

## EFFECTO DEL RIEGO SOBRE LA SUPERVIVENCIA DE COLIFORMES EN SUELOS DEGRADADOS ENMENDADOS CON LODO DE DEPURADORA

F. GARCÍA ORENES, I. GOMEZ LUCAS, J. MATAIX-SOLERA, C. GUERRERO, J. NAVARRO PEDREÑO, J. MATAIX-BENEYTO

Dept. de Agroquímica y Medio Ambiente, Universidad Miguel Hernández, Avda. del Ferrocarril s/n, E-03202-Elche, Alicante (SPAIN). Tel.: +34-966658948; Fax: +34-966658532. E-mail: fuensanta.garcia@umh.es

**Abstract.** In this paper we describe the effect of irrigation on the survival of total coliforms in two different soils, one agricultural and the other a degraded soil from a semiarid area. Sewage sludge was applied in the proportion of 50g of sludge per kg of soil. The absence of irrigation produced a sharp decrease in the number of total coliforms in both soils with the bacteria disappearing completely after 33 days in degraded soil and 40 days the agricultural soil. Irrigation produced a substantial initial increase in the number of coliforms in both soils, but after 80 days it is not observed coliforms development in both soil

**Key words:** sewage sludge, total coliforms, soil

**Resumen.** En este trabajo se plantea el efecto de la aplicación o no de riego sobre la supervivencia de coliformes totales en dos suelos diferentes, que han recibido lodos de depuradora (50g.Kg<sup>-1</sup>), uno de ellos de uso agrícola y otro procedente de una zona degradada semiárida. Se comprobó que la ausencia de riego producía un drástico descenso del número de coliformes totales en ambos suelos, no observándose la presencia de estas bacterias a partir de los 33 y 40 días en el suelo degradado y de uso agrícola respectivamente. Con la aplicación de riego se observa un incremento importante en el número de coliformes en ambos suelos, siendo particularmente notable en el caso del suelo degradado, pero independientemente de este crecimiento inicial, a partir del día 80 de iniciado el experimento no se observó crecimiento en ninguno de los dos suelos.

**Palabras clave:** suelos, lodo de depuradora, coliformes totales.

### INTRODUCCIÓN

En España está previsto que el 100% de las aguas residuales sean tratadas, esto significa que se producirán alrededor de 2.5 millones de toneladas de lodo al año. Se estima que entre el 60 ó 70% de esta producción se podría utilizar como fertilizante agrícola (Biriego, 1993) ya que contiene gran cantidad de nutrientes para las plantas ó como material

enmendante de suelos degradados (Felipo, 1992) por su alto contenido en materia orgánica que mejora notablemente las propiedades del suelo (Smith *et al.*, 1993; Hassink, 1992; Dick, 1992).

La aplicación de lodo de depuradora a suelos conlleva una serie de riesgos derivados de su contenido en microorganismos patógenos, metales pesados y componentes orgánicos (Soler-Rovira *et al.*, 1996). La

bibliografía recoge ampliamente los efectos que se producen en el suelo como consecuencia del posible contenido en metales pesados de los lodos (Walter, 1992) como es la disminución de la biomasa del suelo (McGrath, 1995) así como de su contenido en sustancias orgánicas que pueden ser inhibidoras de algunos de los procesos biológicos que se desarrollan en el suelo (Wild and Jones, 1992). Pero uno de los problemas que pueden resultar más peligrosos cuando se aplica lodo de depuradora a un suelo es la incorporación de microorganismos potencialmente patógenos presentes en el residuo (Sequi y Petruzzely, 1978 Pepper y Gerba, 1989), que no son habituales en el suelo, como es el caso de las bacterias coliformes totales. Existe poca información sobre la supervivencia de estos microorganismos en suelos destinados a producción agrícola, que normalmente se ven sometidos a riegos continuos. Esta información es más escasa cuando se trata de suelos degradados procedentes de zonas semiáridas, en los que la disponibilidad de aguas puede ser el factor clave para la viabilidad de estas bacterias. Siendo estos microorganismos sensibles a la pérdida de humedad, un almacenamiento y aireación de los lodos produce un descenso de su contenido (Surampalli *et al.*, 1993), por tanto, una vez que el lodo se aplica al suelo, cabe esperar una mayor reducción de las bacterias coliformes en él.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se eligieron dos suelos distintos en cuanto a su procedencia y características físico-químicas. Uno de los suelos (suelo 1) es un *Torriorthent Xerico Calcico* (Soil Survey Staff, 1975) formado a partir de margas, procede de una zona sumamente degradada localizada en Abanilla (1° 5'30" W-38° 11'58"N) y se caracteriza por tener un bajo contenido en materia orgánica y una deficiente estructura (Lax y García Orenes, 1993). El otro suelo (suelo 2) procede de una explotación agrícola

la situada en el linde de la carretera de Murcia al embalse de la Pedrera (Alicante) (Latitud 37° 57'N, Longitud 0° 59'W), es un *Torrifluent Xerico Calcico*. Este suelo ha perdido gran parte de su estructura (García Orenes, 1996) por haber sido regado de manera continua con aguas de mala calidad con alto contenido salino (3,5 mS/cm). Como material enmendante se utilizó lodo procedente de una de las depuradoras de la ciudad de Alicante, que cumple el RD 1310/90. El lodo se caracterizó previamente analizándose muestras mensualmente durante dos años, para determinar su variabilidad en cuanto a composición, no observándose cambios significativos de la misma (García Orenes, 1996). Las características físico-químicas de los suelos y el residuo se muestran en la tabla 1. Para el desarrollo del experimento se adicionó a ambos suelos lodo fresco, con una humedad aproximada del 85%, en una proporción equivalente a 50 g de lodo seco por kg de suelo que se mezcló de manera homogénea con el suelo.

Se diseñó el experimento con dos factores, siendo uno de ellos el tipo de suelo y como segundo factor la aplicación o no de riego. El experimento se desarrolló bajo condiciones de invernadero con una temperatura de entre 20 y 30 °C. Se prepararon series de 30 macetas de aproximadamente 1 kg para cada uno de los factores (120 macetas en total) aplicándose el lodo de la forma citada anteriormente. El factor riego se llevo a cabo manteniendo las mezclas a una humedad del 25% que se controló diariamente mediante tensiometros colocados en las macetas, supliéndose las pérdidas de humedad con la cantidad correspondiente de agua destilada. Las macetas no sometidas a riego se dejaron en las condiciones ambientales del invernadero. Se realizaron muestreos semanales tomándose tres macetas de cada uno de los factores. Se dejó de muestrear cuando se obtuvieron dos muestreos consecutivos con crecimiento negativo.

TABLA 1. Características físico-químicas de los materiales utilizados

Parámetro	Suelo 1	Suelo 2	Lodo
Arena (%)	11,5	24,8	-
Limo (%)	55,2	62,6	-
Arcilla (%)	33,3	12,6	-
C. I. C. (cmol/kg)	15,5	13,5	-
C. Eléctrica 1:5 mS/cm	0,21	2,37	-
pH 1:5	7,9	7,4	-
M. Orgánica total (%)	1,17	0,25	56
N Kjeldahl (%)	0,08	0,04	3
Ca CO <sub>3</sub> equivalente (%)	54	62	-
P (g/kg)	0,004	0,003	17,9
K (g/kg)	0,35	0,23	2,6
Na (g/kg)	0,21	3,4	7
Ca (g/kg)	4,1	4,2	494
Mg (g/kg)	0,4	1,12	56
Fe (ppm)	0,67	2,6	9700
Cu (ppm)	0,9	0,9	272
Mn (ppm)	1,19	3,8	115
Zn (ppm)	0,44	0,4	905
Cd (ppm)	-	-	4,1
Cr (ppm)	-	-	12,5
Hg (ppm)	-	-	0,9
Ni (ppm)	-	-	17,8
Pb (ppm)	-	-	1,9

Para la determinación de coliformes totales se realiza una extracción de suelo/ agua peptonada en proporción 1:10. La extracción se mantiene en agitación mecánica durante dos horas. Una vez finalizada la agitación se hace una batería de diluciones seriadas y se siembra en placa por extensión utilizando como medio de cultivo Agar-VRBD (Merck) según Mossel (1963).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las bacterias coliformes se comportan de forma semejante en ambos suelos. Se produce un crecimiento exponencial en los primeros doce días siendo mucho mayor en el suelo 1 cuando se somete a irrigación. El menor crecimiento exponencial que se observa en el suelo 2 puede ser debido al alto contenido salino del mismo provocando una mayor lisis bacteriana. A partir del día 21 de iniciado el experimento los recuentos de coliformes bajan drásticamente en ambos suelos, a pesar del mayor crecimiento observado en el suelo 1, llegando a desaparecer el crecimiento por completo en la octava semana de incubación. Los recuentos obtenidos a partir del día 28, son realmente bajos comparados con el número medio de coliformes que tienen los lodos al salir de la depuradora ( $2 \cdot 10^7$  U.F.C/g de lodo), así como los obtenidos en la propia mezcla de suelo y lodo al inicio del experimento.

En las mezclas que no se sometieron a riego se observó un comportamiento completamente distinto, no produciéndose ningún tipo de crecimiento sino una drástica disminución del crecimiento desde el inicio del experimento en ambos suelos, llegando a desaparecer por completo el crecimiento al cabo de los 33 y 40 días para el suelo 1 y 2 respectivamente. Los datos referentes a la presencia de bacterias coliformes en el suelo 1 y 2 aparecen en la figura 1.

Podemos decir que la incorporación de lodo al suelo no va suponer un riesgo de contaminación permanente del mismo por bacterias coliformes totales, ya que éstas desaparecen por completo en un plazo no superior a 100 días. Estos resultados son comparables a los obtenidos por Escoteguy-Pav *et al.* (1993), en los que se estudia la viabilidad de bacterias coliformes totales en suelos enmendados con residuos sólidos urbanos, observándose una reducción de 200 veces el número

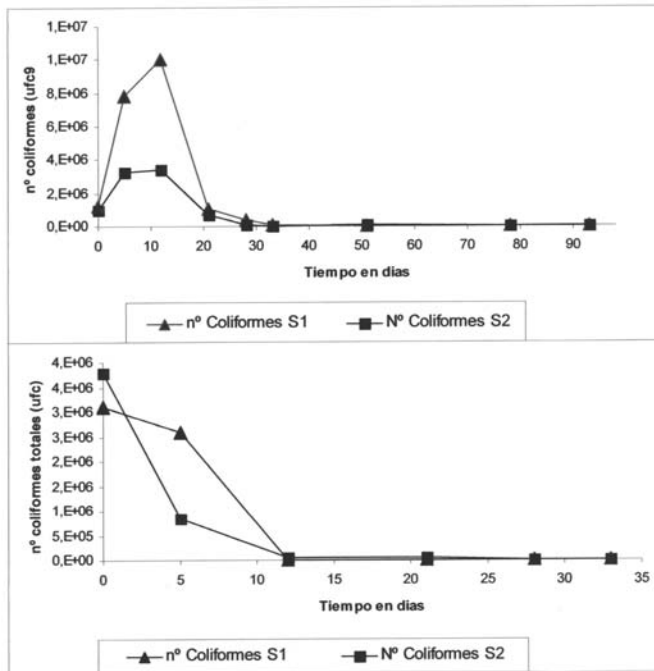


FIGURA 1. Evolución del n° de coliformes totales en los suelos 1 y 2 mantenidos en regadío (I) y sin riego (II)

ro inicial de coliformes totales en el residuo después de su aplicación al suelo.

En el caso de los suelos irrigados la desaparición de las bacterias coliformes se debe a los requerimientos nutricionales de estos microorganismos, temperatura del suelo así como a la competencia que se establece con otros microorganismos típicos del suelo. Esta desaparición es mucho más rápida cuando no hay agua ya que las bacterias coliformes no tienen mecanismos conocidos de resistencia a la desecación, al contrario de lo que ocurre en la mayoría de las bacterias del suelo (Griffin, 1985).

De los resultados obtenidos se infiere que la aplicación de lodos para regeneración de sistemas degradados semiáridos, no implica riesgos de contaminación permanente por coliformes ya que no se observa crecimiento

después de la inoculación en estos suelos, en las condiciones de sequía que normalmente encontramos en ellos produciéndose un descenso muy acelerado de los coliformes hasta su desaparición.

En suelos agrícolas la desaparición de coliformes es acelerada en caso de sequía, pero estas no son las condiciones normales en las que se mantienen los suelos cultivados de zonas semiáridas pues están normalmente sometidos a riego. Los tiempos de permanencia de las bacterias coliformes en estos casos son hasta de 100 días, creemos es necesario profundizar en la investigación de estos temas, teniendo en cuenta el tipo de cultivo para determinar si la presencia de estos microorganismos en el suelo, puede llegar a contaminar las plantas cultivadas lo cual hasta ahora no ha sido demostrado.

## REFERENCIAS

- Bigeriego, M. (1993): Agronomic application of sewage sludge. Curso sobre tratamiento de Residuos Urbanos. CSIC-UAM.
- Dick, W.A., M.A. Tabatabai. (1992): A review: long term effect effects of agricultural system on soil biochemical and microbial parameters. *Agr. Ecosyst. Environ.* 40, 25-36.
- Estcoeguy-Pav, P., Parchen, C., Selbach. P. (1993): Bacterias enteropatógenicas en compostos de lixo domiciliar, solo e planta. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo.* 17, 365-369.
- Felipó, M.T. (1992): Contaminación del suelo e impacto ambiental. Seminario "Contaminación, protección y saneamientos de suelos". UIPM, Valencia.
- García-Orenes, F. (1996): Utilización de lodo de depuradora como enmendante de suelos degradados. Valoración de los cambios en sus propiedades físicas químicas y biológicas. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante.
- Griffin, D.N. (1985): A comparison of the roles of bacteria and fungi. Pag.221-255, in *Bacteria in Nature* Plenum Press. Eds. E.R. Leadbetter & J.S Poindexter. NY.
- Hassing, J., Bonwman, L.A., Zwart, K.B., Bloem, J., Brussaard, L. (1993): Relationship between soil texture, physical protection of organic matter, soil biota and C and N mineralization in grassland soils. *Geoderma* 57, 105-128.
- Lax, A., García-Orenes, F. (1993): Carbohydrates of municipal wastes as aggregation factor of soils. *Soil Technol.* 6, 157-162.
- McGrath, S.P., Chaudri, A., Giller., E. (1995): Long-term effects of metal in sewage sludge on soils, microorganisms and plants. *J. Ind. Microbiol.* 14, 94-104.
- Mossel, D., Mengerink, W.H.J., Scholts., H.H.A. (1963): Use of a modified MacKonkey agar medium for selective growth and enumeration of Enterobacteriaceae. *J. Bact.* 84, 381.
- Sequi, P., Pretruzzelli, G. (1978): Il riciclaggio dei rifiuti. Pericolo per l'inquinamento del terreno. *L'Italia Agric. An.* 115 nº10. Oct.
- Smith, J.L., Papendick, R.I., Benzdicsek, D.F., Lynch, J.M. (1993): Soil organic dynamics and crop residue management. Pag. 65-95, in: Metting, F. B. (Ed). *Soil Microbial Ecology*, Marcel Dekker, NY
- Soler-Rovira, P., Soler-Soler, J., Soler-Rovira, J., Polo. A. (1996): Agricultural use of sewage sludge and its regulation. *Fertil. Res.* 43, 173-177
- Surampally, R.Y., Bannerji, S.K., Chen, J.C. (1994): Microbiological stability of wastewater sludges from activated sludges systems. *Bioresource Technology* 49, 203-207.
- Walter, I. (1992): Contaminación por metales pesados de lodos de depuradora. CSIC, Madrid.
- Wild, S.R., Jones, K.C. (1992). Organics entering agricultural soils in sewage sludges: screening for their potential to transfer to crop plants and livestock. *Sci. Total Environ.* 119, 85-119.

