RENS
XXXIV Reunión Nacional de Suelos 2026
Alcoi · Alicante · 1 - 4 septiembre 2026

ESTABILIZACIÓN DEL NITRÓGENO EN DIGESTATO MEDIANTE LA ADICIÓN DE ÁCIDOS INORGÁNICOS

Paula Hernández-Muñoz[1]*, Ana Ramón-Llin[1], Borja López-Abad[1], Sara Ibáñez-Asensio[1], Antonio Luis Lidón[2], Cristina Lull[2], Héctor Moreno-Ramón[1]

1 Centro de Investigación en Regadío y Agrosistemas Mediterráneos (CIRAM), Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, Valencia 46022, España
2 Instituto de Investigación de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA), Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, Valencia 46022, España
*phermuo@upv.es

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En el marco del proyecto europeo ECOLOOP, orientado a la valorización de subproductos de la producción de energía renovable dentro de la economía circular, se estudia el empleo del digestato como enmienda orgánica en suelos agrícolas. El digestato contiene nitrógeno en diferentes formas (orgánico e inorgánico), y su transformación condiciona las pérdidas al medio, y por tanto su disponibilidad para los cultivos. La acidificación del digestato mejora la conservación del nitrógeno al reducir la volatilización del amonio en forma de amoniaco como consecuencia de la disminución del pH. Esto favorece una liberación más gradual y eficiente del nitrógeno, incrementa su aprovechamiento agronómico y contribuye a una gestión más sostenible del suelo.
El objetivo principal de este ensayo es evaluar el efecto de diferentes tratamientos de acidificación, del tiempo y de la temperatura de incubación sobre la evolución de las distintas formas de nitrógeno en el digestato, con el fin de mejorar su conservación y optimizar su aprovechamiento agronómico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Digestato fresco (D)
Ácidos inorgánicos empleados:
- Ácido nítrico (HNO_3) (0,2M)
- Ácido ortofosfórico (H_3PO_4) (0,15M)
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4) (0,09M)

Preparación de la muestra

A 10 g de digestato se le añadieron 22 mL de la solución ácida, ajustandose a una relación 1:10 (m/v).

Combinaciones realizadas



D **D+HNO_3** **D+H_3PO_4** **D+H_2SO_4**

Tras la acidificación del digestato, se estableció un periodo de estabilización de 7 días. Durante este periodo, las muestras acidificadas se incubaron a 5°C y 25 °C, realizándose muestreos a los 2, 5 y 7 días para evaluar la evolución de las distintas formas de nitrógeno y su conservación durante este periodo.

Determinación de Nitrógeno

- **Nitrógeno total Kjeldahl (NTK)**: Determinado mediante el método Kjeldahl.
- **Nitrógeno amónico (NH_4^+–N)**: Analizado mediante el método de destilación con óxido de magnesio (MgO).
- **Amoníaco volatilizado (NH_3-N)**: Cuantificado mediante trampas de ácido bórico.
- **Nitrógeno nítrico (NO_3^-–N)**: Determinado mediante el método espectrofotométrico de la segunda derivada.

CONCLUSIONES

La acidificación del digestato modificó significativamente la dinámica del nitrógeno durante la estabilización, siendo el tratamiento el principal factor que influye en las variables analizadas. El tratamiento con HNO_3 condujo a una mayor concentración de nitratos, mientras que el H_2SO_4 permitió una mayor conservación del nitrógeno en forma amoniacal y redujo las pérdidas por volatilización de amoniaco en un 69% respecto al control. En conjunto, el H_2SO_4, mejora la disponibilidad de nitrógeno mineral, incrementando el balance de nitrógeno en un 38,1% respecto al control aumentando con ello el potencial agronómico del digestato utilizado como enmienda orgánica.

RESULTADOS

Efecto de los factores experimentales sobre las variables analizadas

Tabla 1. Efecto del tiempo de estabilización, del tratamiento de acidificación y de la temperatura de incubación sobre las diferentes formas de nitrógeno analizadas.

	Factores experimentales		
Variables	Tiempo	Tratamiento	Temperatura de incubación
NTK	ns	** *(p=0.0056)*	ns
$N\text{-}NH_4^+$	* *(p=0.0132)*	*** *(p=0.0001)*	ns
$N\text{-}NO_3^-$	** *(p=0.0028)*	*** *(p=0.0000)*	** *(p=0.0020)*

*Análisis de varianza (ANOVA) para el efecto del tiempo, el tratamiento y la temperatura sobre las diferentes variables analizadas Grados de significancia: ***p < 0.001,**p < 0.01, *p < 0.05; ns: no significativo (p > 0.05).*

Dinámica del nitrógeno durante la estabilización del digestato

Tabla 2. Evolución de la concentración de nitrato durante la estabilización del digestato.

	NITRATO (g $N\text{-}NO_3^-$/kg de digestato)		
	Tiempo (días)		
Tratamiento	2	5	7
Digestato	0,914 ± 0,107 aA	0,872 ± 0,333 aA	1,183 ± 0,539 aA
D+HNO_3	16,286 ± 1,377 bB	12,496 ± 1,377 abB	10,800 ± 3,574 aB
D+H_3PO_4	0,528 ± 0,082 aA	0,543 ± 0,082 aA	0,681 ± 0,354 aA
D+H_2SO_4	0,490 ± 0,185 aA	0,621 ± 0,185 aA	0,448 ± 0,035 aA

Valores expresados como media ± desviación estándar (n = 3). Letras minúsculas representan diferencias significativas entre tiempos dentro de un mismo tratamiento. Letras mayúsculas representan diferencias significativas entre tratamientos en un mismo tiempo.

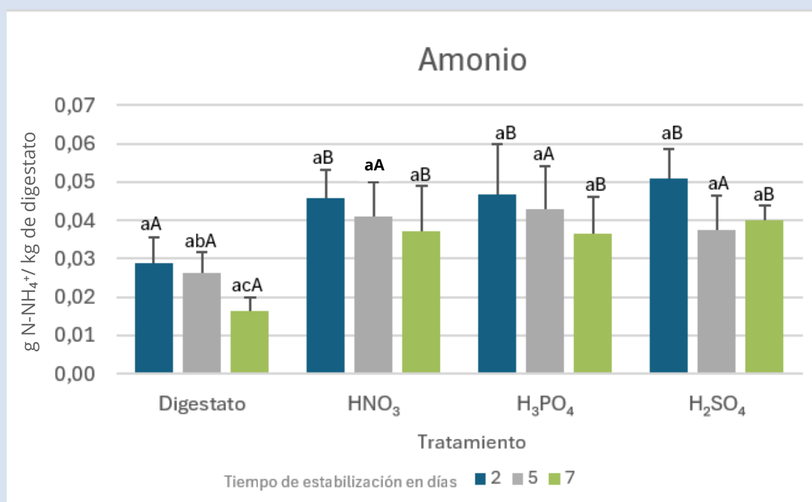


Figura 1. Concentración de amonio durante la estabilización del digestato.

Letras minúsculas representan las diferencias significativas entre tiempos dentro de un mismo tratamiento. Letras mayúsculas representan diferencias significativas entre tratamientos en un mismo tiempo.

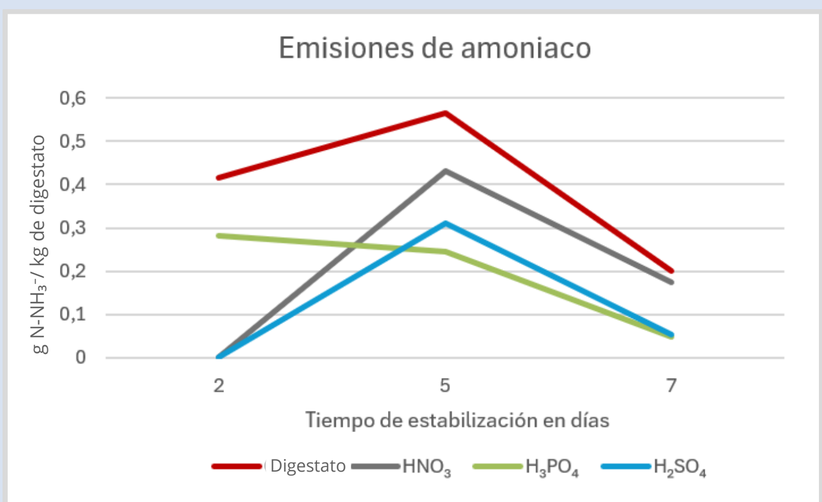


Figura 2. Emisiones de amoniaco acumuladas durante la estabilización del digestato.

www.rens.es

Funded by the European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them. Horizon Europe Grant agreement Nº 101118127