

## EXPERIENCIAS CONTROLADAS DE RIEGO Y FERTILIZACION EN LA FINCA "EL ENCIN" (ALCALA DE HENARES, MADRID)

Silvia MARTINEZ y Antonio SASTRE

*Dpto. Geología. Universidad de Alcalá de Henares.*

### RESUMEN

*Se presenta una parcela experimental para el estudio de la influencia de diversos procedimientos de fertilización convencional en la incorporación de nitratos a las aguas de infiltración y subterráneas.*

*Igualmente, se dispone de otra parcela experimental dividida en doce subparcelas en las que desde hace diez años se vienen aplicando distintas dosis de lodos de depuradoras de aguas residuales como fertilizantes. En dicha parcela se pretende efectuar un estudio integrado de las posibilidades agrícolas de los mismos, analizando la influencia de esta aplicación sobre la calidad de las aguas de infiltración y subterráneas, los suelos y la producción agronómica.*

### INTRODUCCION

La aplicación de fertilizantes nitrogenados en agricultura, es una práctica común hoy en agronomía, con la que se pretende incrementar la producción agrícola. Pero es un hecho aceptado de forma general que dicha fertilización provoca en mayor o menor medida la transferencia de nitratos a las aguas continentales (Ramos et al, 1993), especialmente a través de las aguas subterráneas, máxime si las cantidades de fertilizante empleadas son superiores a las necesidades nutricionales de las especies cultivadas y si el límite superior de la zona saturada se encuentra próximo a la superficie de aplicación. Lo mismo puede decirse de los productos fitosanitarios utilizados para el control de plagas, malas hierbas u otros riesgos.

Por otro lado, la aplicación de lodos de depuradoras de aguas residuales urbanas como fertilizante agrícola se vislumbra desde hace algun tiempo como la via de solución más conveniente a su eliminación, ya que con la misma se consigue un aprovechamiento de los elementos orgánicos presentes en los mismos, lo que implica, además de su utilización, una reducción en el consumo de fertilizantes inorgánicos (Sastre et al, 1993). Esta aplicación, sin embargo, puede acarrear algunos riesgos medioambientales y sanitarios por la presencia en los lodos de metales pesados y/o microorganismos patógenos -especialmente virus- contenidos en el agua residual depurada, pudiendo quedar mermada la productividad de los suelos y la calidad de los productos dedicados al consumo humano y ganadero. Además, dichos elementos pueden incorporarse a las aguas de

riego que se infiltran a través de la zona no saturada, alcanzando los acuíferos y provocando su contaminación.

Por ello, la utilización con fines agrícolas de lodos de depuradoras debe ser objeto de atención y experimentación, con el fin de prevenir las consecuencias negativas que de dicha actividad pudieran derivarse.

La coincidencia en el Corredor del Henares de una aún importante actividad agrícola, con aplicación excesiva de fertilizantes, hace que las aguas subterráneas presenten elevados contenidos en nitratos. Además, en esta zona la producción de lodos -en continuo aumento-, permite afirmar que iniciativas del tipo de su utilización agraria verán incrementadas sus expectativas en los próximos años.

### ANTECEDENTES

Este estudio se engloba dentro de una experiencia amplia, en la que partiendo de la formación de un equipo pluridisciplinar, se pretende hacer un estudio integrado de las repercusiones de la aplicación de fertilizantes de diferente naturaleza en la producción agronómica, en las características de los suelos y en la influencia de estas actividades en la calidad de las aguas.

Desde hace casi diez años un grupo de investigadores vinculados al INIA están experimentando con la aplicación de lodos al suelo de forma intensiva en una parcela experimental sita en la finca "La Canaleja", incluida en el complejo de El Encín. En dichas experiencias se han obtenido resultados alentadores en lo que concierne al rendimiento agrícola y a la mejora del suelo en el contenido en materia orgánica (Bigeriego et al, 1984). Se han apreciado, no obstante, incrementos apreciables en el contenido en metales pesados en el suelo (Sastre et al, 1993) que, sin llegar a superar las cantidades umbrales sugeridas en diversas reglamentaciones, dan pie a un punto de preocupación, toda vez que en dicha experiencia no se ha estudiado hasta el momento el comportamiento del agua de infiltración. Establecido contacto con aquellos investigadores, se ha estimado oportuno articular un equipo de investigación pluridisciplinar para afrontar de forma global la experiencia, dado que se estima que es el único procedimiento para llegar a un resultado integral válido.

### DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

El presente trabajo se está desarrollando en la finca experimental "El Encín", sita en el término municipal de Alcalá de Henares (Fig. 1). La citada finca se ubica en la margen derecha del río Henares, sobre los materiales sedimentarios que constituyen la primera terraza aluvial. El nivel freático en dicha zona se encuentra a profundidades comprendidas entre 2 y 4 metros (Fig. 1).

Dentro del complejo que constituye dicha finca, se han seleccionado dos parcelas experimentales (fig. 2):

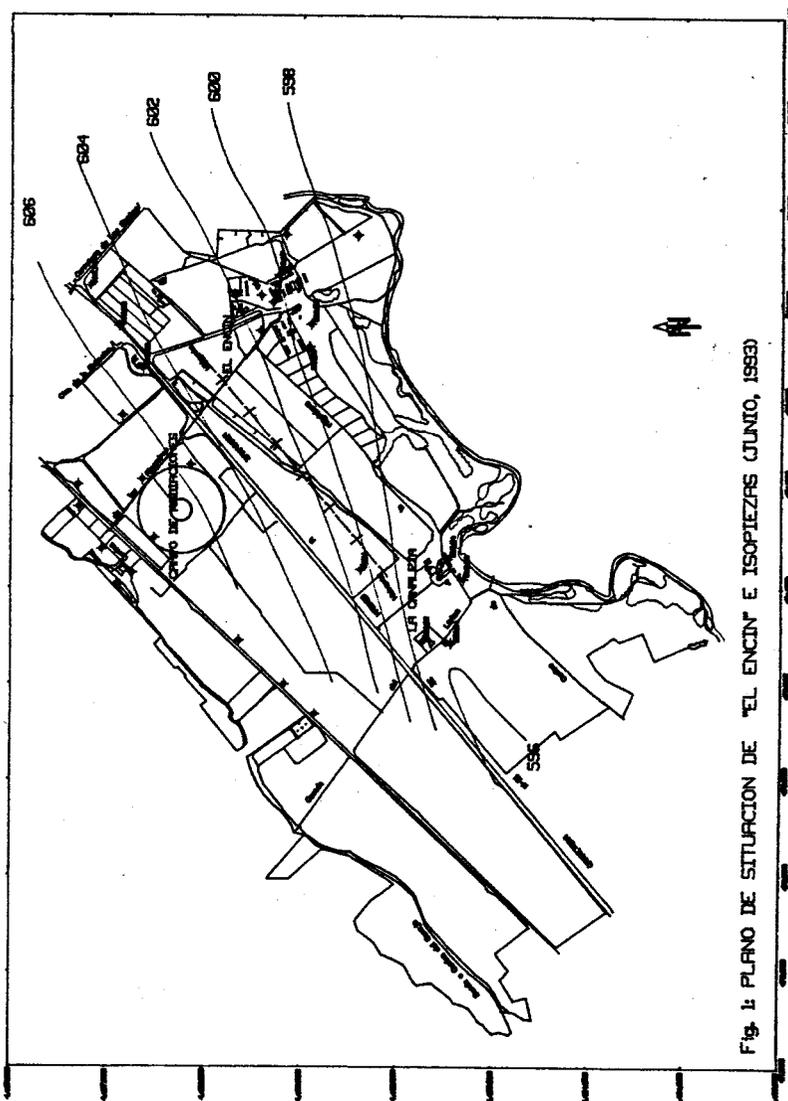
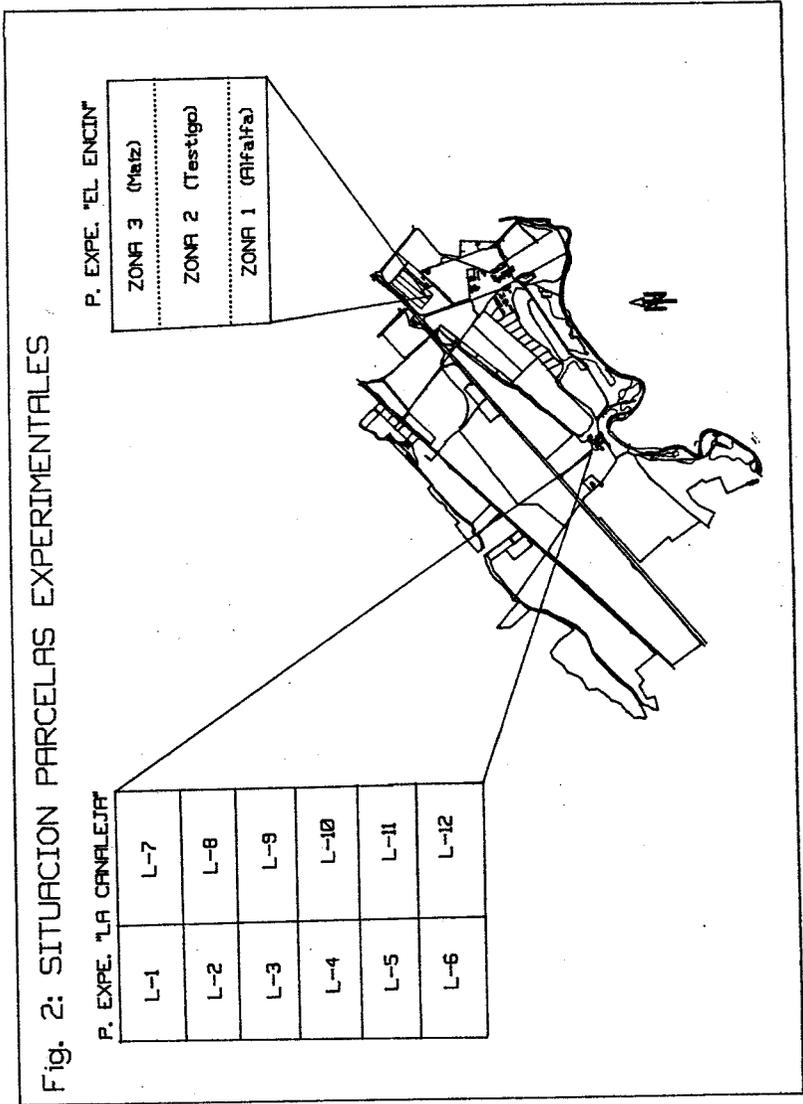


Fig. 1. PLANO DE SITUACION DE "EL ENCIN" E ISOPIEZAS (JUNIO, 1993)

Figura 1. Plano de situación de "El Encín" e isopiezas (Junio, 1993)



a) Parcela experimental "El Encín", en la que se pretende efectuar una estimación del lixiviado de nitratos y de la percolación de plaguicidas y productos derivados a través de la zona no saturada y su incorporación al agua subterránea;

b) Parcela experimental "La Canaleja", en la que de forma continuada y desde hace diez años se viene efectuando una aplicación de lodos en cantidades supuestamente contaminantes. Dicha parcela experimental está integrada por doce subparcelas en las que se aplican seis tipos de tratamientos diferentes, duplicándose cada tipo de tratamiento. La división en subparcelas así como los tratamientos aplicados se esquematizan en la figura 3.

Fig. 3: Parcela experimental de aplicación de lodos "La Canaleja"

T1 (Ø)	V2 (L-50)
M1 (N = L-50)	S2 (L-50)
V1 (L-50)	V2 (L-100)
S1 (L-50)	S2 (L-100)
V1 (L-100)	M2 (N = L-50)
S1 (L-100)	T2(Ø)

**LEYENDA**

T: Testigo  
M: Mineral  
V: Lodo Dep. Viveros  
S: Lodo Dep. Sur  
L-50: 50Kg/ha de lodo  
L-100: 100 Kg/ha de lodo



Figura 3. Parcela experimental de aplicación de lodos "La Canaleja"

## OBJETIVOS

### a) Parcela experimental "El Encín":

- Estudio del flujo a través de la zona no saturada y estimación de los valores de recarga como consecuencia del riego, mediante el empleo de marcadores químicos.
- Estimación del lixiviado de nitratos presentes en el agua de infiltración a través de la zona no saturada y su incorporación al agua subterránea. Relación con el volumen y naturaleza de los fertilizantes empleados.
- Movimiento de plaguicidas a través de la zona no saturada y su incorporación a las aguas subterráneas.
- Influencia de dichas prácticas agrícolas en las características de los suelos y en la producción agraria.

### b) Parcela experimental "La Canaleja":

- Análisis de la influencia de la fertilización masiva con lodos en la calidad de las aguas, tanto de infiltración a través de la zona no saturada como del agua subterránea subyacente, mediante la determinación de parámetros fisicoquímicos indicadores de dicha actividad.
- Análisis de la influencia sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos.
- Análisis de la influencia sobre las características agronómicas de los cultivos.

## METODOLOGÍA

### a) Parcela experimental "El Encín"

Los criterios de selección han sido las dimensiones apropiadas a la experiencia que se pretende realizar, la facilidad de acceso a la misma y la infraestructura disponible en dicha parcela. A efectos del estudio, la parcela se ha dividido en tres zonas (Fig.4). Las zonas 1 y 3, se aprovecharán para el cultivo de diversas especies en régimen de regadío, con distintos tipos y dosis de fertilizantes y plaguicidas. La zona 2, quedará como testigo, no sometándose a ninguna labor agrícola.

En cada una de las zonas descritas se ha procedido a la instalación de seis tensiómetros ubicados a profundidades de 15, 30, 45, 60, 90 y 120 cm. y seis tomamuestras de succión emplazados a profundidades de 30, 45, 60, 90, 120 y 150 cm (Fig. 5).

Además en la zona 1 se han instalado cuatro pluviómetros con disposición diagonal para el control del volumen de riego, configuración adecuada dado que esta zona de la parcela se riega por aspersión.

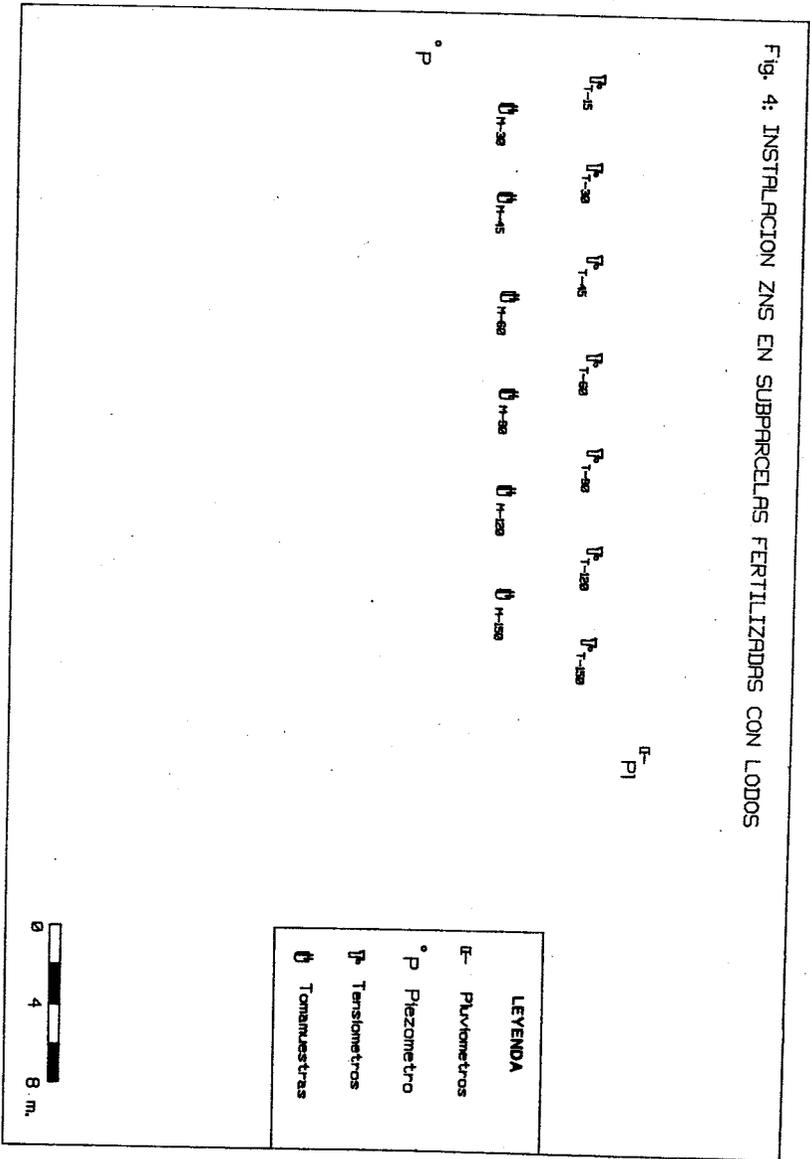


Figura 4. Instalación ZNS en subparcelas fertilizadas con lodos

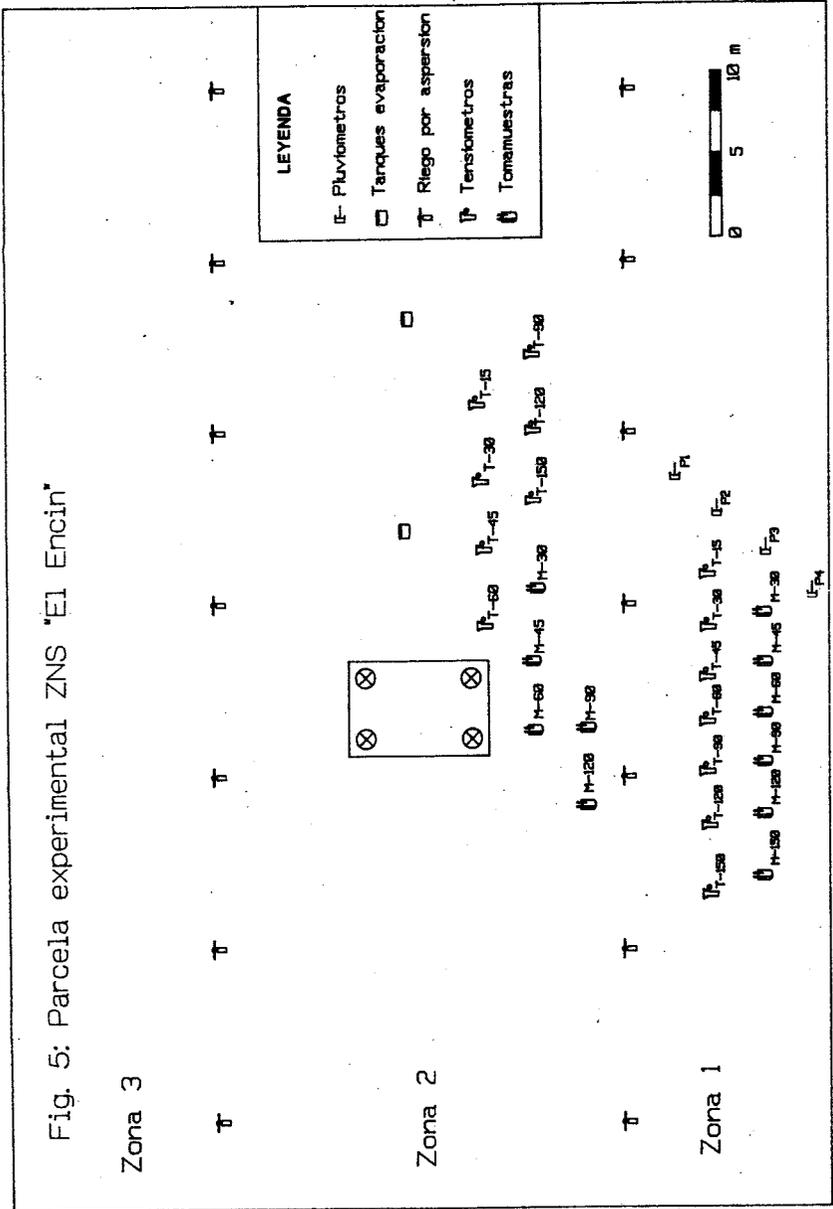


Figura 5. Parcela experimental ZNS "El Encín"

En la zona 2 se han instalado dos tanques de evaporación para control de la misma en la finca. En las otras zonas no se han ubicado por estar virtualmente cubiertas por vegetación y regadas. Se tiene previsto poner también otros cuatro pluviómetros.

En las tres zonas se instalarán además termómetros de máxima y mínima a nivel del suelo así como piezómetros que permitan conocer la profundidad de la zona saturada y el muestreo de agua del acuífero.

Se dispone de una estación meteorológica completa en las inmediaciones de dicha parcela, lo que permite el control diario de la temperatura, precipitación, evaporación, viento, temperatura a nivel de la superficie del suelo y a las profundidades de 10, 20, 50 y 100 cm.

En cuanto al muestreo, se hará una campaña de muestreo de los suelos afectados y no afectados por las actividades agrícolas, recogiendo muestras de las zonas 1, 2 y 3 a las mismas profundidades a las que quedan instalados los tomamuestras y los tensiómetros, así como una muestra superficial. En dichas muestras se hará un análisis físico y químico completo.

Se recogerán muestras de agua de infiltración en zona no saturada, del agua subterránea, del agua de riego y del agua de lluvia. Se hará un análisis químico de mayoritarios, así como de los plaguicidas empleados en cada cultivo.

#### **b) Parcela experimental "La Canaleja"**

Se han seleccionado seis de las doce subparcelas, correspondientes a los tipos de tratamiento empleados. El criterio ha sido fundamentalmente la facilidad de acceso a las mismas y la menor interferencia posible en la mecanización del laboreo agrícola.

Para el análisis de la influencia de la fertilización con lodos sobre las aguas, se instalará la infraestructura necesaria (tomamuestras en zona no saturada, piezómetros y tensiómetros). Se harán asimismo muestreos de agua de lluvia, agua de infiltración y agua subterránea, con determinación analítica de metales y metales pesados y de aniones.

Para el estudio de la influencia sobre los suelos, se tomarán muestras a profundidades coincidentes con las de instalación de tomamuestras. Las muestras se someterán a análisis físico y químico, con determinación -entre otros- de aniones y cationes mayoritarios, metales pesados y contenido en materia orgánica.

Para el estudio de las posibilidades agronómicas de los lodos, se evaluará la producción así como la incorporación de sustancias tóxicas a la vegetación.

#### **CONCLUSIONES**

La aplicación de diferentes tratamientos fertilizantes en agricultura -tanto minerales como orgánicos-, puede conllevar diferencias notables, en lo que a la migración a través de la zona no saturada se refiere, de distintos elementos contenidos en los mismos. Asimismo, podrían observarse

diferencias en la modificación de los suelos por estas prácticas así como en el rendimiento agronómico.

La viabilidad de la aplicación de lodos de depuradoras como fertilizantes agrícolas ha de ponerse de manifiesto mediante un estudio integrado que permita analizar las consecuencias -beneficiosas o nocivas- de dicha aplicación en lo que se refiere a alteración de las características químicas de los suelos, calidad de las aguas de infiltración y subterráneas y producción agronómica.

## BIBLIOGRAFIA

- BIGERIEGO, M. y WALTER, I. (1984). *Proc. II Cong. Nac. Recuperación de Recursos de los Residuos. Tecnologías 2*, 1035 -1043.
- BIGERIEGO, M. Y WALTER, I. (1985). Estudio del valor fertilizante de los lodos de las depuradoras de Madrid. *E. y S. Municipales*. Vol. 3, 22 -26.
- RAMOS, C. (1993). Relaciones agua-suelo-planta. *La zona no saturada y la contaminación de las aguas subterráneas. Primera edición*, pp 27-44.
- RAMOS, C. y VARELA, M. (1993). Lixiviación de nitratos en dos parcelas experimentales en regadío en la región de Valencia. *La zona no saturada y la contaminación de las aguas subterráneas. Primera edición*; pp 183 - 196.
- SASTRE, I.; VICENTE, M.A.; WALTER, I Y LOBO, M.C. (1993). Influencia del aporte continuado de lodos residuales sobre las propiedades físico-químicas de un suelo. *IX Congreso Nacional de Química. Sevilla, 1993*.
- WALTER, I. y BIGERIEGO, M. (1989). Caracterización de los lodos residuales de las estaciones depuradoras del PSI de Madrid. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetal*. Vol 3, 376 - 392.