

<b>Nº DE INFORME:</b> 038/10	<b>ÁREA/S:</b> Química	<b>FECHA INFORME:</b> 23/12/2010
------------------------------	------------------------	----------------------------------

**SOLICITADO POR:**

Nombre: Ing. Gerardo López – Nanotek S.A.	Dirección: Alvear 4161, Santa Fe Santa Fe
---	--

**OBJETO DEL TRABAJO:** Estudio / relevamiento de información acerca de toxicidad ambiental del estabilizante de caminos Soiltek y de Dustek, así como de sus componentes base.

**POLÍMERO ESTIRENO ACRÍLICO**

El componente del producto es una emulsión acuosa de polímero estireno acrílico. El monómero, estireno, suele ser el componente fundamental, aunque suelen usarse comonomeros para obtener las características deseadas en el polímetro final y en estos casos la reactividad relativa es un punto importante. Generalmente, en los procesos de polimerización en emulsión el monómero es prácticamente insoluble en agua. Es común usar un monómero soluble como el ácido acrílico para aumentar la solubilidad coloidal de las partículas y auxiliar a la estabilización estérica. El producto final, es estable y poco reactivo con el ambiente, por lo cual se estudia la reactividad de los monómeros estimando la posible presencia de residuos de ellos en el producto.

El estireno se degrada rápidamente en el aire, por lo general en uno o dos días. Se evapora de terrenos poco profundos y de aguas superficiales. No se adhiere fácilmente al suelo y a sedimentos. Es degradado por bacterias en el suelo y el agua. No parece acumularse en animales. La mitad del estireno en aguas superficiales se degrada en unos pocos días; sin embargo, en el agua subterránea se demora entre 6 semanas y 7.5 meses.

**Efectos del estireno en suelos:**

El estireno ha sido detectado en muestras de suelo en el 3.5% de 455 sitios en los que se han efectuado estudios generales de contaminación con una media geométrica de concentración positiva de 0.530 mg/kg. Asumiendo que la solubilidad del estireno es 300mg/L, un valor de  $K_{bc}$  (coeficiente de adsorción), para el mismo es 260. Esta magnitud estimada de  $K_{oc}$  sugiere que el estireno es moderadamente móvil en los suelos (Roy y Griffin, 1985). En suelos superficiales, donde la cantidad de materia orgánica puede ser mayor, el movimiento del estireno puede ser retrasado por la adsorción. En ambientes subsuperficiales mas profundos, donde la cantidad de materia orgánica es menor, la adsorción puede no ser significativa. Basado en medidas de campo, se puede inferir que el movimiento del estireno en un acuífero es 80 veces mas lento que en el agua superficial, (Roberts et al, 1980). Esto es atribuido a la adsorción. No se ha localizado información que corrobore el valor de  $K_{bc}$  estimado, y aparentemente no hay estudios en los cuales la adsorción-desorción característica del estireno en suelos y sedimentos haya sido medida. Es estireno se degrada en los suelos. Se han aislado microorganismos del suelo que son capaces de utilizarlo como única fuente de carbono (Sielcki et al. 1978). Los productos de degradación que se generan incluyen fenil etanol y ácido fenilacético.

### **Referencias de Organismos Regulatorios y similares**

Referencia de valores utilizados para el monitoreo de sitios contaminados por laboratorios, e instituciones de diversos países.

La información citada corresponde a la Directiva 92857-55 de la Environmental Protection Agency de U.S.A. citada entre la bibliografía.

ORNL-E (Oak Ridge National Laboratory-Earthworms)	
ORNL-M (Oak Ridge National Laboratory-Microbes)	
ORNL-P (Oak Ridge National Laboratory-Plants).....	300 ug/g
WSR ( Westinghouse Savannah River Site).....	0.1 ug/g
BC Ag (British Columbia Agricultural) .....	0.1 ug/g
BC UP (British Columbia Urban Park).....	.5 ug/g
BC R.(British Columbia Residential).....	.5 ug/g
BC C (British Columbia Commercial).....	.50 ug/g
BC I (British Columbia Industrial).....	.50 ug/g
CCME Ag (Canadian Council of Ministers of the Environment Agricultural).....	0.1 ug/g
CCME RP (Canadian Council of Ministers of the Environment Residential/Parkland) .....	.5 ug/g
CCME C (Canadian Council of Ministers of the Environment Commercial).....	.50 ug/g
CCME I (Canadian Council of Ministers of the Environment Industrial).....	.50 ug/g
Ont Ag (M/F) (Ontario Agricultural (Medium and fine textured soils-ug/g)).....	0.7 ug/g
Ont AG (M/F) (Ontario Agricultural land use (medium and fine textured soils-ug/g)) .....	
Ont Ag (C) (Ontario Agricultural land use (coarse-ug/g)).....	1.2 ug/g
Ont RP (M/F) (Ontario Residential/Parkland land use (medium and fine textured soils-ug/g))	1.7 ug/g
Ont RP (C) (Ontario Residential/Parkland land use (coarse-ug/g)).....	1.2 ug/g
Ont IC (M/F) (Ontario Industrial/Commercial land use (medium and fine textured soils-ug/g))	1.7 ug/g
Ont IC (C)(Ontario Industrial/Commercial land use (coarse-ug/g)).....	1.2 ug/g
RIVM TV (The Netherlands soil/sediment (mg/kg dry material) target value).....	0.1 ug/g
USSR MAC (USSR (Maximum allowable concentration)) .....	
USSR TAC (USSR (Tentative allowable concentration) .....	

**Nota:** en los casos en los cuales no se indican específicamente los valores, debe entenderse que las instituciones no reportan dato de referencia.

<b>Mínimo valor de referencia:</b>	<b>0.1 ug/g</b>
<b>Máximo valor de referencia:</b>	<b>300 ug/g</b>
<b>Media geométrica de los valores de referencia hallados:</b>	<b>2.89 ug/g</b>

### **Conclusiones**

Los datos hallados permiten considerar muy amplio el rango de trabajo en el cual la concentración de estireno en los suelos es considerada como no contaminante. Esto puede deberse a la gran volatilidad que posee. Con respecto a los posibles residuos de ácido acrílico que pueda tener la emulsión, la alta volatilidad del mismo hace que no sea relevante su estudio.

## HIERRO

En general, es difícil identificar un valor de referencia específico para el hierro en suelos ya que su biodisponibilidad y como consecuencia de ello su nivel de toxicidad depende de las condiciones del suelo (pH, Eh, humedad, etc.). Para evaluar las condiciones específicas de un sitio y la posible toxicidad de este componente deben medirse los parámetros antes mencionados en muestras específicas tomadas en campo.

A manera de ejemplo, en suelos bien aireados, con pH entre 5 y 8, la demanda de hierro de las plantas es mayor que la disponible (Romheld and Marschner, 1986). Debido a esta limitación, las plantas han desarrollado varios mecanismos que optimizan la absorción de hierro (Marschner, 1986). Por lo tanto, bajo estas condiciones de los suelos, es esperable que el hierro no sea tóxico para las plantas.

### **Efectos del hierro en las plantas**

El hierro es considerado un micronutriente para los vegetales. Es absorbido por los mismos en forma de ión ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ), ya que es necesario para la formación de clorofila y para el funcionamiento de las enzimas que forman parte del sistema respiratorio de las plantas (Schneider et al., 1968). En los suelos con un drenaje adecuado, la mayor parte del hierro se encuentra como férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ), estado de oxidación en el que no es biodisponible para las plantas. Para caso del producto en estudio, el hierro es aplicado en forma de cerivalente, y sólo en suelos de  $\text{pH} < 4$  (suelos ácidos), se convierte a ión ferroso. Para suelos de pH's neutro, se oxida a ión férrico no biodisponible y en consecuencia no modifica el equilibrio químico del suelo.

### **Efectos del hierro en los organismos invertebrados del suelo**

Una revisión preliminar de la literatura no revela una base de datos significativa acerca de la toxicidad del hierro para las lombrices de tierra. Rida (1996), evaluó el crecimiento y la bioacumulación de cinco elementos (cadmio, cobre, hierro, plomo y zinc), en lombrices de tierra, *Lumbricus terrestris* de suelos no fortificados. Concentraciones elevadas de éstos elementos traza reducen el crecimiento de las lombrices de tierra. La bioacumulación está relacionada con el tiempo de exposición, el elemento estudiado, y la condición fisiológica (capullo, adulto, etc.) de la lombriz. El efecto sinérgico o de antagonismo relacionado a la geoquímica de los elementos estudiados no fue evaluado.

Efroymsen et al. (1997) publicaron alguna información acerca de la toxicidad del hierro en otros invertebrados del suelo. El estudio de revisión de Nottrot et al., (1987), evalúa los efectos del hierro en la dieta del colémbolo *Orchesella cincta* alimentado con algas verdes (*Pleurococcus* spp.) que contenían varias concentraciones de hierro en un ensayo de 21 días de duración. Se determinó el crecimiento porcentual, la actividad de alimentación y la muda. El crecimiento se redujo el 42% con una dieta que contenía 7,533 mg/kg de hierro, pero con una dieta conteniendo 3,515 mg/kg de hierro no se observó ningún efecto.

### **Referencias de Organismos Regulatorios y similares**

Tomando como referencia los laboratorios, e instituciones de diversos países detallados a continuación, se encuentra que la mayoría no fija valores límites admisibles para el hierro en el suelo para sitios considerados como contaminados, lo que permite inferir que el elemento no es considerado relevante desde el punto de vista de su impacto ambiental. Solo hay dos casos en que se fijan valores para el monitoreo, uno de ellos con referencia a microorganismos y el segundo sin aclaración específica. La información citada corresponde a la Directiva 92857-55 de la Environmental Protection Agency de U.S.A. citada entre la bibliografía.

Los dos casos, en que se fijan valores son:

ORNL-M.....Oak Ridge National Laboratory-Microbes.....200 ug/g  
WSR.....Westinghouse Savannah River Site.....200 ug/g

Los casos en que no se establecen valores guía son:

ORNL-E.....Oak Ridge National Laboratory-Earthworms  
ORNL-P.....Oak Ridge National Laboratory-Plants  
WSR-FN.....Westinghouse Savannah River Site-Footnotes  
BC Ag.....British Columbia Agricultural  
BC UP.....British Columbia Urban Park  
BC R.....British Columbia Residential  
BC C.....British Columbia Commercial  
BC I.....British Columbia Industrial  
CCME Ag.....Canadian Council of Ministers of the Environment Agricultural  
CCME RP.....Canadian Council of Ministers of the Environment Residential/Parkland  
CCME C.....Canadian Council of Ministers of the Environment Commercial  
CCME I.....Canadian Council of Ministers of the Environment Industrial  
Ont Ag (M/F).....Ontario Agricultural (Medium and fine textured soils-ug/g)  
Ont AG (M/F).....Ontario Agricultural land use (medium and fine textured soils-ug/g)  
Ont Ag (C).....Ontario Agricultural land use (coarse-ug/g)  
Ont RP (M/F).....Ontario Residential/Parkland land use (medium and fine textured soils-  
ug/g)  
Ont RP (C).....Ontario Residential/Parkland land use (coarse-ug/g)  
Ont IC (M/F) .....Ontario Industrial/Commercial land use (medium and fine textured soils-  
ug/g)  
Ont IC (C).....Ontario Industrial/Commercial land use (coarse-ug/g)  
RIVM TV.....The Netherlands soil/sediment (mg/kg dry material) target value  
USSR MAC.....USSR (Maximum allowable concentration)  
USSR TAC.....USSR (Tentative allowable concentration)

### **Conclusiones**

De la información relevada se puede concluir que el impacto ambiental del hierro cerivalente resulta entre poco significativo, como lo indican los valores guía de 200mg/kg en algún par de casos y ausencia de valores guía para la mayoría de las referencias consultadas con respecto a sitios considerados como contaminados. Más aún, el elemento es un micronutriente para los vegetales del suelo y en ocasiones, según se cita en el texto, su presencia natural no alcanza a satisfacer el requerimiento de la vegetación local por lo que su aporte puede hasta resultar beneficioso si las condiciones del terreno favorecen su biodisponibilidad.

### **Bibliografía:**

Efroymson, R. A., Will, M. E., and G.W. Suter II. 1997b. *Toxicological Benchmarks for Contaminants of Potential Concern for Effects on Soil and Litter Invertebrates and Heterotrophic Process, 1997 Revision*. ES/ER/TM-126/R2.

Guidance for Developing Ecological Soil Screening Levels (Eco-SSLs) . *Review of Existing Soil Screening Benchmarks* .EPA OSWER Directive 92857-55 - November 2003



Marschner, H. 1986. *Mineral nutrition of plants*. Academic Press, New York.

Nottrot, F., Joosse, E. N. G., and van Straalen, N. M. 1987. Sublethal effects of iron and manganese soil pollution on *Orchesella cincta* (Collembola). *Pedobiologia* 30: 45-53.

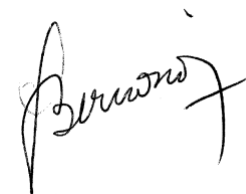
Rida, A. M. 1996. Growth and trace element concentration in the earthworm and plants in noncontaminated soils and soil contaminated with cadmium, copper, iron, lead, and tin: Soilearthworm interactions. *Soil Biol. Biochem.* 28 (8): 1029-1035.

Roberts PV, McCarty PL, Reinhard M, et al. 1980. Organic contaminant behavior during groundwater recharge. *J Water Pollut Control Fed* 52:161-172.

Römheld, V., and H. Marschner. 1986. Mobilization of iron in the rhizosphere of different plant species. In: *Advances in Plant Nutrition, Volume 2*, B. Tinker and A. Läuchli, editors. Praeger Scientific, New York, pp. 155-204.

Roy WR, Griffin RA. 1985. Mobility of organic solvents in water-saturated soil materials. *Environ Geol Water Sci* 7:241-247.

Sielicki M, Focht DD, Martin JP. 1978. Microbial transformations of styrene and [14C] styrene in soil and enrichment cultures. *Appl Environ Microbiol* 35:124-128.



Ing. Susana G. Gervasio  
CDTIS – Fund. VINTEC  
Lab. Química Fina y Aplicada