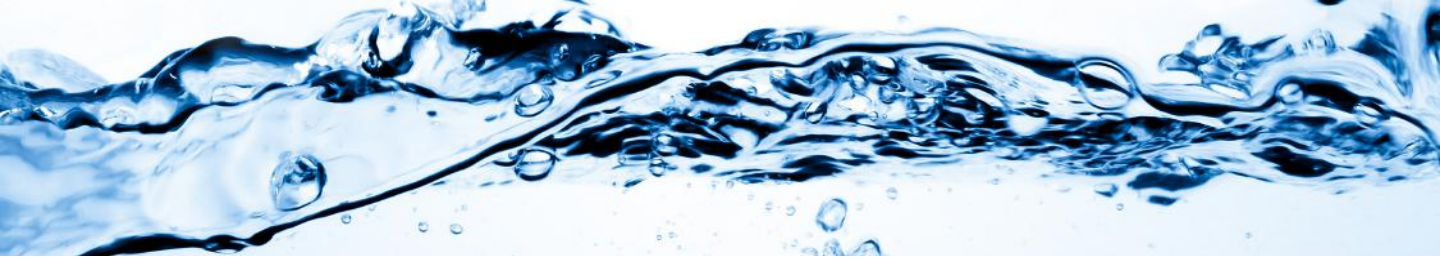


Frente a este panorama, la sostenibilidad hídrica exige un cambio profundo en la forma en que gestionamos y valoramos el agua. La implementación de sistemas integrales de gestión de recursos hídricos es clave para revertir la tendencia. Mejorar el saneamiento y la higiene podría salvar millones de vidas al año, y modernizar la agricultura mediante técnicas de riego eficientes permitiría reducir el desperdicio y garantizar una producción sostenible.



El tratamiento y reutilización de aguas residuales representa otra estrategia esencial para ampliar la disponibilidad de agua de calidad, mientras que la educación y la conciencia social pueden impulsar un cambio cultural hacia un uso responsable del recurso.

La crisis hídrica, aunque alarmante, ofrece una oportunidad única para replantear nuestra relación con la naturaleza.



Enfrentar el desafío del arsénico y otros contaminantes no solo implica resolver un problema de salud pública, sino también sentar las bases para un futuro en el que el acceso al agua limpia sea un derecho garantizado para todas las personas, preservando al mismo tiempo el equilibrio de los ecosistemas que sostienen la vida. 🍀



## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por la beca (2059388) to S.C. para realizar su Posgrado en Biociencias de la Universidad de Guanajuato.

## Para Consulta

- 🔹 Ghosh S, IgwegbeCA, Alhadji M, *et al.* 2025. Sustainable technologies for removal of arsenic from water and wastewater: A comprehensive review. *Journal of Molecular Liquids* 427(1): 1-29. [[Link](#)]
- 🔹 López-Porras G, Allard P. 2025. Making waves: Public health risks from arsenic in Mexico's water extraction practices. *Water research X* 26(1): 1-5. [[Link](#)]
- 🔹 Murtaza Chaudhary M, Hussain S, Du C. 2024. Arsenic in Water: Understanding the Chemistry, Health Implications, Quantification and Removal Strategies. *Chem Engineering* 78(8): 1-48. [[Link](#)]
- 🔹 Yi-Chen Q, Costa M. 2021. Arsenic: A Global Environmental Challenge. *Annual review of pharmacology and toxicology* 61(1): 47-63. [[Link](#)]

Credito de imagenes en orden de aparicion: Various Fish Underwater, ggungpa0 pixabay, richcarey Getty Images (GI), Jenteva Art, klyaksun, gdjmr, deemakdaksina, RyanKing999, Rabbit Jes, Corrohero, elenakalinicheva, Trendify, Visula Co, stephankerkhofs (GI), valueinvestor, Kanjeng prabu waskito, leolintang (GI), Matthew Ruark's Images, sararoom, Lagmar Design, yourapechkinphotos (yphoto), Drawlab19, ngththien, Изображения пользователя Nazar12, shawndefighterlin studio, yphoto, Visual Generation, sketchify, Mongkolchon Akessin GI, Igor, pacificazure pixabay. Crédito de figuras: Proporcionadas por los autores. Los autores señalan que ningún párrafo ha sido generado completamente o con más del 50% de sus palabras con herramientas AI.

**Dr. David A. Paz García**  
Editor en Jefe Revista CyN

*Diseño de publicación: Sofia Paz*



### **Samantha del Carmen Ibarra Morales**

Mi línea de investigación se centra en el desarrollo de tecnologías para la limpieza del agua, particularmente, la síntesis y caracterización de materiales nanofuncionalizados, con énfasis en membranas tipo esponja diseñadas para la adsorción de metales presentes en medios acuosos .

contacto: [sdc.ibarramorales@ugto.mx](mailto:sdc.ibarramorales@ugto.mx)



### **Juan Antonio Ramírez Vázquez**

Director de División Ciencias de la Vida y profesor del Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad de Guanajuato. Mis áreas de investigación son termodinámica, modelos de turbulencia, modelación y experimentación de combustión, flujo multifásico, postproceso de datos.

contacto: [juan.ramirez@ugto.mx](mailto:juan.ramirez@ugto.mx)



### **Cesar Eduardo Damián Ascencio**

Profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Guanajuato, Salamanca. Mis áreas de especialidad son física teórica, termodinámica de no equilibrio de sistemas microscópicos y macroscópicos.

contacto: [cesar.damian@ugto.mx](mailto:cesar.damian@ugto.mx)



### **Adriana Saldaña Robles**

Directora y profesora del Departamento de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Guanajuato. Mis áreas de investigación incluyen materiales para remover contaminantes, modelado ambiental, estudios relacionados con adsorción, análisis de imágenes y termodinámica.

contacto: [adriana.saldana@ugto.mx](mailto:adriana.saldana@ugto.mx)