

## EFFECTO DE LA ADICION DE COMPOST DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS A LAS TURBAS SOBRE LA DISPONIBILIDAD DEL NITROGENO

J. A. Díez<sup>1</sup>, A. POLO<sup>1</sup> y F. GUERRERO<sup>2</sup>

### RESUMEN

Debido a la baja capacidad de mineralización que presentan las turbas, se ha estudiado el efecto del encalado y de la adición de un compost de residuos sólidos urbanos (RSU) a las mismas en condiciones controladas de humedad y temperatura, con el objeto de aumentar su actividad biológica y, sobre todo, incrementar la asimilabilidad del nitrógeno y otros nutrientes.

Este estudio se ha desarrollado mediante la aplicación de la técnica de electroultrafiltración, que permite evaluar tanto el nitrógeno disponible para la planta como la evolución de las diferentes fracciones de nitrógeno durante el proceso de incubación.

Se han seleccionado para este estudio dos turbas ácidas (Llano de Roñanzas, Asturias, y Herbosa, Burgos) y una salina (Torreblanca, Castellón).

Los resultados obtenidos muestran que el factor que más influye sobre la disponibilidad del nitrógeno es la mayor capacidad de mineralización de la turba (Herbosa), especialmente con la adición de compost de RSU. El encalado aumenta sustancialmente la mineralización de las turbas ácidas.

En la turba salina, la simple incubación acelera la mineralización que aumenta con la adición de compost de RSU, disminuyendo el nitrógeno disponible.

### INTRODUCCION

La aplicación de las turbas en la agricultura se ha venido realizando desde hace muchos años y se ha demostrado que ejercen un efecto positivo sobre los suelos, fundamentalmente en la mejora de las propiedades físicas y químicas (BUNT, 1983; FUCHMAN, 1980; GUERRERO *et al.*, 1986; POLO, *et al.*, 1986).

Las turbas presentan, en general, un contenido alto en materia orgánica (GUERRERO, 1987), pero en forma muy estable. Una manera de aumentar su actividad biológica para provocar la transformación de las turbas es la adición de otro tipo de materiales que contengan microorganismos capaces de activar la mineralización de las mismas (DÍEZ, *et al.*, en prensa), provocando una serie de reaccio-

nes fisicoquímicas que den lugar a que se produzca un aumento de las formas asimilables de diferentes nutrientes. Entre estos tipos de materiales se encuentran los residuos urbanos que podrían ser empleados para este tipo de trabajos, lo que permitiría encontrar una nueva alternativa de utilización de estos residuos, que constituyen un grave problema en las grandes ciudades a consecuencia de su almacenamiento.

Los efectos de la aplicación de estos residuos sobre las turbas se valoran habitualmente mediante el control de la evolución de diversos macroelementos, fundamentalmente el nitrógeno. Trabajando en condiciones controladas de humedad y temperatura en el laboratorio se consigue una transformación más intensa en un menor tiempo. Sin embargo, este tipo de estudios no informa adecuadamente de todas las transformaciones que han tenido lugar a lo largo del proceso y mucho menos de la asimilabilidad del nitrógeno originado.

<sup>1</sup> Centro de Ciencias Medioambientales (CSIC). Madrid.

<sup>2</sup> ETS de Ingenieros Agrónomos. Madrid.

El objetivo del presente trabajo es mejorar esta información aplicando la técnica de la electroultrafiltración (EUF) (NEMETH, 1979) para evaluar tanto el nitrógeno disponible como la evolución de las diferentes fracciones de este elemento, en diversos tipos de turbas sometidos a diferentes tratamientos mediante encalado y adición de compost de residuos sólidos urbanos.

## MATERIAL Y METODOS

Se han utilizado tres tipos de turbas españolas, cuyas características fisicoquímicas han sido descritas más ampliamente por GUERRERO (1987):

LL: Turba de Llano de Roñanzas (Asturias).

H: Turba de Herbosa (Burgos).

T: Turba de Torreblanca (Castellón).

El compost de residuos sólidos urbanos (RSU) procede de la planta de tratamientos de residuos sólidos urbanos de Valdemingómez (Madrid), con un período de maduración de cuatro meses y que ha sido ampliamente estudiado por HERNANDO (1987).

El carbono se ha determinado con un analizador Carmograph-12 y el nitrógeno total por el método de Kjeldahl, utilizando un autoanalizador Technicon para la valoración del  $\text{NH}_4$  y la lignina y celulosa, según VAN SOEST y MALCOLM (1968).

La incubación de la turba se ha realizado en el dispositivo propuesto por POLO *et al.* (1983) durante treinta y cinco días a 28° y 75% de humedad equivalente, midiendo diariamente la cantidad de  $\text{CO}_2$  desprendido mediante burbujeo en NaOH y valoración con HCl utilizando timolftaleína como indicador.

Los tratamientos realizados fueron los siguientes:

Turba original sin incubar .....	T
Turba incubada:	
Control .....	I
Encalada con hidróxido cálcico hasta pH: 7 .....	IE
Añadiendo compost de RSU (0,3%)	I + RSU
Añadiendo a la turba encalada com- post de RSU .....	IE + RSU

Las diferentes fracciones obtenidas por EUF (NEMETH, 1979) se han estudiado de acuerdo con el siguiente programa:

Fracción I: treinta minutos, 20° C, 200 v, 15 mA máximo.

Fracción II: cinco minutos, 80° C, 400 v, 150 mA máximo.

Para la extracción por EUF se pesaron 5 g de suelo tamizado por 1 mm y se juntaron los extractos del ánodo y del cátodo de cada fracción.

El nitrógeno total (EUF-N) fue determinado en las fracciones de EUF por radiación ultravioleta y posterior oxidación con persulfato amónico en medio alcalino para transformar los compuestos nitrogenados en nitratos (DÍEZ, 1988). Las determinaciones de nitratos (EUF- $\text{NO}_3$ ) y de amonio (método del nitroprusiato, EUF- $\text{NH}_4$ ) se realizaron con un autoanalizador Technicon.

El contenido de nitrógeno orgánico en los extractos de EUF (EUF-Norg), que corresponde a los compuestos nitrogenados de bajo peso molecular, se obtuvo por diferencia entre el nitrógeno total y el inorgánico (nitratos + amonio).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En las Tablas I y II figuran las características fisicoquímicas más importantes de las turbas y del compost de RSU. La turba de Herbosa es típica-

TABLA I  
CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS TURBAS Y DEL COMPOST

Muestra	CE	pH	% cenizas	% C	C/N	Tipo	% lignina	% Celulosa
LL .....	60	3,5	5,87	44,84	29,76	Hémica	49,1	32,1
H .....	520	3,6	9,34	45,10	37,58	Hémica	35,3	32,1
T .....	10.120	7,1	42,89	27,11	19,36	Sáprica	32,2	22,9
RSU .....	10.000	7,4	45,14	22,32	12,83	—	7,1	21,6

TABLA II  
CONTENIDO DE ELEMENTOS TOTALES DE LAS TURBAS Y DEL COMPOST (mg/100 g)

Muestra	N	Na	K	Ca	Mg	P
LL .....	1.500	57	8	74	89	36
H .....	1.200	103	8	22	89	35
T .....	1.400	2.530	240	4.914	358	15
RSU .....	1.740	600	600	4.600	400	600

mente rubia a lo largo de todo el perfil (1,5 m), tiene un pH muy ácido, bajo contenido de cenizas y la razón C/N más alta de todas. La de Llano de Roñanzas es rubia hasta los 0,9 m, pero negra hasta 1,4 m, lo que indica que se trata de una turba más evolucionada que la anterior con C/N próximo a 30. El caso de la turba de Torreblanca es muy especial, ya que por su situación próxima al mar y su alto contenido de sodio y calcio hacen que sea considerada como salina.

En la turba de Llano de Roñanzas se detectan valores de nitrógeno total elevados (1.500 mg de

N/100 g), bajo contenido de cenizas y valores medios de lignina y celulosa (Tabla II). Los valores de EUF-N y demás compuestos nitrogenados resultantes de su incubación se muestran en la Figura 1.

La adición de compost de RSU no tiene efecto apreciable sobre los valores de EUF-N, debido fundamentalmente a su baja capacidad de mineralización (Tabla III), íntimamente relacionado con el bajo pH y los bajos contenidos de nutrientes. En consecuencia, las propiedades de esta turba hacen que la mineralización de la materia orgánica se en-

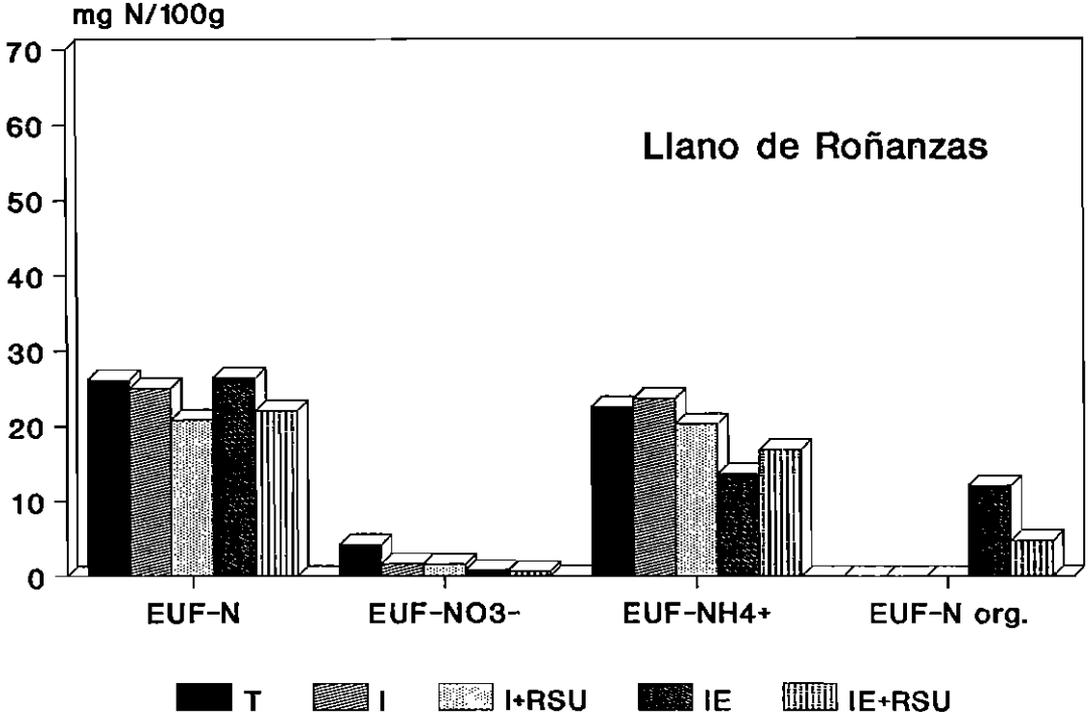


Fig. 1. Evolución de las diferentes fracciones de nitrógeno durante el proceso de incubación de la turba de Llano de Roñanzas sometida a diferentes tratamientos.

cuentre claramente limitada como también lo demuestra la evolución de la actividad microbiana determinada a partir de la relación  $\text{EUF-N}_{\text{org}}/\text{EUF-NO}_3$ , propuesta por NEMETH (1988), cuyos valores se representan en la Figura 2.

Al tratarse de una turba con un pH muy bajo el proceso de mineralización del nitrógeno tiene lugar en torno a la fracción  $\text{EUF-NH}_4$ , por lo que la fracción  $\text{EUF-NO}_3$  no merece ser considerada dados los bajos valores detectados.

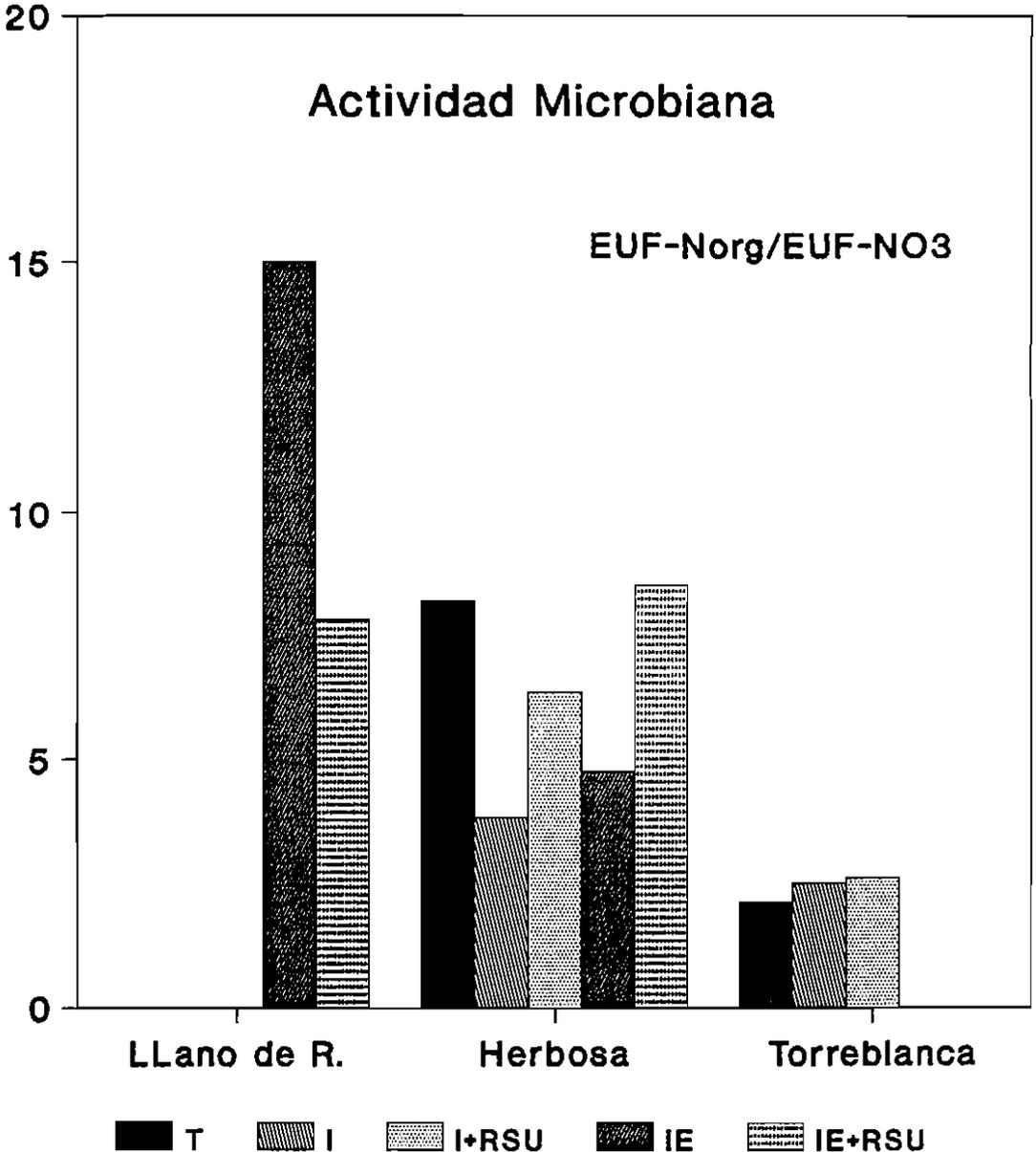


Fig. 2. Evolución de la actividad microbiana durante la incubación de diferentes turbas sometidas a diversos tratamientos.

TABLA III  
CAPACIDAD DE MINERALIZACION DE LAS TURBAS

Muestra	Tratamiento	mg CO <sub>2</sub> desprendidos	% C mineralizado
LL .....	Testigo	100	0,50
	RSU	26	0,13
	Encalado	149	0,75
	Encalado + RSU	279	1,39
H .....	Testigo	371	1,85
	RSU	342	1,79
	Encalado	149	2,61
	Encalado + RSU	339	1,69
T .....	Testigo	76	0,38
	RSU	87	0,44

De los resultados obtenidos se deduce que la adición de pequeñas cantidades de compost de RSU a este tipo de turba no contribuye a aumentar significativamente el contenido de nitrógeno disponible. Sin embargo, el encalado origina un ligero incremento de EUF-N, debido a la reactivación del

proceso de mineralización que se pone de manifiesto por el incremento de carbono mineralizado (Tabla III) y por el fuerte incremento de la actividad microbiana (Fig. 2), si bien no puede ser valorado en toda su intensidad debido a las importantes pérdidas de NH<sub>3</sub> por volatilización durante la incubación en condiciones controladas de humedad y temperatura.

En la turba de Herbosa se produce un comportamiento claramente diferente al mostrado por la de Llano de Roñanzas, a pesar de tratarse también de una turba ácida de tipo hémico. Su simple incubación de la turba (Fig. 3) origina un fuerte aumento de EUF-N, que se ve ligeramente incrementado con la adición de compost de RSU. Este comportamiento se justifica porque la turba tiene, sobre todo, una elevada razón C/N y apreciable riqueza en nutrientes que viene definida por su alta CE (Tabla I), lo que se traduce en una elevada capacidad de mineralización, tal como expresa la Ta-

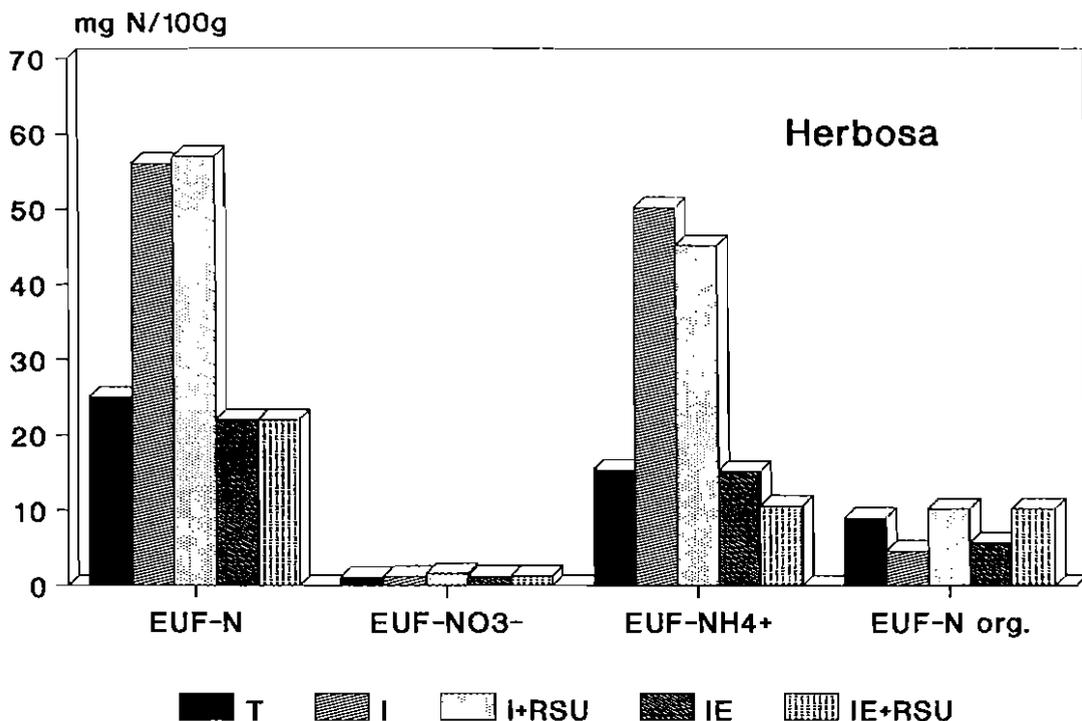


Fig. 3. Evolución de las diferentes fracciones de nitrógeno durante el proceso de incubación de la turba de Herbosa sometida a diferentes tratamientos.

bla III en donde puede comprobarse que los valores del carbono mineralizado son mucho más altos que en la turba de Llano de Roñanzas. Estos resultados son concordantes con los obtenidos por Díez *et al.* (1991) en el tratamiento de las turbas con lodos procedentes de estaciones depuradoras de aguas residuales.

El tratamiento de encalado en esta turba muestra un ligero descenso en las fracciones de EUF-N y EUF-NH<sub>4</sub> que se ve agudizado con la adición de compost de RSU. En el caso de las turbas con alta capacidad de mineralización, el encalado acelera la mineralización y, en consecuencia, las transformaciones del nitrógeno son muy rápidas, de tal modo que el NH<sub>4</sub> evaluado mediante EUF, representa solamente el que quedó en el producto final y constituye una pequeña proporción del que se originó durante la incubación.

Del presente estudio se puede sacar la conclusión de que, si bien el encalado es recomendable como enmienda orgánica de turbas ácidas, este tratamiento debe efectuarse en el mismo momento de

su aplicación al suelo en donde la intensa y rápida liberación del NH<sub>3</sub> puede ser controlada por la captación de las arcillas de tipo 2:1.

Los resultados obtenidos con la turba procedente de Herbosa pueden extenderse a otras turbas con características análogas. En aquellos casos de turbas ácidas con altos valores de la razón C/N, de la CE y elevado contenido de celulosa pero bajo porcentaje de cenizas, la propia turba mejora con la simple incubación bajo condiciones controladas y, a su vez, la adición de compost de RSU beneficia el producto resultante originando un material con elevada cantidad de nitrógeno disponible para las plantas.

La turba procedente de Torreblanca es sustancialmente diferente a las anteriores, debido a su naturaleza de carácter básico. Se trata de una turba salina con una CE muy elevada (10.120 µS/cm), debido fundamentalmente a su alto contenido de Ca y Na, lo que contribuye a que el porcentaje de cenizas sea muy alto y a que la mineralización sea la más baja de todas (Tabla III).

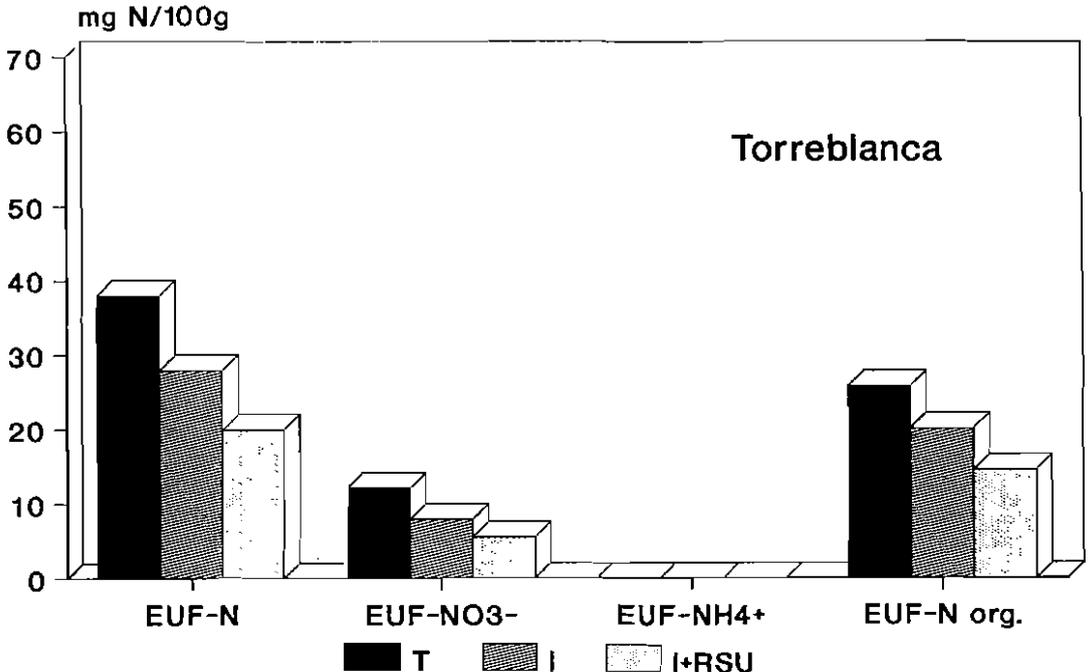


Fig. 4. Evolución de las diferentes fracciones de nitrógeno durante el proceso de incubación de la turba de Torreblanca sometida a diferentes tratamientos.

Obviamente, dado el carácter básico de la turba, no se ha probado el efecto del encalado como en el caso de las dos anteriores. En este caso todas las transformaciones de los compuestos nitrogenados durante la incubación se centran en torno a las fracciones EUF-NO<sub>3</sub> y EUF-N, org. (Fig. 4).

El empleo de esta turba con fines agrícolas, dado su extremado contenido de Ca y Na, puede plantear problemas de salinidad, dependiendo de la dosis aplicada y del contenido en sales del agua de riego. Para evitar este problema debe someterse a un lavado con agua de buena calidad o bien tratarla con yeso para sustituir parte del Na por Ca (DÍEZ *et al.*, 1989).

En las turbas salinas, la simple incubación acelera la mineralización, que aumenta cuando se añade compost de RSU, lo que hace incrementar las pérdidas de nitrógeno por volatilización. Estas turbas presentan serias limitaciones para su aplicación como fertilizante, dado su alto contenido en sales, por lo que en el caso de ser utilizadas deberán aplicarse directamente al suelo sin previa incubación.

## CONCLUSIONES

Como consecuencia de los resultados obtenidos se obtiene como conclusión fundamental que el factor con mayor influencia sobre la disponibilidad de nitrógeno en las turbas incubadas lo constituye la propia naturaleza de la turba, si bien la adición de compost y el encalado tienen una influencia muy variable.

Excepto en la turba de Herbosa con alta capacidad de mineralización, elevado contenido de nitrógeno y alta capacidad de movilización, el resto de las turbas no mejora con ninguno de los tratamientos efectuados. La adición de compost sólo tiene efectos positivos en aquellos casos en que la turba tiene una alta capacidad de mineralización, mientras que el encalado acelera la mineralización, tanto más cuanto más reactiva es la turba originaria, pero al mismo tiempo contribuye a las pérdidas de NH<sub>3</sub> por volatilización. La adición de compost de RSU contribuye a aumentar el efecto del encalado.

En el caso de la turba salina la aplicación de compost de RSU aumenta su mineralización y disminuye el nitrógeno disponible.

## SUMMARY

Due to the low mineralization capacity as displayed by peats, a study was made on the effect of liming and the addition of municipal solid waste (MSW) compost to them under controlled humidity and temperature conditions with the purpose of increasing their biological activity and, above all, to increase the assimilability of nitrogen and other nutrients.

This study was conducted by applying the electro-ultrafiltration technique which enables both the nitrogen available to the plant and the evolution of the different nitrogen fractions during the incubation period to be appraised.

Two acid peats were selected for this survey (Llano de Roñanzas, Asturias, and Herbosa, Burgos) and a saline one (Torreblanca, Castellón).

The results obtained show that the factor most influencing nitrogen availability is the peat's greater mineralization capacity (Herbosa), especially with the addition of the MSW compost. Liming substantially increases the acid peats' mineralization.

Simple incubation in the saline peat accelerates mineralization which increases with the addition of MSW compost, whilst available nitrogen diminishes.

## BIBLIOGRAFIA

BUNT, A. C., 1983: «Physical properties of mixture of peats and minerals of different particle size and bulk density for potting substrates». *Acta Horticulturae*, 150: 155-160.

- DÍEZ, J. A., 1988: «Revisión del método de determinación automático de nitrógeno U.V. oxidable en extractos de suelo». *An. Edafol. Agrobiol.*, 44: 1421-1431.
- DÍEZ, J. A.; GUERRERO, F., y POLO, A., 1989: «Valoración de la capacidad nutriente de diferentes turbas españolas». *Agrochimica*, 34: 252-261.
- DÍEZ, J. A.; POLO, A., y GUERRERO, F. (en prensa): «Effect of adding sewage sludges to peats on N availability».
- GUERRERO, F.; FORTUN, C., y POLO, A., 1986: «Mejora de las propiedades físicas y químicas de una turba ácida». *XXI Reunión de la Soc. Esp. de Química*. Santiago de Compostela.
- GUERRERO, F., 1987: *Estudio de las propiedades físicas y químicas de algunas turbas españolas y su posible aprovechamiento agrícola*. Tesis Doctoral. Univ. Autónoma de Madrid.
- FUCHSMAN, CH. H., 1980: *Peats: industrial, chemistry an technology*. Academic Press. Londres, 279 p.
- HERNANDO, S., 1987: *Aprovechamiento de residuos sólidos urbanos como fuente de materia orgánica y sus efectos sobre las propiedades físicas y químicas del suelo*. Tesis Doctoral. Univ. Autónoma de Madrid.
- NEMETH, K., 1979: «The availability of nutrients in the soil as determined by electroultrafiltration (EUF)». *Adv. Agron.*, 31: 155-187.
- NEMETH, K., 1988: «Wissensftliche Grundlagen der EUF-Stickstoffernpfchung zu Getreide und Hackfrüchten». *EUF-Symposium*. Mannheim (West Germany), 1: 11-46.
- POLO, A.; ALMENDROS, G., y DORADO, E., 1983: «Dispositivo de incubación para el estudio de la mineralización de la materia orgánica del suelo». *An. Edafol. Agrobiol.*, 42: 1335-1340.
- POLO, A.; JACQUIN, F., y MALLOUHI, L., 1986: «Aplicación del  $^{14}\text{C}$  al estudio de la evolución de tres turbas incubadas en condiciones controladas de humedad y temperatura». *Agrochimica*, 30: 447-457.