

# El Problema del Arsénico en las Aguas de Riego

## Introducción

Hoy en día a nivel global existen diversas amenazas a nuestro medio ambiente, como el caso de la contaminación por metales pesados y metaloides, que comprometen la seguridad alimentaria y la salud pública. El problema de metales pesados se encuentra agobiando a diversas regiones del mundo, tanto recursos hídricos, suelos y aire. Por

citar un ejemplo, se estima que la tasa de contaminación del agua es de alrededor de 2000 millones de metros cúbicos diarios, lo que sin duda pone en riesgo este recurso para el futuro.

Actualmente el grupo de los metales pesados incluye al mercurio (Hg), arsénico (As), plomo (Pb), cadmio (Cd), cobalto (Co), cromo (Cr), cobre (Cu), níquel (Ni), zinc (Zn) y estaño (Sn). La denominación de “metales pesados” se debe a que su densidad es de por lo menos cinco veces mayor a la del agua. Por otro lado, los denominados metales tóxicos son aquellos que causan un daño al medio ambiente y a la salud humana cuando éstos rebasan una concentración permisible. Cabe mencionar que aunque los términos “pesados” y “tóxicos” suelen usarse como sinónimos para designar a estos metales, solo son algunos los que están dentro de ambos grupos. Algunos de estos metales, como el caso del zinc y cobre son requeridos por las plantas y seres humanos, pues desempeñan importantes funciones, especialmente del tipo enzimático.

Estos metales pesados se han encontrado en variados productos agrícolas, así como en peces, carne y leche. Esta contaminación proviene principalmente del uso de aguas de riego afectadas con metales pesados. El hecho de que los peces, carne y leche

**Cuadro 1. Niveles permisibles de metales pesados en agua, suelo y alimentos de consumo humano.**  
Tomado de Reyes *et al.*, 2016. Información basada en Codex, 1995; UE, 2016

Alimento	Unid.	Hg	As	Cd	Pb
Agua de consumo humano		0,001	0,05	0,01	0,05
Agua Marina y de estuarios	mg/L	0,0001	0,05	0,05	0,01
Agua de uso agrícola		0,001	0,1	0,01	0,05
Agua para uso pecuario		0,01	0,2	0,05	0,05



contengan metales pesados se debe a un proceso de bio-acumulación y movilidad desde el ambiente a las fuentes hídricas.

Son diversos los casos reportados de afectaciones a la salud humana por consumo de productos agrícolas contaminados con metales pesados, como el reportado por Valdés (1999) en Torreón, México, donde la población infantil fue la principal víctima al sufrir envenenamiento principalmente por plomo proveniente de actividades industriales que incorporaban este metal a la cadena alimenticia y al agua.

Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y otras instituciones ambientales han podido establecer niveles de riesgo en función de las concentraciones de los metales pesados en aguas de consumo humano y para uso agrícola.

### **El Arsénico, uno de los metales pesados más letales**

El arsénico es un elemento tóxico y se encuentra actualmente en un nivel prioritario entre los principales contaminantes del medio ambiente a escala global. Tal es así, que se encuentra en el agua, suelo y cultivos, postulándose como una amenaza grave a la salud humana. El agua es considerada la principal vía de acceso del arsénico a la cadena alimentaria humana, y desde luego los productos agrícolas y pecuarios que fueron producidos con agua contaminada por arsénico.

#### **Cuadro 2. Factores de riesgo por exposición al arsénico.**

Tomado de Varela *et al.* 2013. Información de la National Academy of Sciences (1990).

<b>Nivel de arsénico en el agua de la llave (mg/L)</b>	<b>Riesgo total aproximado de contraer cáncer al consumir 2 litros diarios de agua</b>
0.0005	1 en 10,000
0.001	1 en 5,000
0.003	1 en 1667
0.004	1 en 1250
0.005	1 en 1,000
0.01	1 en 500
0.025	1 en 250
0.05	1 en 100
0.1	1 en 50



La OMS estableció para el caso del arsénico un nivel de  $10 \mu\text{g.L}^{-1}$  como el límite máximo para el consumo humano; y fue a partir de su establecimiento que se comenzaron a realizar tratamientos al agua para poder reducir los niveles de este metal. La mala noticia, es que el agua subterránea no únicamente se utiliza para el consumo humano, sino también para mantener importantes actividades como lo son la agricultura y la ganadería. Y recalcando lo ya mencionado, los seres humanos estarán expuestos a esta contaminación a través del consumo de productos del campo y productos de origen animal.

En el año 1999, la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos reportó que el arsénico en el agua de consumo humano causa cáncer en la vejiga, en los pulmones y en la piel, además de otras alteraciones en el sistema nervioso central y periférico, problemas cardiovasculares y sanguíneos. Existen muchas más alteraciones reportadas en seres humanos a causa del arsénico, lo cierto es que esta categorizado dentro de los principales productos altamente cancerígenos.

### **El Arsénico en aguas de riego y sus efectos en las plantas**

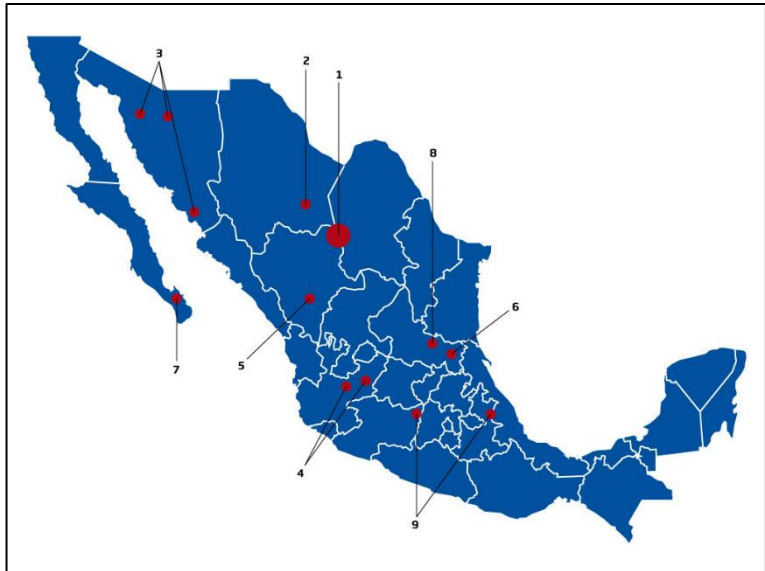
De acuerdo a la NOM-127-SSAI-2000, la concentración máxima permisible de arsénico en aguas para riego es de  $0.025 \text{ mg.L}^{-1}$ . En este sentido, es importante aclarar que el arsénico entra al sistema de la planta como arsenato por medio de un transportador de fosfatos (Tripathi *et al.*, 2007), ocasionando una serie de reacciones que terminan por afectar en el flujo de energía de las células. Es decir, el arsénico ocasiona un gran estrés a las plantas, lo que normalmente se manifiesta como una reducción significativa en la tasa fotosintética, y si la concentración es severa, puede ocasionar la muerte de las plantas.

Cuando se utilizan aguas con arsénico es importante tener en cuenta como este elemento se acumula en las plantas, ya que prefiere acumularse en raíces en primer lugar, seguido de hojas como segundo lugar y en tercer lugar las semillas o frutos. En este sentido, es importante tener en cuenta las diferentes partes comestibles de los cultivos, especialmente aquellos donde se consume las raíces u órganos subterráneos.

Muchas veces se piensa que los cultivos hidropónicos garantizan una alta inocuidad, pero con la existencia de arsénico en el agua de riego la verdad es otra. Esto es porque el arsénico ingresa con mayor facilidad a la planta en un sistema hidropónico, que si la misma planta estuviera en suelo y ambos casos fueran regados con la misma agua. El suelo por sí mismo ofrece una protección al adsorber ciertas cantidades de arsénico evitando su ingreso a la planta o en su caso haciéndolo menos disponible para las raíces de las plantas. En término de adsorción también nos deja una enseñanza en este

sentido, ya que por su naturaleza, los suelos arcillosos tenderán a ser menos peligrosos por contenidos de arsénico que los suelos arenosos y limosos.

Está claro que el arsénico puede circular en los ecosistemas naturales por un largo periodo de tiempo y puede ser incorporado en suelos, aguas subterráneas y litologías hospedantes (Smedley & Kinniburgh 2002). Por esto mismo y por todas las afectaciones que ocasiona este elemento, es sumamente indispensable analizar el arsénico en las fuentes de agua para consumo humano, y desde luego, en las fuentes de agua que son utilizadas para el riego de los cultivos. Esto sobre todo por la generalización que se hace



**Figura 1. Zonas de México que registran una importante contaminación por arsénico en agua potable.**

1. Comarca Lagunera.
2. Estado de Chihuahua.
3. Estado de Sonora.
4. Cuenca de Río Verde, Jalisco.
5. Valle de Guadiana, Durango.
6. Zimapán, Hidalgo.
7. Baja California Sur.
8. San Luis Potosí.
9. Zona geotérmica de Los Azufres, Michoacán, y Los Humeros, Puebla.

Fuente: Ciencia y Desarrollo, CONACYT.



de su presencia; y algo muy importante, la determinación de arsénico se sugiere mediante análisis por laboratorios certificados.

### **Fuentes consultadas**

Varela, S. J.; López, M. L.; Montiel, C. A. 2013. El Arsénico y sus Riesgos. Universidad de Sonora. 3 p.

Castillo, N.; Franco, M. L.; González, M. J.; Santillán, J. M.; Vázquez, M.; Botto, I. 2013. Efecto del Riego con Aguas Ricas en Arsénico sobre un Cultivo de Rúcula (*Eruca sativa* L.). AUGMDOMUS. Volumen 5, Número Especial I: Aguas 2013. ISSN:1852-2181

Reyes, Y. C.; Vergara, I.; Torres, O. E.; Díaz, M.; González, E. E. 2016. Contaminación por Metales Pesados: Implicaciones en Salud, Ambiente y Seguridad Alimentaria. Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, Vol. 16 N° 2. pp. 66-77

Caballero, G. P.; Carrillo, R. J.; Gómez, U. R.; Jerez, S. M. 2010. Presencia de Arsénico en Pozos y en Cultivos en Oaxaca, México. Agronomía Mesoamericana. 21(1):177-184.

Díaz, S. F.; Ramírez, S. L.; Romero, V. M.; Cano, R. I.; Martínez, J. O.; Parra, N. L.; Rucoba, G. A.; González, E. J.; López, R. E.; García, A. E. 2016. Efecto del Arsénico en el Agua de Riego sobre el Crecimiento y Rendimiento de Plantas de Fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) en Condiciones de Sustrato de Invernadero. Departamento de Agronomía. Universidad de Guanajuato. 9 p.