

## **DESCRIPCIÓN DE UNA EXPERIENCIA PARA LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR NITRATOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LODOS DE DEPURADORA Y ZEOLITA CUBANA AL CULTIVO DEL FRESÓN**

**DE LA TORRE SÁNCHEZ, María Luisa y GRANDE GIL, José Antonio\***

(\*) Grupo de Investigación de Recursos y Calidad del Agua. Escuela Politécnica Superior La Rábida. Universidad de Huelva. 21819 PALOS DE LA FRONTERA (HUELVA)

### **RESUMEN**

En este trabajo se describe la experiencia desarrollada por el Grupo de Recursos y Calidad del Agua, orientado hacia el estudio de las posibilidades de utilización de lodos procedentes de la depuradora de aguas residuales del municipio de Palos de la Frontera (Huelva) en el cultivo del fresón, junto con la adición de zeolita cubana mediante el estudio del beneficio de éstos en la calidad de las aguas subterráneas, así como en el ciclo vegetativo del cultivo.

Paralelamente se estudia el efecto descontaminador que la zona no saturada, así modificada, ejerce sobre los nutrientes aportados por los lodos y la zeolita, mediante comparación de las analíticas efectuadas en los aportes, y en las muestras obtenidas en las cápsulas de teflón colocadas a tal efecto, tanto en las líneas de cultivo tratadas con lodo y zeolita, como en una línea testigo sin tratamiento ninguno, así como en cubetas de experimentación instaladas en la parcela experimental.

De los resultados obtenidos en condiciones experimentales se podrá extrapolar a los cultivos reales de la zona, permitiendo, además de un importante ahorro de agua, una mayor eficacia y menores dosis de abonado y una menor contaminación de las aguas subterráneas, que las harán útiles para otros usos.

**Palabras Clave:** *Nitratos, lodo, zeolita, contaminación, zona no saturada, fresa.*

### **INTRODUCCIÓN**

El desarrollo socioeconómico de cualquier país, lleva aparejada, de forma inmediata, una mayor demanda de agua, que se traduce no sólo en acusados descensos piezométricos en acuíferos sobreexplotados, sino también, y con carácter más general, en una variación en la composición de las aguas naturales, consecuencia directa del vertido de productos que alteran su calidad. Las extracciones incontroladas de agua y el vertido de productos contaminantes en zonas de recarga, constituyen una agresión contra el Medio Ambiente por desgracia frecuente en estos días, que pueden conducir, en algún caso, al total deterioro de las reservas, y en cualquiera de ellos a su degradación. Una correcta planificación de la fertirrigación conduce no sólo a la protección de la calidad de las aguas subterráneas, sino también a un ahorro importante en fertilizantes.

Por otra parte, el reciclado de productos, cualquiera que sea su procedencia, ha de ser uno de los objetivos centrales de una buena gestión medioambiental. Los lodos procedentes de depuradora contienen una apreciable cantidad de materia orgánica que produce una mejora en la estructura del suelo, GIUSQUANI et al. (1995), así como macro y micronutrientes esenciales para los cultivos, TSADILAS et al. (1995), lo que permite una disminución en el aporte de fertilizantes minerales, y en consecuencia una reducción de la contaminación y de los costes de explotación. La zeolita cubana es una arcilla caracterizada por una gran capacidad de retención de agua y de intercambio iónico, BOWMAN et al. (1995), lo que permite su carga con nitrógeno, fósforo y potasio, actuando, mediante su aplicación al suelo, como un abono de lenta liberación, NOTARIO et al. (1994), lo que conlleva que la planta tenga durante más tiempo a su disposición tanto el agua como los nutrientes, disminuyéndose por tanto la cantidad de fertilizantes a aplicar y la contaminación posterior de las aguas subterráneas, GRANDE et al. (1995).

## **DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

### **Descripción de la parcela experimental**

La parcela experimental se encuentra situada en el Recinto de Recogida de Residuos Reciclables (R4), en Palos de la Frontera (Huelva). Esta parcela experimental, con una extensión aproximada de 200 m<sup>2</sup>, está dividida en cuatro zonas, según las distintas aplicaciones realizadas:

- Lomo 1: Se aporta lodo.
- Lomo 2: Se aporta lodo mezclado con zeolita cubana.
- Lomo 3: Se aporta solamente zeolita.
- Lomo 4: Lomo testigo sin aplicación de lodo ni zeolita.

Las concentraciones aportadas de lodo y zeolita se establecen en función de los análisis previos de estos elementos, así como del suelo.

En todos los lomos se cultiva fresón de la variedad Camarosa, reproduciendo las mis-

mas condiciones y empleando las mismas técnicas que utilizan los agricultores del sector. Cada lomo se encuentra equipado con cuatro cápsulas de succión de teflón a las profundidades de 15, 30, 60 y 100 cm en la línea de goteo, además de dos tensiómetros a 30 y 60 cm de profundidad y de dos termómetros de suelo también a 30 y 60 cm.

Las cápsulas de succión de teflón permiten extraer el agua intersticial del suelo de zona no saturada, para su posterior análisis, sin destruir la estructura inicial de éste, MUÑOZ et al. (1995), presentado menos problemas a nivel de modificación de la composición química de las soluciones en lo que respecta a varios elementos que plantean problemas con los muestreadores de cerámica porosa (amonio, potasio, fosfatos o metales), SÁNCHEZ-PÉREZ (1995). Estas cápsulas tienen unas dimensiones de 21 mm de diámetro y 95 mm de alto, y un tamaño de poro de 2 micras. La parte superior está conectada con tubo de teflón que a su vez se conecta con un Erlenmeyer Kitasatos. Estas cápsulas son enterradas en el suelo a las profundidades indicadas anteriormente, realizando el vacío (70 cbar) en el Erlenmeyer que queda en superficie. Al quedar las cápsulas en vacío extraerán el agua intersticial que subirá hasta el Erlenmeyer donde será recogida para su posterior análisis. Al colocarse las cápsulas a diferentes profundidades se podrán estudiar, espacial y temporalmente, las variaciones de los distintos parámetros analizados.

Los tensiómetros nos permiten medir la tensión matricial del suelo, indicándonos el momento de regar, ROJO (1997). Constan de un tubo de unos 2 mm de diámetro lleno de agua en cuyo extremo inferior se encuentra una cápsula de cerámica porosa y en su parte superior un manómetro medidor de vacío.

El lomo testigo tiene la finalidad de controlar las condiciones naturales del terreno, que nos servirán para conocer el grado de influencia sobre las mismas de la experiencia realizada.

Entre cada zona de estudio se ha intercalado un lomo sin aplicación, así como en las cabeceras, con el fin de evitar las interferencias entre ellos, y distorsiones en los resultados de la investigación.

## **Descripción de las cubetas de experimentación**

Se han construido cuatro cubetas de experimentación con una capacidad de 1m<sup>3</sup> cada una. En la parte inferior se colocó una salida para el agua de percolación a fin de poder realizar un balance de masas entre los diferentes aportes, mediante los análisis del agua realizados a tal efecto.

En la parte inferior de cada cubeta se procedió al relleno con grava calibrada, con una cierta pendiente para facilitar la salida del agua de percolación.

En cada una de las cubetas se han repetido las aplicaciones realizadas en los lomos, instalándose dos cápsulas de succión en cada una, a 30 y 60 cm de profundidad.

<b>EXPERIENCIAS EN SUPERFICIE</b>		
<b>CONTROL</b>		<b>FRECUENCIA</b>
<b>CLIMA</b>	Estación meteorológica *	Registro continuo
<b>AGUA DE RIEGO</b>	Caudal Calidad	Diaria Semanal
<b>FERTIRRIEGO Y FITOSANITARIOS</b>	Tipo producto Dosis Modo empleo	Cuando se suministre
<b>CULTIVO</b>	Foliares	En cada campaña

### **CONTROL Y MUESTREO**

Las experiencias a realizar consisten en un control de la zona no saturada, llevándo-

<b>EXPERIENCIAS EN ZONA NO SATURADA</b>		
<b>CONTROL</b>		<b>FRECUENCIA</b>
<b>MUESTREO DE SUELOS</b> anual.	Lomos 1, 2 ,3 y 4. Cubetas 1, 2, 3 y 4.	Cada 30 cm. al instalar cápsulas. Después
<b>MUESTREO DE LODOS</b>	En planta depuradora	Antes de aplicación al cultivo
<b>MUESTREO FOLIAR</b>	En suelo	En cada campaña
<b>MUESTREOS DE AGUA INTERSTICIAL</b>	En parcela y cubetas	Mensual
<b>TEMPERATURA SUELO</b>	Cápsulas de teflón poroso	Semanal
<b>MEDIDA IN SITU DE PARÁMETROS INESTABLES</b>	Termómetros suelo	Semanal
	pH	Semanal
	Conductividad	Semanal

se también un control de la zona saturada con la finalidad de interpretar correctamente qué tipo de fenómenos actúan en la primera y como inciden en la calidad de las aguas del acuífero.

Además, en superficie, se atiende a todas aquellas acciones relacionadas con el cultivo, que tengan incidencia sobre el aporte de contaminantes hacia la zona no saturada (clima, aportes de agua, fertirrigación, lodos, zeolitas, plaguicidas, fungicidas, etc.).

En los cuadros siguientes se sintetizan todas las experiencias que se realizan, así

## **PARÁMETROS A DETERMINAR**

como su frecuencia

\* Los datos climáticos se obtendrán de la estación meteorológica más cercana.

## **PARÁMETROS A DETERMINAR**

Los parámetros a determinar en las diferentes muestras obtenidas serán los siguientes:

### **CLIMÁTICOS**

Velocidad y dirección del viento, radiación global, temperatura y humedad del aire, precipitación, temperatura del suelo, evapotranspiración.

### **BALANCE DE AGUA**

Infiltración, % humedad del suelo.

### **SUELO**

Materia orgánica, pH, nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, carbonatos, cloruros, potasio, salinidad, relación C/N, sodio, textura, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo, zinc.

### **ANÁLISIS DE LODOS**

Materia orgánica, materia seca, pH, nitrógeno, fósforo, relación C/N, cadmio, cobre, níquel, plomo, zinc, mercurio y cromo.

### **ANÁLISIS DE AGUA DE RIEGO**

pH, conductividad, nitratos, sodio, potasio, fosfatos, calcio, magnesio, cloruros, sulfatos.

### **ANÁLISIS DE AGUA INTERSTICIAL (Cápsulas).**

pH, conductividad, nitratos, sodio, potasio, fosfatos, calcio, magnesio, cloruros, sulfatos

### **ANÁLISIS FOLIAR**

Boro, calcio, cobre, fósforo, hierro, magnesio, manganeso, nitrógeno, potasio, sodio, zinc, cloro.

## **TRATAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

De los controles y análisis efectuados se obtendrá una base de datos, que se podrá someter a diferentes tratamientos gráfico-estadísticos como regresión múltiple, para elaborar modelos de variación del fenómeno contaminante; análisis factorial y clúster, para demostrar relaciones cuantitativas entre variables, definir y caracterizar el proceso de contaminación, y definir su grado de dependencia de determinadas acciones antrópicas; análisis de series temporales, para proponer los modelos predictivos de variación del fenómeno contaminante. Además, se establecerán curvas de evolución en el tiempo y en el espacio de parámetros climáticos, agronómicos, edáficos, hídricos, hidrodinámicos e hidroquímicos.

Se realizará un estudio de toda la información obtenida en los tratamientos gráfico-estadísticos descritos anteriormente, para interpretar de forma global el fenómeno de afección sobre el medio hídrico de los agentes contaminantes que se emplean en el cultivo de la fresa y los posibles agentes añadidos por medio de los lodos y zeolitas, conocer cómo se transmiten estos contaminantes desde el punto de empleo a través de la zona no saturada, y que factores la rigen, conocer el grado de incidencia de esta contaminación en las aguas subterráneas, determinar las implicaciones que tendrán dichas afecciones sobre el régimen de uso del acuífero en cuestión para satisfacer demandas urbanas y/o agrícolas, y conocer, en definitiva, la posible reutilización de los lodos y aplicación de las zeolitas en la agricultura, y en particular en el cultivo del fresón.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores desean expresar su máximo agradecimiento al Ayuntamiento de Palos de la Frontera y en particular a su Oficina de Medio Ambiente, que han contribuido de forma notoria, con medios materiales, económicos y humanos, al desarrollo de esta línea de investigación

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BOWMAN, R; HAGGERTY, G; HUDDLESTON, R; NEEL, D & FLYNN, M. (1995). Sorption of non-polar organic compounds, inorganic cations and inorganic oxyanions by surfactant-modified zeolites. ACS Symposium Series. Surfactant-enhanced surface remediation.54-65. American Chemical Society.
- GIUSQUIANI, P; PAGLIALI, M; GIGLIOTTI, G; BUSINELLI, D & BENETTI, A. (1995). Urban waste compost: Effects on physical, chemical and biochemical soil properties. Journal of Environmental Quality. Vol. 24, nº 1. USA.
- GRANDE, J. A; CARMONA, P; GONZALEZ, A y DE LA TORRE, M. L. (1995). Experiencia con zeolitas en cultivos de fresón. Análisis factorial de los datos de una parcela experimental en Lepe (Huelva). Avances en la Investigación en Zona No Saturada pp 373- 381. Sev. Pub. Gobierno

Vasco. Vitoria.

GRANDE, J. A; CARMONA, P; GONZALEZ, A y DE LA TORRE, M. L. (1995). Aplicación de sustratos edafológicos minerales como medida de protección ambiental en cultivos intensivos sobre zonas de recarga de acuíferos. *Avances en la Investigación en Zona No Saturada* pp 381-395. Sev. Pub. Gobierno Vasco. Vitoria.

NOTARIO, J. S; ARTEAGA, I. J; GONZALEZ, M. M y GARCIA, J. E. (1994). Response of alfalfa to a phillipsite-based selow-release fertilizer. *Commun. Soil Sci. Plant. Anal.* 25(13&14), 2231-2245.

ROJO, C. (1997). El riego. *Laboreo* (Agosto) pp. 66-70

SANCHEZ-PEREZ, J. M. (1995). Nuevas tecnologías para el control y muestreo de la zona no saturada. *Avances en la Investigación en Zona No Saturada* pp 33-49. Sev. Pub. Gobierno Vasco. Vitoria.

TSADILAS, C. D; MATSI, T; BARBAYIANNIS, N & DIMOYIANNIS, D. (1995). Influence of sewage sludge application on soil properties and on the distribution and availability of the heavy metal fractions. *Commun. Soil Sci. Plant. Anal.* 26(15&16), 2603-2619.