

CRITERIOS DE CALIDAD DE SUELOS Y DE AGUAS O EFLUENTES TRATADOS PARA USO EN RIEGO

ARSENICO

1. OCURRENCIA EN EL MEDIO AMBIENTE.....	1
1.1. FUENTES	1
2. ARSENICO EN RIEGO.....	1
2.1. EFECTOS	1
2.2. CRITERIO DE LITERATURA	2
2.3. CRITERIO RECOMENDADO.....	2
2.4. RAZONES.....	3
3. REFERENCIAS	3

1. OCURRENCIA EN EL MEDIO AMBIENTE

El arsénico es un metal grisáceo y ocurre en tres estados de oxidación: As, As^{+3} y As^{+5} . En solución, el arsénico puede existir como arsenito (As^{+3}), arseniato (As^{+5}) y como varios complejos orgánicos. Los arseniatos inorgánicos forman sales con cationes de calcio y fierro. Los compuestos de arsénico soluble son prontamente consumidos por organismos vivos y a concentraciones elevadas pueden ejercer efectos tóxicos.

Las plantas responden a la concentración de arsénico en la solución de suelo. Al igual que la mayoría de los elementos trazas, el arsénico es fuertemente adsorbido por el suelo. La adición de arsénico al suelo en relativamente altas concentraciones, por cortos periodos de tiempo, puede no provocar reducción en el crecimiento de los cultivos o su acumulación en partes de la planta a concentraciones perjudiciales a humanos o animales. Sin embargo, una aplicación continua de arsénico, en periodos extendidos de tiempo, se acumula en la capa superficial del suelo.

1.1. Fuentes

El arsénico se encuentra muy distribuido en el medio ambiente, la concentración promedio en la corteza terrestre es aproximadamente 2mg/Kg. Este se encuentra como arseniatos, con sulfuros y en asociación con muchos otros minerales metálicos y ocasionalmente en su forma elemental.

Típicamente, la concentración de arsénico en agua fresca es menor que 1 ug/L y en agua de mar, aproximadamente 4 ug/L. Concentraciones elevadas de arsénico se encuentran donde hay contaminación de fuentes industriales, o donde existen afloramientos geológicos de minerales de arsénico. El arsénico es usado en metalurgia, en la manufactura de vidrio y cerámicas, como pesticida y preservador de la madera.

2. ARSENICO EN RIEGO

2.1. Efectos

Aunque muy bajas concentraciones de arsénico estimulan el crecimiento de la planta, éste no es esencial para el crecimiento de la planta y los rendimientos del cultivo disminuyen a altas concentraciones. El efecto principal del arsénico en las plantas aparece en la destrucción de la clorofila en el follaje como una consecuencia de inhibición de producción de enzimas. Ya que el arsénico es tóxico para los seres humanos el consumo de las partes consumibles de la planta que contienen arsénico acumulado es nocivo.

Concentraciones de nutriente de 0,5 – 10 mg/L se han encontrado tóxicos para varias especies de plantas. Las papas y los rábanos han mostrado arsénico acumulado. Ya que el crecimiento de la planta se retarda ante la posible ocurrencia de una acumulación significativa, las partes comestibles de las plantas usualmente no acumulan arsénico a niveles dañinos para los consumidores. La disminución del rendimiento y las fallas del cultivo son los efectos más comunes de altas concentraciones de arsénico en los suelos.

2.2. Criterio de Literatura

Los diferentes criterios para evaluar los efectos del arsénico en el uso de agua de riego son resumidos en la Tabla 1.

Tabla 1
Efectos del Arsénico en los Usos del Agua de Riego

Usos de Agua de Riego	Efectos
Aplicación a cultivos comerciales.	El rendimiento de cultivo es afectado por la sensibilidad del cultivo al elemento arsénico consumido a través de las raíces de la planta. Calidad del cultivo determinado por la toxicidad para los consumidores
Aplicación para mantener sustentabilidad del suelo regado.	Acumulación en el suelo a concentraciones donde cualquier rendimiento o calidad del cultivo es afectado.
Mantenimiento de equipos de riego.	Efectos desconocidos.

Fuente: SOUTH AFRICAN WATER QUALITY GUIDELINES

2.3. Criterio Recomendado

La Tabla 2 muestra los efectos del arsénico usado en aguas de riego sobre el rendimiento del cultivo y sustentabilidad del suelo.

Tabla 2
Efectos del Arsénico en Rendimiento y Sustentabilidad

Rango de Concentración (mg/L)	Rendimiento	Sustentabilidad
Rango de calidad de aguas objetivo < 0,1	Dependiendo de las especies de la planta, las soluciones que contienen 0,5 – 10 mg/L pueden inducir toxicidad del arsénico. Sólo una fracción del arsénico total en el suelo está disponible para las plantas.	La reducción del rendimiento y la falla de los cultivos son los principales efectos de los suelos contaminados con arsénico. Generalmente el arsénico no se acumula en las partes comestibles de las plantas a niveles dañinos para los consumidores (Cultivos de raíces tales como papas y rábanos han mostrado arsénico concentrado)
0,10 – 2,0	Concentración máxima aceptable para suelos neutros a alcalinos de textura fina.	
> 2,0	Aceptable para riego sólo en cortos tiempos en base a un sitio específico.	

Fuente: SOUTH AFRICAN WATER QUALITY GUIDELINES

2.4. Razones

Debido a que el arsénico es retenido por los suelos, es probable que se acumule en concentraciones fitotóxicas antes de que se alcance el equilibrio entre reacciones de sorción y desorción. Para prevenir su acumulación la carga total aplicada al suelo necesita estar limitada. Los criterios internacionales para la concentración de arsénico en el agua de riego han sido establecido (usando la limitada información disponible) para asegurar que no se acumule a nivel de fitotoxicidad o niveles que son tóxicos para los consumidores, dentro de un período de tiempo dado. Los cálculos asumen el arsénico acumulado en la superficie de suelo (150 mm). Los objetivos de sustentabilidad del suelo para uso continuado y mantención del rendimiento y calidad del cultivo exigen considerar:

- Concentración de arsénico que puede ser aplicada a cualquier suelo en un tiempo continuo: esta concentración debe calcularse de forma tal que el arsénico no se acumule en concentraciones fitotóxicas en un suelo que es regado continuamente por sobre 100 años a una tasa de aplicación de riego de $1 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{año}$.
- Concentración de arsénico que puede ser aplicada a suelos neutros a alcalinos de textura fina por un período de sobre 20 años a una tasa de aplicación de riego de $1 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{año}$.

3. REFERENCIAS

- Guidelines for the Interpretation of the Biological Effects of Selected Constituents in Biota, Water, and Sediment. 1998.
- South African Water Quality Guidelines. 1996.