

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

## ZINC

<b>1. OCURRENCIA EN EL MEDIO AMBIENTE.....</b>	<b>1</b>
1.1. FUENTES .....	1
1.2. NIVELES NATURALES .....	1
<b>2. ZINC EN RIEGO .....</b>	<b>1</b>
2.1. EFECTOS.....	1
2.2. CRITERIO DE LITERATURA .....	2
2.3. CRITERIO RECOMENDADO.....	2
2.4. RAZONES.....	3
<b>3. REFERENCIAS .....</b>	<b>4</b>

## **1. OCURRENCIA EN EL MEDIO AMBIENTE**

El zinc es un elemento esencial en cantidades traza para plantas y animales. En los mamíferos, éste juega un rol vital en la biosíntesis de ácido nucleico, y de esta forma, está envuelto en procesos de cicatrización del tejido del cuerpo. Otros procesos fisiológicos que incluyen metabolismo hormonal, respuesta inmunológica y estabilización de ribosoma y membranas requieren zinc.

El zinc metálico puro es raramente encontrado en la naturaleza, por que el elemento es altamente reactivo y forma una variedad de sales. La mayoría de sus compuestos son solubles al agua, aunque el metal por si mismo no lo es. Debido a su alta reactividad, el zinc es comúnmente usado como sobre revestimiento del acero (galvanizado). El acero es de esta forma protegido de agentes corrosivos que atacan preferencialmente la cubierta de zinc. También, por muchos siglos, el zinc ha sido aleado con cobre para hacer bronce. El mineral más común de zinc es la esfalerita ( $\text{ZnS}$ ).

### **1.1. Fuentes**

El zinc en aguas naturales ocurre en forma de partículas disueltas o suspendidas. Sólo la fracción disuelta se cree que es tóxica para los peces. El zinc disuelto asume varias formas químicas diferentes en varios complejos orgánicos e inorgánicos. El zinc se presenta como  $\text{Zn}^{+2}$  en aguas ácidas y como  $\text{ZnOH}^+$  en aguas blandas. De acuerdo a algunos estudios el zinc se presenta como un tóxico "ión aquo" ( $\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ ), casi exclusivamente en aguas frescas. El agua blanda se conoce que incrementa la toxicidad del zinc en peces y los criterios de calidad de agua están basados en aguas duras. (EPA 1991, 1992). La mayor parte del zinc que ingresa al medio ambiente acuático es eventualmente depositado en los sedimentos.

La fuente artificial más importante en el medio ambiente comprende electro - galvanizadores, fundiciones y procesos mineros, drenaje de mina, aguas residuales domésticas e industriales, escorrentía superficial de caminos, corrosión de aleaciones de zinc y superficies galvanizadas y erosión de suelos agrícolas (Eisler, 1993)

### **1.2. Niveles Naturales**

En aguas frescas, la concentración es normalmente menor que 40 a 60  $\mu\text{g/L}$  (Eisler, 1993)

## **2. ZINC EN RIEGO**

### **2.1. Efectos**

El zinc es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas. El crecimiento de las plantas puede sufrir desde carencia de zinc en suelos deficientes de zinc hasta niveles excesivos en los suelos, que son tóxicos para las plantas y los organismos en el suelo. Por ejemplo, la toxicidad de zinc ha sido observada en el algodón y en la soja (Lee and Craddock 1969) y en el maní expuestos a Zn en rocíos de pesticida usados en duraznos (algodón y soja).

Varios factores del suelo, la planta y el medio ambiente influyen la disponibilidad y toxicidad de zinc para las plantas. El zinc es más soluble en suelos ácidos. La solubilidad del zinc, desde el punto de vista de su disponibilidad, disminuye a medida que el pH del suelo es incrementado desde pH 4 a pH 7. Parker et al.(1990) encontraron que un incremento en el zinc del suelo desde 1 a 10 mg/Kg incrementó las hojas de maní por 202 mg/Kg a un pH del suelo de 4,6 y

por sólo 9 mg/Kg a pH 6,6. En tratamientos de lodos de aguas residuales, Williams (1980) observó una reducción en la fitotoxicidad del metal cuando el pH del suelo fue elevado desde 6,2 a 7,0. A pH 7,0, más de 4 veces la cantidad de zinc y níquel fue requerida para producir la misma reducción en rendimiento de betarragas y cebollas como a pH 6,2. En estudios más recientes, Smith (1994) notó que la concentración de todos los elementos (níquel, cobre y zinc) en centeno, crecidos en dos suelos tratados con aguas residuales, disminuyó como una función lineal simple del pH del suelo que incrementa desde 4,2 a 7,0. Basado en estos resultados, Smith propuso concentraciones máxima permisibles de zinc en el suelo como una función del pH, para protegerlo en contra de reacciones fitotóxicas.

## 2.2. Criterio de Literatura

El CCREM (1987) recomendó que la concentración total de zinc para aguas de riego no debiera exceder 10 mg/L para uso en suelos bajo pH 6,5. A mayores pH, CCREM recomendó un límite de 5,0 mg/L. Este límite estaba basado en el informe publicado por Taylor and Demayo (1980). Asumiendo un uso adecuado de material con cal para mantener altos valores de pH en el suelo (pH 6 o por encima), la US EPA (1973) recomendó una concentración máxima de 2,0 mg/L en aguas de riego para uso continuo en todos los suelos. Para un período de 20 años en suelos neutros o alcalinos, la concentración recomendada para agua de riego es 10 mg/L de zinc. Ontario (OMOE 1984) y Manitoba (Williamson 1988) también recomendaron estos límites.

La Tabla 1 muestra los efectos del zinc en el uso de agua de riego.

**Tabla 1**  
**Efectos del Zinc en los Usos del Agua de Riego**

<b>Usos de Agua de Riego</b>	<b>Efectos</b>
Aplicación a cultivos comerciales.	El rendimiento de cultivo es afectado por la sensibilidad del cultivo al zinc consumido a través de las raíces de la planta.
Aplicación para mantener sustentabilidad del suelo regado.	Acumulación en el suelo a concentraciones donde el cultivo es afectado.
Mantención de equipos de riego.	Efectos desconocidos.

Fuente: SOUTH AFRICAN WATER QUALITY GUIDELINES

## 2.3. Criterio Recomendado

Se recomienda que la concentración total de zinc en agua de riego no debe exceder 1,0 mg/L para suelos con pH < 6. No debe exceder 2,0 mg/L para suelos con pH en rangos entre 6,0 y 7,0. Y no debe exceder 5,0 mg/L para suelos con pH 7,0.

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

**Tabla 2**  
**Efectos del Zinc en Rendimiento de Cultivos y Sustentabilidad del Suelo.**

Rango de Concentración (mg/L)	Rendimiento del Cultivo y Sustentabilidad del Suelo
Rango de calidad de aguas objetivo < 1,0	Tóxico para muchas plantas a una concentración de 1 mg/L y menos en soluciones de nutrientes. El rango de calidad de aguas objetivo debería proteger a la mayoría de las plantas desde concentraciones tóxicas de zinc absorbidas incluso cuando crecen sobre suelos arenosos ácidos.
1,0 – 5,0	Concentración máxima aceptable para suelos neutros a alcalinos de textura fina.
> 5,0	Aceptable para riego sólo en cortos tiempos en base a un sitio específico.

Fuente: SOUTH AFRICAN WATER QUALITY GUIDELINES

## 2.4. Razones

Las normas de calidad de agua recomendadas en la literatura especializada están basadas en las concentraciones más bajas de efectos observados (LOECs) de 66 mg/Kg de Zn a pH < 6,0, 132 mg/Kg de Zn a pH < 7,0 y 319 mg/Kg de Zn a pH 7,0. Ya que las concentraciones en que no se observó efecto (NOEC) no fue citada por los investigadores, estos fueron estimados usando la relación  $NOEC = LOEC/4,5$ , sugerido por el protocolo CCME (1993). Basado en estos datos, las concentraciones aceptables en el suelo (ASC) para los tres intervalos de pH fue calculado de la siguiente manera (CCME, 1993):

$$ASC = [66 \times (66/4,5)]^{0,5}/10 = 3,11 \text{ mg/Kg a pH } < 6,0$$

$$ASC = [132 \times (132/4,5)]^{0,5}/10 = 6,22 \text{ mg/Kg a pH } 6,0 \text{ a } < 7,0$$

$$ASC = [319 \times (319/4,5)]^{0,5}/10 = 15,0 \text{ mg/Kg a pH } 7,0$$

Asumiendo una profundidad de percolación de 0,3 m, las concentraciones tóxicas máxima aceptable de las especies (SMATC) o la norma de calidad de agua de Canadá (CWQG) para agua de riego fue calculada de la siguiente forma (CCME, 1993):

$$= (3,11 \text{ mg/Kg}) \times (1300 \text{ Kg/m}^3) \times (100 \times 100 \times 0,3 \text{ m}^3/\text{ha}) / (1,2 \times 10^7 \text{ L/ha}), \text{ o}$$

$$= 1,0 \text{ mg/L para suelos con pH } < 6,0$$

$$= (6,22 \text{ mg/Kg}) \times (1300 \text{ Kg/m}^3) \times (100 \times 100 \times 0,3 \text{ m}^3/\text{ha}) / (1,2 \times 10^7 \text{ L/ha}), \text{ o}$$

$$= 2,0 \text{ mg/L para suelos con pH } 6,0 \text{ a } < 7,0$$

$$= (15,0 \text{ mg/Kg}) \times (1300 \text{ Kg/m}^3) \times (100 \times 100 \times 0,3 \text{ m}^3/\text{ha}) / (1,2 \times 10^7 \text{ L/ha}), \text{ o}$$

$$= 5,0 \text{ mg/L para suelos con pH } 7,0$$

El los cálculos anteriores se utilizó una profundidad de percolación de 0,3 m en lugar de 0,15 m como recomienda el protocolo de CCME, debido a que la zona de raíces se extiende más allá de los 15 cm de profundidad y el zinc es relativamente móvil en el suelo comparado con otros metales pesados.

### **3. REFERENCIAS**

- British Columbia Ministry of Environment, Lands and Parks (BC MELP). Ambient Water Quality Guidelines for Zinc. 1981.
- Guidelines for the Interpretation of the Biological Effects of Selected Constituents in Biota, Water, and Sediment. 1998.
- South African Water Quality Guidelines. 1996.