

Tasa de liberación del nitrógeno de lodos de depuradora aplicados a dos suelos ácidos.

Saleta González Pimentel ¹, María José Lema, Generosa González, Pablo Rodríguez.

¹Estación Fitopatológica do Areeiro. Excma. Diputación de Pontevedra. Subida a Robleda, 36153 Pontevedra, España. saleta@efa-dip.org

Resumen

La valorización de lodos residuales en suelos agrícolas es cada vez más necesaria aunque, conlleva unos riesgos medioambientales entre los que destaca la lixiviación de nitratos. Durante seis semanas consecutivas se ha efectuado un seguimiento a dos suelos ácidos, determinando los nitratos y el amonio en los lixiviados tras la aplicación de siete dosis de lodos de depuradora (5-100 t/ha) y dos fertilizantes químicos. El ensayo se realizó en macetas. Empleamos dos suelos diferentes en el contenido inicial de nitratos (más de 200 ppm frente a 10 ppm), la acidez de cambio (0,4 frente a 0,9 cmoles de aluminio) y el pH en KCl 4,9 y 4,5 respectivamente. Éstos han inducido una diferente liberación de nitratos y amonio a lo largo del tiempo.

En el primer suelo hay una liberación masiva en el primer riego con valores de más de 300 ppm de nitratos para dosis mayores de 70 T/Ha, similares a los de los fertilizantes químicos, disminuyendo progresivamente con los riegos. En el otro suelo la liberación progresiva de nitratos hace que se diferencien dos grupos a partir de la tercera semana de ensayo, los de menos de 20T/Ha que presentan una liberación similar al blanco y los restantes donde se alcanzan las cotas mayores de nitrato en el lixiviado a partir de la tercera semana, con valores por encima de 150 ppm. Antes de efectuar el aporte de un fertilizante (lodo, fertilización química...) a un suelo hay que conocer las características del clima, el suelo y el fertilizante. En nuestro caso, la diferente velocidad de mineralización inducida por el suelo de partida ha sido clave a la hora de obtener pérdidas masivas o retenciones de nitrógeno.

Palabras clave: contaminación agraria, residuos, nitratos, amonio, lixiviación.

Abstract

Title: Release rate of sewage sludge nitrogen applied to two acid soils

One of the best methods of sewage sludge disposal is to recycle it by fertilizing agricultural land. However, its use entails some environmental risks like nitrate leaching. After the addition of seven application rates of sewage sludge (5-100 T/Ha) and two application rates of chemical fertilizer to two acid soils, the NH_4^+ and NO_3^- in the soil and the leachate were studied for six weeks. In one of the soils a high level of NH_4^+ and NO_3^- leaching was observed in the first irrigation. The second studied soil showed a progressive release throughout the second and subsequent irrigations. Soil mineralization speed has been key in obtaining massive losses or retentions of nitrogen. Before applying a fertilizer, it is necessary to know the characteristics of the climate, the soil and the fertilizer.

Keywords: agrarian contamination, wastes, nitrates, amonium, leaching

Introducción

Entre las fuentes difusas que contribuyen a la contaminación de las aguas, la más importante actualmente es la aplicación excesiva o inadecuada de los fertilizantes nitrogenados en agricultura. Uno de los objetivos prioritarios en la gestión sostenible de los ecosistemas agrarios debe ser la protección y conservación de los recursos hídricos (Arauzo, Díez, Hernáiz, 2003). Sin embargo, es de destacar que las medidas de control de la contaminación existentes se basan en estimaciones brutas del riesgo de lixiviación de los distintos agroquímicos, sin considerar la interacción entre clima, cultivo, suelo e hidrogeología de la zona (Muñoz et al 1998).

Esta experiencia consistió en analizar los lixiviados recogidos del riego controlado de dos suelos a los que se les han aplicado distintas dosis de lodos de depuradora y fertilizantes químicos.

Material y Métodos

Se han aplicado a dos suelos diferentes nueve tratamientos (T): siete dosis crecientes de lodos (T1-T7), dos de fertilizantes químicos (T8-T9) y un control (T0). Las cantidades de lodo aplicado son de 5-10-20-50-70-80-100 t/ha (T1-T7), en cuanto a los fertilizantes químicos, se aportan 120 kg/ha de nitrógeno.

En el suelo A se han realizado prácticas continuadas y fertilización química, estando en reposo el último año antes de esta experiencia. En el suelo B no se realizaron prácticas agrícolas con anterioridad. Se han realizado dos muestreos de los suelos al principio y al final del ensayo. Para el suelo A, se han utilizado macetas (1.000 mL de capacidad) con 1.000 g de muestra y cinco réplicas por tratamiento y control. Para el suelo B se han utilizado pots (400 mL de capacidad) con 400 g de muestra y diez réplicas por tratamiento y control.

El lodo (Cuadro 3) procede de una estación depuradora de aguas residuales (EDAR) con un selector anaerobio y un decantador secundario. Las cantidades de metales pesados presentes están dentro de las permitidas bajo el Real Decreto 1310/90. Para los tratamientos T8 y T9 se utilizan el fertilizante 12+12+17 (NH_4^+ 4.3% y NO_3^- 7.7%) y otro fertilizante ternario 4+12+8 (NH_4^+ 2% y Nureico 2%).

Durante el riego (una vez por semana), se han recogido lixiviados para cada uno de los casos, a tiempo 0 (t0) en el momento de la mezcla, a tiempo 1 (t1) a la semana siguiente y sucesivamente hasta el tiempo 5 (t5). En total hay 5 réplicas para cada tratamiento, tiempo y suelo. A estos lixiviados se les han analizado el amonio por el método colorimétrico y los nitratos con el método por ultravioleta (BOE 1987), igual que a los extractos del suelo obtenidos con cloruro cálcico 0,01M (Houba et al 2000).

Resultados

La caracterización de los suelos (Cuadro 1) nos indica que partimos de suelos ácidos con un pH en agua de 5,3 y de 5,6 para los suelos A y B respectivamente. La cantidad total de N inorgánico (suma de NH_4^+ y NO_3^-) es más alta para el suelo A al principio del ensayo; en cambio para el suelo B es al contrario, aparecen valores más altos al final del ensayo (Cuadro 2).

El amonio en los lixiviados del suelo A (Figura 1) en el primer riego (t0), aumenta de modo proporcional a la dosis de lodo recibida por el suelo para cada tratamiento. El tratamiento T9 es el que mayor cantidad de amonio aporta al lixiviado. Al final del ensayo, en t5, no hay diferencias entre tratamientos y blanco.

El análisis de los nitratos refleja que se produce (Figura 2) un aumento de los mismos en el lixiviado a medida que aumenta la dosis de lodo recibida por el suelo durante el primer riego. Aparecen valores similares entre las dosis más altas de lodos (320 ppm) y los tratamientos con fertilizantes químicos (360 ppm) y significativamente diferentes con respecto al blanco (186,5 ppm). Estas diferencias proporcionales a las dosis de lodo aplicadas se van manteniendo hasta la tercera semana, encontrando los valores más altos de nitratos para los tratamientos con fertilizantes químicos. A partir de aquí los valores de nitrato encontrados en los lixiviados del T8 y T9 se desmarcan de los T4-T7 presentando cantidades inferiores a estos últimos y más cercanas al blanco.

Al analizar el amonio en los lixiviados del suelo B (Figura 3) los resultados son diferentes a los del suelo anterior. Por un lado, las pérdidas no se producen masivamente en el primer y segundo lavado, los mayores aportes son en el t3 y por otro lado, hay aportes diferentes de amonio al lixiviado pudiendo agruparse en dosis altas (T4-T7) y bajas (T1-T3) (Figura 3). En T8 y T9 las pérdidas de amonio son en los primeros riegos igual que para el suelo anterior siendo el T9 el que más aporta.

Las distintas cantidades de nitrato presentes en los lixiviados del suelo B (Figura 4), muestran claras diferencias entre los tratamientos con dosis altas de lodos y dosis bajas. Del mismo modo se observa, igual que para el amonio que los mayores aportes para las dosis altas no se realizan durante el primer riego, sino que van repartiéndose más en los riegos posteriores. El T8 es el que mayor cantidad de nitrato aporta al lixiviado y similar al T5 (70T/Ha).

Discusión

De acuerdo con Pinto (2001), la aplicación de un fertilizante con una relación C/N entorno a 15 o menor (Cuadro 3), permitirá que parte del nitrógeno proporcionado por la materia orgánica se libere como nitrógeno inorgánico al degradar los microorganismos la materia orgánica como fuente de carbono y sobrar, proporcionalmente, nitrógeno. Así algunos residuos producen incrementos en la producción vegetal parecidos a los obtenidos con un abonado mineral que se mineraliza rápidamente, pero debe ser manejado para sincronizar dicha mineralización con las necesidades del cultivo y así evitar el lixiviado de nitratos. Según esto, nuestro fertilizante posee una relación C/N de 6,5 y los tratamientos son similares para ambos suelos, es decir la liberación de las formas de nitrógeno está directamente condicionada por la velocidad de mineralización de cada suelo.

En el suelo A hay una rápida mineralización y nitrificación que se refleja en la disminución del NH_4^+ y NO_3^- en el suelo desde el inicio al final del ensayo, coincidiendo con lo indicado por Almendro et al. (2001). Esta situación aparece en los lixiviados, donde las mayores pérdidas tanto de NO_3^- como de NH_4^+ tienen lugar en el primer lavado y son directamente proporcionales a la dosis aplicada. Estas cantidades van disminuyendo con el paso del tiempo como se indica en los resultados.

En cambio en el suelo B el efecto ha sido otro, por un lado la mineralización más lenta, hace que las pérdidas de amonio se distribuyan más equitativamente a lo largo del tiempo, alcanzándose los valores más altos en los riegos intermedios, apareciendo reflejado también el efecto de la dosis. Por otro lado, coincidiendo con Yoneyama y Yoshida (1978), altas cantidades de amonio retardan la oxidación de éste a nitrito y una cantidad similar a ésta puede disminuir la oxidación de nitrito a nitrato. Esto puede explicar el hecho de que, al final del ensayo haya mayor cantidad de NO_3^- en el suelo B

que al principio. Esta situación también aparece en los lixiviados donde las cantidades más altas están en los riegos intermedios y para las dosis por encima de 50 T/Ha, tal y como indican Almendro et col (2001) que citan la aparición de la mayor concentración de nitratos en los lixiviados en muestreos intermedios del ensayo.

Los fertilizantes químicos tienen diferente porcentaje de NH_4^+ y NO_3^- lo que se refleja directamente en los resultados ya que independientemente del tipo de suelo las pérdidas por NH_4^+ más altas corresponden al T9 que es el que mayor cantidad aporta inicialmente. En las pérdidas por NO_3^- , la rápida mineralización del suelo A hace que el aporte de T8 y T9 sea similar al T5, en cambio en el suelo B el T8 es el que mayor cantidad de nitrato aporta al lixiviado (partimos de un 64% de nitratos).

Este distinto comportamiento en los suelos frente a las pérdidas de nitratos es indicado también por Alva y Wang (1996) que inciden en la importancia del sustrato, la cobertura vegetal y del momento de aplicación de los tratamientos para que las pérdidas del nitrógeno inorgánico por lixiviación se minimicen.

Antes de efectuar el aporte de un fertilizante (lodo, fertilización química...) a un suelo hay que conocer las características del clima, suelo y fertilizante, ya que uno de los problemas de esta aplicación es la movilidad de los nitratos del suelo al agua.

Los resultados muestran distinta movilidad de los nitratos a lo largo del tiempo, liberándose masivamente en los primeros lavados o bien con una distribución más proporcionada por lavado según la velocidad de mineralización del suelo. La fertilización química destaca por estar entre las que mayor cantidad de nitratos aportan al lixiviado. En cuanto a las dosis de lodos, los valores de nitratos más elevados en los lixiviados se alcanzan a partir de 50 t/ha, superándose en la mayoría de los lavados los 50 ppm de nitratos, que es la cantidad máxima permitida en aguas superficiales para no ser consideradas como contaminadas por nitratos.

Bibliografía

- Almendro Candel M. B., Navarro Pedreño J., Jordan Vidal M. M., García Sánchez E. y Mataix Solera J. 2001. Ensayos de movilidad de compuestos nitrogenados en zona no saturada. Congreso Investigación, gestión y recuperación de acuíferos contaminados. Alicante.
- Alva A. K. and Wang F. L. Ammonium Adsorption and Desorption in Sandy Soils 1996. *Soil Science Society of America Journal* 64:1669-1674 (2000).
- Arauzo M., Díez J. A., Hernáiz P. 2003 Estimación de balances hídricos y lixiviación de nitratos en sistemas agrícolas. Estudios de la zona no saturada del suelo Vol. VI, (39-44) J. Álvarez-Benedí y P. Marinero.
- BOE (Boletín Oficial del Estado). 1987. Orden de 1 de julio de 1987, por la que se aprueban métodos oficiales de análisis fisicoquímicos para aguas potables de consumo público. BOE núm. 163, de 9/7/1987.
- Houba V. J. G., E. J. M. Temminghoff, G.A. Gaikhorst, W. van Vark 2000 Soil analysis procedures using 0,01 M calcium chloride as extraction reagent. *Communications in soil science and plant analysis*. Volume 31 numbers 9&10, 1.299-1.396.
- Muñoz Carpena, R., Parsons, J.E., Socorro, A.R. y Villacé, E. 1998. Simulación por ordenador del transporte y lixiviación de nitratos en un suelo sorribado de Tenerife En: Jornadas sobre la contaminación de las aguas subterráneas: Un Problema Pendiente. Valencia 1998. Aih-Ge.

Pinto M., Del prado A., Castellón A., Merino P. 2001. Dinámica del nitrógeno en el suelo en relación con los residuos orgánicos y el cálculo de las dosis a aplicar. En: Aplicación agrícola de residuos orgánicos. 5º Curso de Ingeniería Ambiental. Libro de resúmenes. Lleida 1-15.

Yoneyama, T., Yoshida, T. (1978). Nitrogen mineralization of sewage sludges in soil. Soil Sci. Plant Nutr. 24 (1): 139-144.

Cuadros y Figuras

Cuadro 1. Análisis de los suelos.

Análisis	pH H ₂ O	pH KCl ⁽¹⁾	M.O. (%) ⁽²⁾	Al (cmol) ⁽⁵⁾
Suelo A	5,3	4,9	4,7	0,4
Suelo B	5,6	4,5	3,9	0,9

(1)pH CIK 0,1M; (2)Técnica de calcinación (3)Método de Olsen; (4)Extracción con CINH₄⁺ 1M; (5) Extracción con CIK 1M

Cuadro 2. Análisis de amonio y nitrato en los suelos A y B

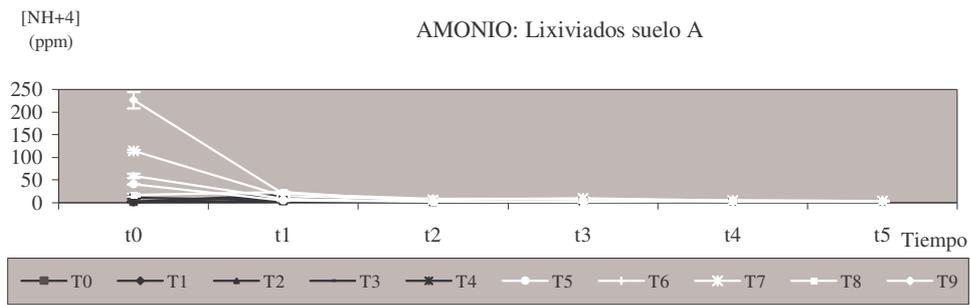
NH ₄ ⁺ (ppm) suelo A										
Tiemp	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
t0	24,9	26,5	31,6	33,4	38,4	57,6	46,6	43,3	34,7	101
t5	8,6	14,1	6,3	7,5	8,0	10,4	6,5	9,1	11,6	12,7
NO ₃ ⁻ (ppm) suelo A										
Tiemp	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
t0	219,8	174	153	147	156	162	139	140	249	128
t5	15,4	31,3	41,5	61,7	97,5	142	55,9	76,1	0	28,8
NH ₄ ⁺ (ppm) suelo B										
Tiemp	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
t0	7	7,8	14,8	20	59	108	106	122	48,5	110
t5	1,1	0	6,8	4,4	3,4	5,7	6,6	12,5	3,9	6,6
NO ₃ ⁻ (ppm) suelo B										
Tiemp	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
t0	10	26,2	38,7	48,6	52	48,9	42,8	45,3	140	18,7
t5	46,4	68	47,2	106	152	225	252	281	76,4	196

Suelos A y B control (T0) 7 dosis de lodos (T1-T7) y de fertilizantes químicos (T8-T9) dos muestreos, inicio (t0) del ensayo y seis semanas después (t5).

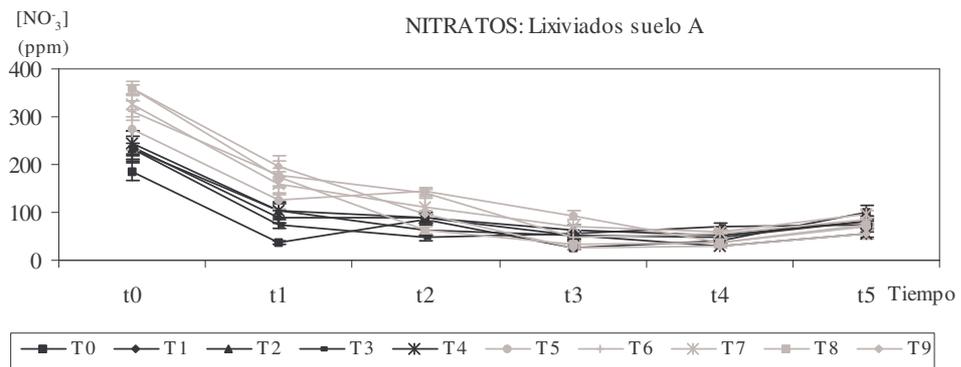
Cuadro 3. Análisis del lodo.

Análisis	pH	Materia seca %	C.E. (dSm ⁻¹)	M.O. ⁽¹⁾ (%)	N total ⁽²⁾ (%)	Relación C/N
Lodo	6,47	18,6	3,18	52,9	4,68	6,5

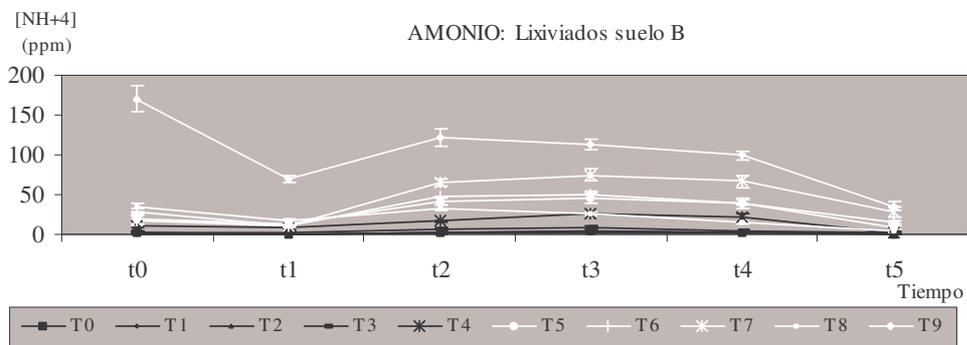
(1)Método de Walkley Black (2) Método Kjeldahl



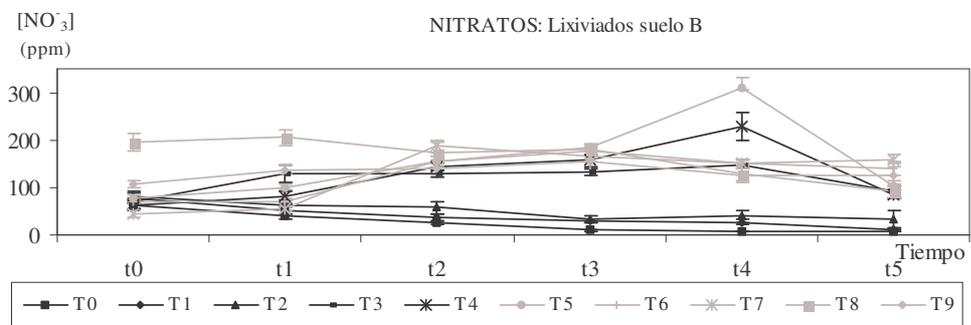
1



2



3



4

Figura 1 Amonio del suelo A; **Figura 2** Nitratos de suelo A; **Figura 3** Amonio del suelo B; **Figura 4** Nitratos de suelo B. Suelos A y B control (T0) 7 dosis de lodos (T1-T7) y de fertilizantes químicos (T8-T9) dos muestreos, inicio (t0) del ensayo y seis semanas después (t5).