

Aplicación de purín deshidratado como abono de fondo en una rotación maíz-trigo: evolución del contenido de nitratos y nitrógeno orgánico en el horizonte superficial

Marithza Ramírez¹, Glòria Roig¹, Kesia García¹, Erika L. Ramos¹, Martí Cabré², Anna Picas², Jordi Comas^{1,*}, Montserrat Pujolá¹

¹Departamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología (DEAB). Universidad Politécnica de Cataluña. Av. del Canal Olímpico, s/n. 08860 - Castelldefels. Barcelona.

²INPROG, S.L. C. Major, 36. 25660 - Alcoletge. Lleida.

* Autor de contacto: jordi.comas-angelet@upc.edu

Resumen

El purín deshidratado ofrece oportunidades para ser utilizado como abono de fondo (composición orientativa de 4-5-7 en nitrógeno, P₂O₅ y K₂O, respectivamente). El nitrógeno contenido en este tipo de productos es principalmente orgánico que puede ser mineralizado en buena parte durante el ciclo del cultivo. El objetivo del presente trabajo es hacer un seguimiento del contenido de N-NO₃⁻ y de N_{org} durante una rotación de cultivos de maíz-trigo en la que se ha aplicado purín deshidratado como fertilizante de fondo. El trabajo se realizó en la explotación agrícola "Sant Joan de Deu" situada en Almacelles (Lleida). El seguimiento del contenido de nitratos en el horizonte superficial (0 a 30 cm) permite detectar el efecto de la fertilización de fondo y de la fertilización de cobertera sobre el contenido de nitratos del suelo. Los primeros datos parecen indicar que se produce una mineralización bastante rápida, aproximadamente del 50% del contenido de nitrógeno del purín deshidratado. La dinámica del N_{org} parece indicar que durante la rotación maíz-trigo se produce una secuencia de mineralización-inmovilización del nitrógeno. Posiblemente el residuo de cosecha del maíz juega un papel importante en la dinámica del nitrógeno que habría que explorar más profundamente.

Palabras clave

Mineralización; Nitratos; Nitrógeno; Purín deshidratado.

INTRODUCCIÓN

Las plantas de tratamiento del purín que usan la cogeneración se han visto beneficiadas con el Real Decreto 2818/1998 de Producción Eléctrica en Régimen Especial (con modificaciones en el Real Decreto-Ley 7/2006), que establece un sistema de incentivos como medio para abordar el tratamiento y reducción de los purines. De tal manera que la energía que genera la planta permite hacer la deshidratación del purín obteniendo un producto seco, que facilita su manejo y utilización. El purín deshidratado ofrece oportunidades para ser comercializado como abono de fondo ya que tienen una composición orientativa de 4-5-7 en nitrógeno, P₂O₅ y K₂O, respectivamente. El nitrógeno contenido en este tipo de productos es principalmente orgánico que puede ser mineralizado en buena parte durante el ciclo del cultivo. El objetivo del presente trabajo es hacer un seguimiento del contenido de N-NO₃⁻ y de N_{org} durante una rotación de cultivos de maíz-trigo en Almacelles, en el valle del Ebro (Lleida), donde se ha aplicado purín deshidratado como fertilizante de fondo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la explotación agrícola "Sant Joan de Deu" situada en Almacelles (Lleida). Las unidades observacionales fueron parcelas de 18 x 18 m² (9 replicas). Se realizaron un total de 33 muestreos de suelo del horizonte superficial (0 a 0,3 m); 16 muestreos durante el cultivo del maíz y 17 muestreos durante el cultivo del trigo. Los muestreos se llevaron a cabo cada 15 días utilizando una sonda Veihmeyer (Veihmeyer, 1929). De cada parcela se obtuvo una muestra compuesta proveniente de tres muestras. El suelo presentó en los 30 primeros centímetros textura

franca, pH ligeramente alcalino (pH: 8,1), contenido de carbonato cálcico equivalente elevado (35%) y con 1,19% de carbono orgánico (C_{org}) (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis del suelo antes de aplicar purín deshidratado.

| Característica | Unidades | Valor |
|--------------------------------|----------|---------------|
| pH agua 1:2,5 | | 8,07 ±0,03 |
| Conductividad eléctrica | dS/m | 0,80 ±0,05 |
| Materia orgánica oxidable | % | 2.06 ±0,09 |
| Carbonato cálcico equivalente | % | 35 ±1,15 |
| Nitrógeno Kjeldahl (s.m.s) | % | 0,15 ±0,09 |
| Nitrógeno nítrico | mg/kg | 102,6 ±13,9 |
| Nitrógeno amoniacal | ppm | 5,93 ±0,61 |
| Fósforo (P) asimilable (Olsen) | ppm | 41,00 ±6,0 |
| Potasio (K) | ppm | 196,33 ±18,8 |
| Magnesio | ppm | 300,33 ±7,17 |
| Calcio | ppm | 8518,33 ±7,84 |
| Sodio | ppm | 114,67 ±3,28 |
| Arena total 0,05<D<2mm | % | 43,53 ±1,44 |
| Limos gruesos 0,02<D<0,05mm | % | 14,77 ±0,45 |
| Limos finos 0,002<D<0,02 mm | % | 23,17 ±0,12 |
| Arcilla D<0,002 mm | % | 18,53 ±1,33 |
| Clase textural USDA | | franca |

El análisis de purín deshidratado puso de manifiesto que el C representaba el 37,53% de la materia seca (MS), mientras que el N total representaba un 3,64%; es decir que la relación C/N era de 10,3. El N_{org} representa el 2,81% y el $N-NH_4$ el 0,34%. Los contenidos de P y de K eran del 2,27 y 5,02% respectivamente, y los de Ca y Mg del 3,54 y 1,54% respectivamente (Tabla 2). El grado de estabilidad (Ministère de l'Agriculture Belge, 1971) del C_{org} era del 44,13%, lo que representaría que el C_{org} fácilmente hidrolizable sería de un 45%.

Tabla 2. Análisis del purín deshidratado (PD) (Roig, 2005).

| Característica | Unidades | Valor |
|-------------------------|----------|-------|
| Materia seca | % | 90,2 |
| pH del agua 1:2,5 | | 8,3 |
| Conductividad eléctrica | dS/m | 30,55 |
| Relación C/N | | 10,3 |
| Materia orgánica | % | 64,7 |
| Nitrógeno Kjeldahl | % | 2,81 |
| Nitrógeno amoniacal | % | 0,34 |
| Fósforo (P) | % | 2,27 |
| Potasio (K) | % | 5,02 |
| Calcio (Ca) | % | 3,75 |
| Magnesio (Mg) | % | 1,54 |

En todas las muestras se realizó un análisis de nitratos y de nitrógeno orgánico. La extracción de nitratos se realizó con $CaCl_2$ 0,01M (Kmecl *et al.*, 2005) y la cuantificación se llevó a cabo por electroforesis capilar. El nitrógeno orgánico se determinó sobre muestra seca siguiendo la metodología propuesta por Tan (1996). La siembra del maíz se realizó a principios de primavera con la variedad Pioneer 27, la densidad de siembra fue 85.000 plantas/ha. La fertilización de fondo se llevó a cabo con purín deshidratado 3 días antes de la siembra del maíz (2500 kg/ha). Se hizo una aplicación de nitrato amónico de cobertera de 150 kg/ha tres meses después, en el estadio v6 del maíz (Ritchie *et al.*, 1992). La cosecha se realizó a los 7 meses cosechándose solamente las mazorcas mientras que la caña se picó e incorporó en el suelo. A los 40 días de la cosecha del maíz

se sembró trigo variedad Aria-sol, con una dosis de siembra de 200 kg por hectárea. La fertilización de fondo se llevó a cabo con purín deshidratado 2 días antes de la siembra del trigo (2000 kg/ha) que se incorporó al igual que en maíz en los 30 primeros centímetros del perfil del suelo. Se aplicó nitrato amónico de cobertera en el estadio 31 del trigo (Zadoks *et al.*, 1974). La cosecha de trigo se realizó en junio.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El contenido inicial medio de N-NO_3^- en el horizonte superficial (0-30 cm) es de 69 mg/kg (Figura 1), lo que indica un valor residual del cultivo precedente bastante elevado. En el muestreo realizado después de la primera aplicación de purín deshidratado (día 8), se detecta un aumento en el contenido de N-NO_3^- de alrededor de 10 mg/kg, valor coherente con el contenido de nitrógeno mineral y el nitrógeno contenido en la fracción hidrolizable del C_{org} suponiendo una relación C/N de 13.

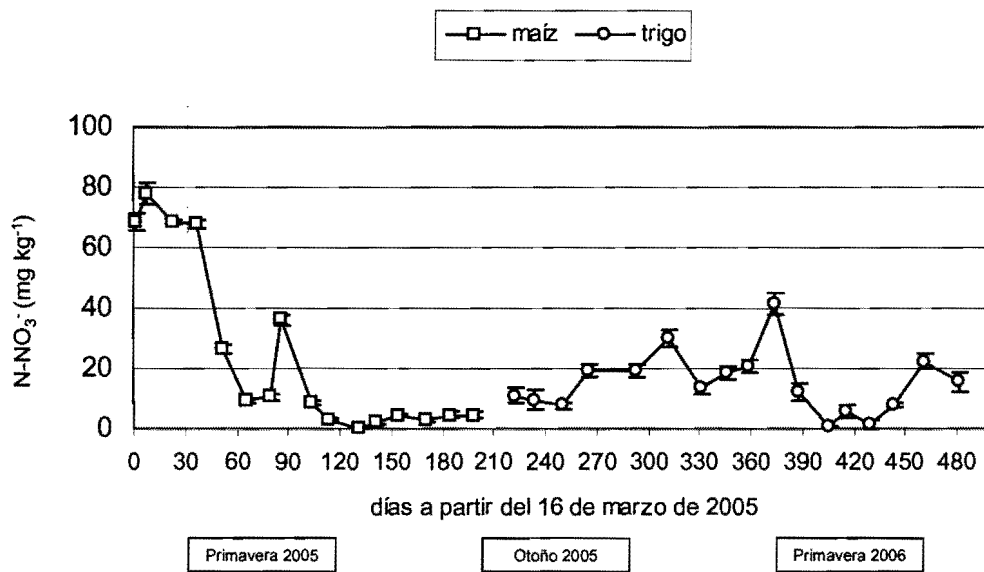


Figura 1. Evolución del contenido de N-NO_3^- en el horizonte superficial (0-30 cm).

A partir del tercer muestreo y hasta el séptimo (días 21 a 80) se observa una disminución continuada de N-NO_3^- en el horizonte superficial (0-30 cm). Sin embargo, pocos días después de la aplicación del nitrógeno de cobertera (día 86), se detecta un aumento de unos 20 mg/kg de N-NO_3^- que aproximadamente corresponde con la aportación del NH_4NO_3 (16 mg/kg). A partir de este momento el contenido de N-NO_3^- en el horizonte superficial sigue disminuyendo hasta la cosecha.

Después de la cosecha del maíz (día 194) el contenido residual de N-NO_3^- en el horizonte superficial es muy bajo, muy inferior al señalado por otros autores (Villar-Mir *et al.*, 2002). Sin embargo, antes de la aplicación de purín deshidratado como fertilizante de fondo para el trigo (día 222) se observa un incremento del N-NO_3^- , probablemente debido a la mineralización de N_{org} en el periodo entre cultivos. Después de la aplicación de purín deshidratado como abono de fondo, no se observa un aumento destacable en el contenido de nitratos hasta los 312 días, lo que podría indicar que durante estos meses más fríos la mineralización del purín deshidratado es mucho más lenta. De nuevo, después de la aportación del NH_4NO_3 como abono de cobertera (día 374) se detecta un aumento del contenido de nitratos de unos 20 mg $\text{N-NO}_3^-/\text{kg}$ suelo (día 372). En maduración fisiológica del trigo, el contenido de N-NO_3^- prácticamente es nulo (día 429). Sin embargo, después de la cosecha el contenido de N-NO_3^- aumenta de nuevo (día 469), indicando una rápida mineralización del N_{org} del suelo. El error típico medio de los muestreos de N-NO_3^- fue de 3,32, un

valor que representa un 17% del contenido medio de $N-NO_3^-$. El contenido de N_{org} del suelo presenta una variabilidad entre muestreos bastante elevada, mucho mayor que la de los muestreos de nitratos. En cambio, el error típico medio es mucho más pequeño en términos relativos, representando un 5% del valor medio del N_{org} . Parece observarse una cierta tendencia hacia la disminución del contenido de N_{org} hasta los 330 días ($-0,56 \text{ mg/kg}$; $R^2 = 0,37$). Posteriormente se observa una tendencia hacia un aumento en el contenido de N_{org} ($1,70 \text{ mg/kg}$, $R^2 = 0,61$) (Figura 2). El error típico medio de los muestreos de N_{org} es de $67,75$, casi un 5% del valor medio del N_{org} . Se trata de un valor relativamente moderado en comparación con la variabilidad entre muestreos, que es bastante elevada.

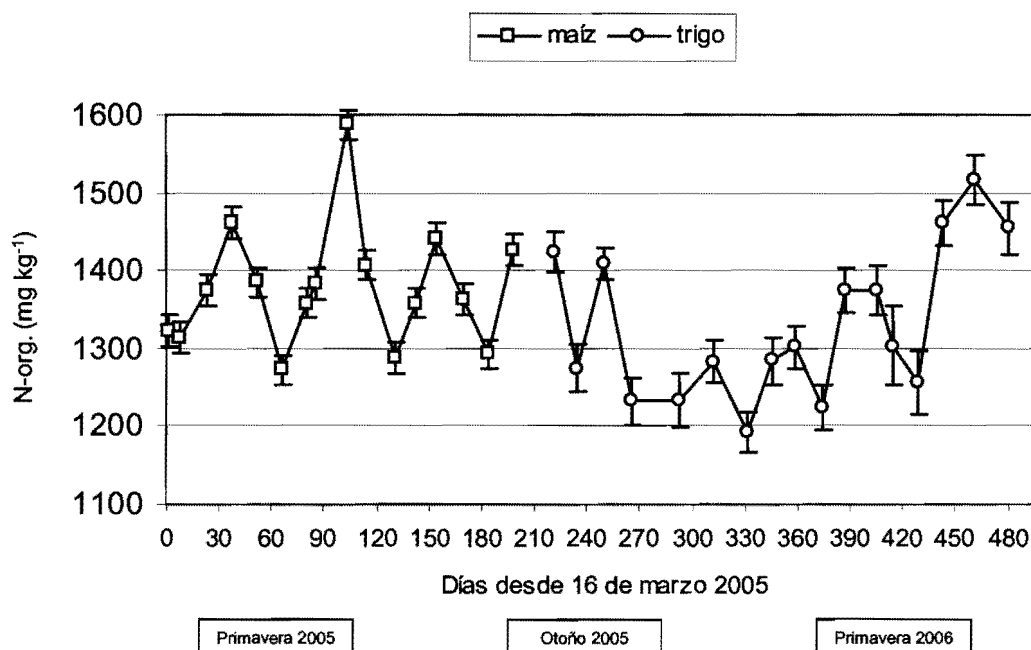


Figura 2. Evolución del contenido de N_{org} en el horizonte superficial (0-30 cm).

Es probable que el residuo de cosecha del maíz, que se puede estimar en unos $770 \text{ mg } C_{org}$ por kg de suelo para una producción en grano de 10.000 kg/ha (Bolinder *et al.*, 2006) - 3,5 veces más que la aplicación de C_{org} procedente del purín deshidratado - juegue un papel importante en la inmovilización de nitrógeno observada a partir de los 330 días. Sin embargo, los datos obtenidos en este estudio observacional no permiten establecer relaciones de causa-efecto en los fenómenos observados.

En conclusión, los resultados del presente estudio parecen indicar que el purín deshidrato aplicado como abono de fondo puede tener una contribución significativa en la fertilización nitrogenada de cereales como el maíz y el trigo. Los resultados observados muestran que posiblemente la mitad del contenido total en nitrógeno del purín deshidratado es disponible al poco tiempo de aplicación si las condiciones edáficas son favorables a la mineralización. Posiblemente los residuos de cosecha del maíz juegan un papel importante en la dinámica del nitrógeno observada en el presente estudio.

REFERENCIAS

- Bolinder, M.A., Janzen, H.H., Gregorich, E.G., Angers, D.A., VandenBygaart, A.J. (2006). An approach for estimating net primary productivity and annual carbon inputs to soil for common agricultural crops in Canada. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **118**(1-4), 29-42.
- Kmecl, M.A., Sušin, J., Zupančič-Kralj, L. (2005). Validation of analytical methods used for determination of nitrate in soil. *Accreditation and Quality Assurance*, **10**(4), 172-176.

- Ministère de l'Agriculture Belge (1971). *Méthodes de Convention pour l'Analyse des Engrais et des Emedements du Sol*. Div. B Ad. Services Economiques d'Inspection des Matières Premières. Part. II. 202-203.
- Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración. BOE 30/12/1998.
- Real Decreto-Ley 7/2006, de 23 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético. BOE 24/06/2006.
- Ritchie, S.W., Hanway, J.J., Benson, G.O. (1992). *How a Corn Plant Develops*. Special Report, 48. Iowa State University. Cooperative Extension Service. Ames. USA.
- Roig, G. (2005). *Estudi de l'Evolució del Nitrogen al Sòl en un Cultiu de Blat de Moro (Zea mays) Fertilitzat amb un Adob Orgànic Procedent del Tractament de Puri*. Treball Final de Carrera. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Tan, K. (1996). *Soil Sampling Preparation and Analysis*. Ed. Marcel Dekker, Inc. USA. 135-165.
- Villar-Mir, J.M., Villar-Mir, P., Stockle, C.O., Ferrer, F., Aran, M. (2002). On-farm monitoring of soil nitrate-nitrogen in irrigated cornfields in the Ebro valley (Northeast Spain). *Agronomy Journal*, **94**(2), 373-380.
- Veihmeyer, F.J. (1929). An improved soil-sampling tube. *Soil Science*, **27**(2), 147-152.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T., Konzak, C.F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, **14**(6), 415-421.