

LA APLICACIÓN DE GALLINAZAS AL SUELO COMO FERTILIZANTE LIBERA GRAN CANTIDAD DE NITRÓGENO INORGÁNICO

Mineralización del nitrógeno en diferentes estiércoles de granjas avícolas

La producción avícola para satisfacer la gran demanda de carne y huevos está aumentando la existencia de granjas con producción casi industrial, lo cual genera un aumento de estiércoles en este tipo de explotaciones. Paralelamente, está aumen-

tando el uso de estos estiércoles, conocidos como gallinazas, como fuente de nitrógeno para distintos tipos de suelos y cultivos, lo que ha motivado el siguiente trabajo cuyo objetivo ha sido evaluar el aporte de nitrógeno de estos residuos.

José V. Martín¹, R. Miralles de Imperial¹,
M.C. García², C. Leon-Cófreces²,
M.M. Delgado¹.

¹ Dpto. Medio Ambiente. Madrid, España.

² Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, Valladolid, España.

provocado cambios muy importantes en los sistemas de producción de los mismos, pasando en el caso de la producción animal de ser extensiva a intensiva, hecho que en el caso concreto de la demanda avícola es más fuerte debido a que se obtienen productos básicos para la alimentación.

Esta transformación de la ganadería además ha modificado el mapa de distribución de las explotaciones, apareciendo en ciertas zonas una alta concentración de animales, que causan una serie de problemas

medioambientales (Givens *et al.*, 1990). Al aumentar el número de animales y concentrarlos en determinadas zonas para ahorrar costes de transporte y manejo, la problemática de los residuos también aumenta.

De esta manera, la tendencia expansiva de la avicultura en los últimos tiempos para satisfacer la gran demanda de carne y huevos, ha generado un aumento muy significativo de los estiércoles generados en las granjas avícolas. Las gallinazas son los estiércoles producidos en explotaciones avícolas; dentro de éstas hay varios tipos dependiendo del tipo de explotación (pollo de engorde o gallina ponedora) y del tipo de tratamiento que se lleva a cabo sobre estas gallinazas (mezclas con paja, serrín, sin mezclar, compostadas, apiladas, etc.). Debido a ello sus características son muy diferentes, aunque el residuo provenga del mismo tipo de animales (Delgado *et al.*, 2007).

El alto contenido de compuestos nitrogenados en forma de ácido úrico excretado en las gallinazas se convierte en urea y $N-NH_4^+$ si se dan unas determinadas condiciones de temperatura, pH y oxígeno, por determinadas reacciones químicas y la actividad microbiana. La hidrólisis del ácido úrico puede ocurrir con un pH alto, una característica típica de las gallinazas (Ruiz *et al.*, 2008). El $N-NH_4^+$ contenido en las gallinazas proviene princi-

El aumento de la población mundial genera una gran demanda de alimentos que necesita ser satisfecha de la mejor manera posible. Esto ha



palmente de la descomposición del ácido úrico durante el apilado o almacenaje, y es mayor que en la gallinaza recién excretada, dado que se pueden producir pérdidas por evaporación (Pratt *et al.*, 2006).

Conocer los procesos del ciclo de nitrógeno que ocurren después del abonado del suelo es esencial para poder estimar el valor de las gallinazas como fuente de nitrógeno para los cultivos. Para su determinación se realizan incubaciones en laboratorio en suelos donde se aplican estas gallinazas, existiendo diferentes tipos de incubación tanto en metodología como en duración. Un parámetro importante en este tipo de experimentos es el tiempo de incubación, debido a la necesidad de realizar valoraciones del residuo en el suelo donde se quiere aplicar lo más rápidas posibles. Por ello en el presente estudio se realiza una incubación corta de cuatro semanas, la cual nos proporciona unos datos aproximados de la mineralización de la gallinaza aplicada al suelo.

El uso más recomendable para este tipo de residuos ganaderos es la aplicación al suelo como fertilizantes, dado que de esta forma se aprovechan los nutrientes y la materia orgánica que poseen en su composición, pero siempre con un control de dosis y tiempos de aplicación según tipos de suelos y cultivos. El objetivo del presente estudio fue evaluar la mineralización del nitrógeno de estos residuos al aplicarlos al suelo, para comprobar las cantidades de nitrógeno disponibles para las plantas en el suelo y así evitar contaminaciones medioambientales.

CUADRO I.

Características de los suelos y gallinazas.

	pH 1:2,5 H ₂ O	N Kjeldahl %	N-NH ₄ ⁺ mg/kg	N-NO ₃ ⁻ mg/kg	C/N	C.orgánico oxidable%	CE dSm ⁻¹
Suelo A	6,87	0,045	2,71	2,34	7,33	0,33	0,09
Suelo B	8,42	0,089	2,71	2,27	4,5	0,4	0,17
GPE	8,24	3,48	7.064,33	363,85	9,6	33,37	9,3
GGP	7,76	4,03	11.319,7	462,42	7,7	31,02	9,47

GPE (pollo engorde) y GGP (gallina ponedora).

Material y métodos

Los suelos utilizados se extrajeron de la capa superficial (0-20 cm) se secaron al aire y se tamizaron en un tamiz de 2 mm. Estos suelos proceden de dos localidades de la provincia de Madrid: una de suelo ácido (SA) de textura franco arenosa y otra de suelo básico (SB) de textura franco arcillosa.

Se seleccionaron dos tipos de gallinaza:

- Gallinaza de pollo de engorde, que se recoge del suelo de la granja al que previamente a la entrada de los animales se le adicionó paja como cama, y después de 45 días (ciclo de explotación), se procede a retirar del suelo la cama mezclada con las deposiciones.

- Gallinaza de gallina ponedora, la cual se recoge mediante cintas situadas debajo de las jaulas, sin ningún tipo de mezcla.

Las características de los suelos y gallinazas se reflejan en el **cuadro I**.

Los parámetros estudiados en los suelos y gallinazas fueron determinados por los siguientes métodos:



Detalle gallinaza pollo de engorde

- El pH se midió en una solución suelo/agua 1:2,5 con un electrodo de vidrio Crison. (MAPA, 1994).

- La conductividad eléctrica (CE) se midió en una solución suelo/agua 1:5 con un electrodo de vidrio Crison (MAPA 1994).

- El nitrógeno se obtuvo mediante el método Kjeldahl (MAPA, 1994).

- El carbono orgánico oxidable se obtuvo por el método de Walkey-Black (APHA, 1998).

POTENCIA SALVAJE. BAJO CONSUMO. PUMA CVX.

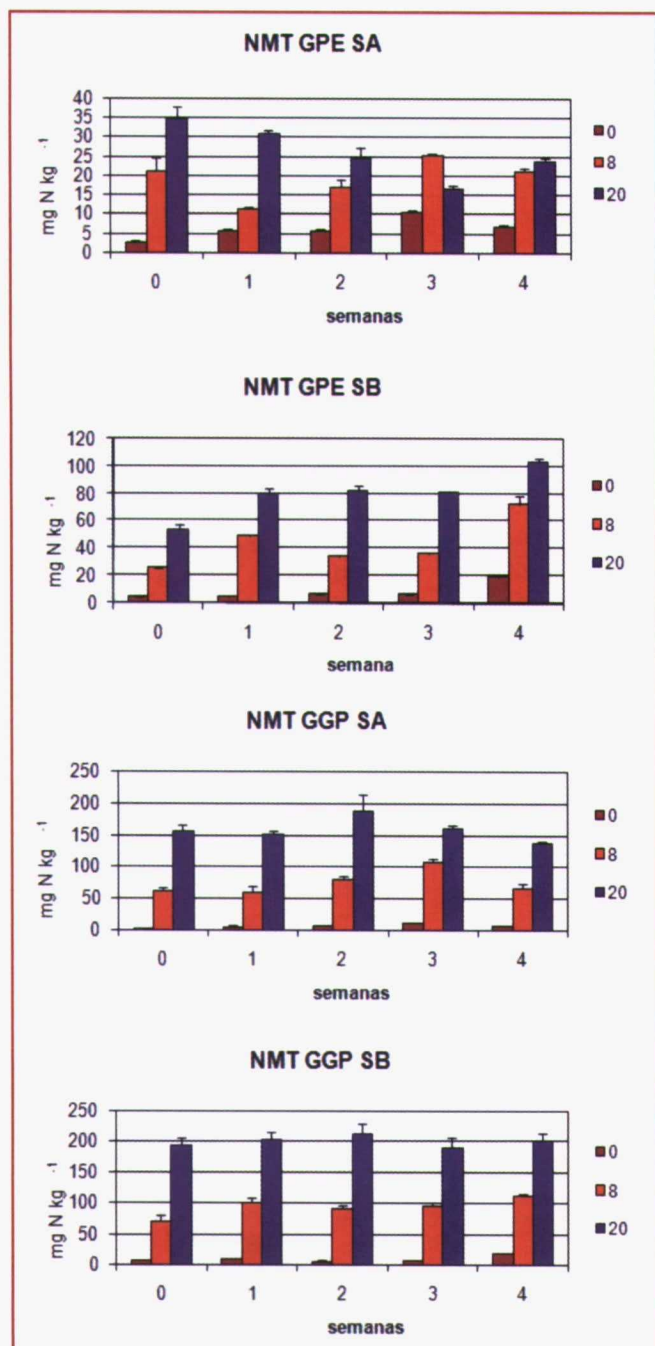
CASE II
AGRICULTURE



PUMA CVX
CON TRANSMISIÓN VARIABLE CONTINUA

FIGURA 1.

Cantidades de nitrógeno mineralizado total (NMT) en suelo A (SA) y suelo B (SB) con gallinaza de pollo de engorde (GPE) y gallinaza de gallina ponedora (GGP) con dosis de 8 y 20 t ha⁻¹.



- El N-NH₄⁺ y N-NO₃⁻ se obtuvieron por el método de destilación por arrastre de vapor (Bremner y Edwards, 1965).

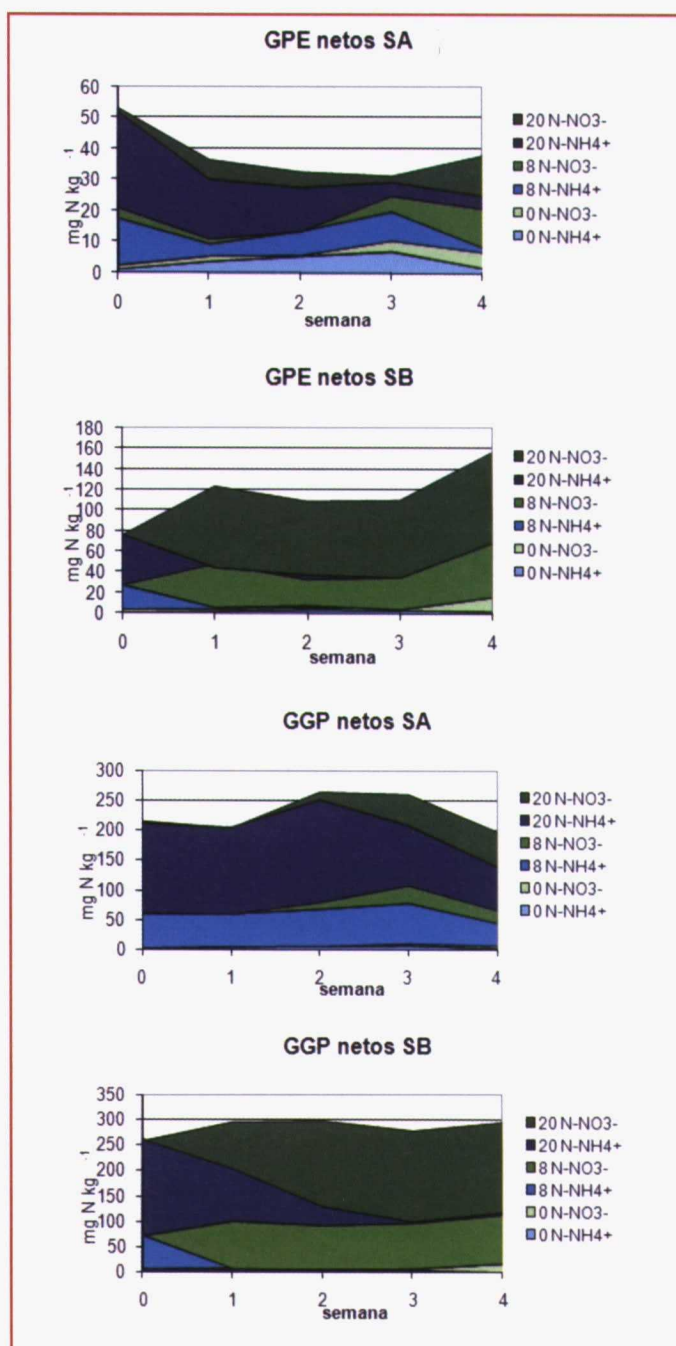
La incubación de los suelos se llevó a cabo en una cámara a temperatura de 25°C y una humedad de 60% de la capacidad de campo del suelo, que se controló pesando semanalmente.

Se emplearon unos contenedores de 500 ml de capacidad, con cierre hermético, en los que se introdujeron cuatro frascos con 10 g de suelo cada uno. En el contenedor se añadieron 10 ml de agua para mantener la humedad en su interior.

El nitrógeno inorgánico contenido en el suelo se valoró al inicio y durante la incuba-

FIGURA 2.

Distribución de las formas inorgánicas N-NH₄⁺ y N-NO₃⁻ del nitrógeno para la GPE y la GGP para dosis 8 y 20 t ha⁻¹ en el suelo A (SA) y suelo B (SB), durante la incubación.



ción a las 1, 2, 3 y 4 semanas. La extracción se realizó mediante la agitación mecánica del suelo durante una hora con una solución extractante de Cl₂Ca 0,01 M y posteriormente se analizaron el N-NH₄⁺ y N-NO₃⁻ mediante destilación por el método Bremner (Bremner y Edwards, 1965).

De cada uno de los cuatro frascos se fue-

ron tomando para realizar los análisis a las 0, 1, 2, 3 y 4 semanas de incubación. Las gallinazas se mezclaron con los suelos a unas dosis equivalentes a 0, 8 y 20 t ha⁻¹, realizándose tres repeticiones de cada tratamiento.

Resultados y discusión

Como se puede apreciar en la **figura 1**, la cantidad de N inorgánico disponible en el suelo fue muy diferente entre los dos residuos, así como entre los suelos para un mismo residuo. Las mayores cantidades de nitrógeno mineralizado total (NMT = suma del nitrógeno amoniacal y nítrico) se obtuvieron con la gallinaza de gallinas ponedoras y el suelo B (básico, franco arcilloso), seguida de esta misma gallinaza en el suelo A (ácido, franco arenoso), en tercer lugar la gallinaza de pollos de engorde en el suelo B y, por último, la gallinaza de pollos de engorde en el suelo A.

Para entender los cambios sufridos por los compuestos nitrogenados desde las gallinazas al suelo, se estudiaron las formas N-NH₄⁺ y N-NO₃⁻ en el suelo a lo largo de la incubación. En la **figura 2** podemos observar no solo las diferencias entre la cantidad total de nitrógeno mineralizado (NMT), sino también las diferencias entre los componentes de este NMT. Lo primero que se observó fue la diferencia en N-NH₄⁺ entre los suelos a tiempo inicial (t=0), análisis realizados después de la incorporación y mezcla de las gallinazas con los suelos. El suelo A presentó una disminución frente al suelo B debido a pérdidas por evaporación al aplicar el residuo; la mayor pérdida en el suelo A es debida a la menor cantidad de arcillas en su composición, que pueden acomplejar con sus cargas negativas el N-NH₄⁺ evitando su emisión. La mayor diferencia se encontró en la nitrificación, que fue muy elevada en el suelo B frente al suelo A en ambos residuos.

Evolución del nitrógeno en el suelo ácido y franco arenoso

En el caso del suelo A se produce en la primera semana una disminución de NH₄⁺ sin aumento de N-NO₃⁻ en las dos gallinazas y dosis, aunque de una forma más acusada en la GPE, lo que pudo deberse a una inmovilización del nitrógeno que se mantuvo hasta la segunda semana de incubación para la dosis 8 t ha⁻¹ y hasta la tercera semana para la dosis 20 t ha⁻¹. En el caso de la GGP dicha inmovilización solo se produjo en la primera semana. A partir de este momento, comenzó a aumentar el NMT en forma de N-NO₃⁻. Las diferencias en cuanto a la inmovilización entre las dos gallinazas fueron debidas a su diferente composición. La GPE contiene paja, que al ser un material con componentes de difícil digestión por los microorganismos genera estos retrasos en la mineralización produciendo inmovilización del nitrógeno (Moral *et al.*, 2005).

Evolución del nitrógeno en el suelo básico y franco arcilloso

Por el contrario, en el suelo B no se aprecian disminuciones al comienzo de la incubación en el NMT, sino un ligero aumento, produciéndose una rápida nitrificación del N-NH₄⁺ presente en el medio e incluso mineralización del N orgánico de los compuestos fácilmente degradables como puede ser ácido úrico de las gallinazas. En GPE se apreció un ligero descenso de NMT entre las semanas segunda y tercera, debido al consumo de los productos fácilmente degrada-



28

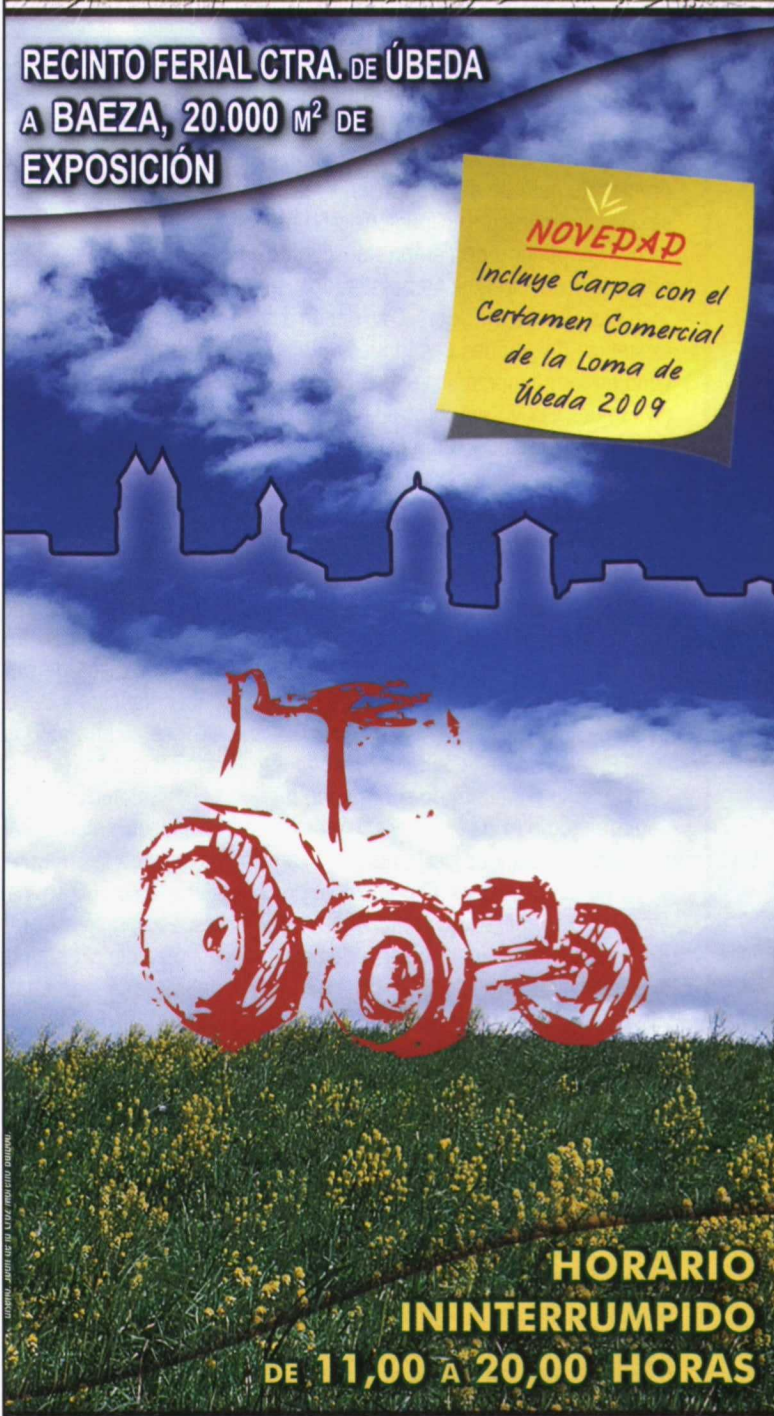
EDICIÓN

FERIA DE MAQUINARIA AGRÍCOLA

RECINTO FERIAL CTRA. DE ÚBEDA
A BAEZA, 20.000 M² DE
EXPOSICIÓN

NOVEDAD

Incluye Carpa con el
Certamen Comercial
de la Loma de
Úbeda 2009



HORARIO
ININTERRUMPIDO
DE 11,00 A 20,00 HORAS

ÚBEDA

17 AL 20 DE SEPTIEMBRE DE 2009

<p style="font-size: 0.8em; margin: 0;">ORGANIZA</p> <p style="font-weight: bold; font-size: 1em; margin: 0;">AYUNTAMIENTO DE ÚBEDA</p> <p style="font-size: 0.8em; margin: 0;">CONSEJALÍA DE AGRICULTURA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO RURAL - ÁREA DE COMERCIO E INDUSTRIA</p>	<p style="font-size: 0.8em; margin: 0;">COLABORAN</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: 0.7em; margin: 0;">Unión Europea Fondo Europeo Agrario de Desarrollo Rural España incluye en las zonas rurales</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: 0.7em; margin: 0;">AYUNTAMIENTO DE ÚBEDA</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: 0.7em; margin: 0;">DIPUTACIÓN DE JAÉN</p> </div> </div>
INFORMACIÓN	
<p>AYUNTAMIENTO DE ÚBEDA - ÁREA DE COMERCIO E INDUSTRIA.</p> <p>Pz. DE JOSEFA MANUEL, S/N, PALACIO DE D. LUIS DE LA CUEVA, 23400 ÚBEDA, JAÉN.</p> <p>TFNO. FAX: 953 75 40 26, E-MAIL: FERIASCOMERCIALES@UBEDAINTERESA.COM</p>	

bles en la primera semana y al consumo de los productos procedentes de la paja en las siguientes.

Porcentaje de mineralización y dosis óptimas de aplicación

Con el objetivo de mejorar la aplicación de estas gallinazas al suelo y hacerlo en la forma y dosis adecuadas, se calcularon el porcentaje neto de mineralización y las tasas de mineralización en función del N orgánico y del periodo de tiempo transcurrido, obteniéndose los siguientes resultados:

- Los altos valores del $t=0$ se deben a la existencia de grandes cantidades de nitrógeno en forma inorgánica en las gallinazas (Whitmore, 2007), así como a la rápida degradación (Gordillo y Cabrera, 1997) en el momento de la aplicación de compuestos como el ácido úrico, urea, etc. Como se puede observar en el **cuadro II** en el caso de GGP en suelo B nada más realizar la aplicación y realizar la mezcla con el suelo se obtuvieron valores del 73% de mineralización, que proviene en un 62% de la digestión de estos compuestos de rápida degradación.

- En el caso de la GPE, las cantidades de nitrógeno mineralizado son mucho menores, en torno al 20%, y proviene prácticamente en su totalidad del N inorgánico presente en las gallinazas. El porcentaje de N orgánico mineralizado es bajo, entre 1,6 y 3,5% en suelo B, e incluso llegando a valores negativos en el suelo A debido a la inmovilización de este nutriente.

- Durante la incubación, los mayores porcentajes de nitrógeno mineralizado fueron para 8 y 20 $t\ ha^{-1}$ con GGP (93% y 80%

CUADRO I.

Porcentaje de mineralización desde las gallinazas y tasa de mineralización a $t=0$.

Suelo	Gallinazas	Dosis $t\ ha^{-1}$	% N mineralizado	% N orgánico mineralizado
SA		0	0,52	
	GPE	8	21	-0,6
		20	14	-8
	GGP	8	58	41
20		59	43	
SB		0	0,96	
	GPE	8	24	3,5
		20	22	1,65
	GGP	8	62	47
		20	73	62

en suelo B, 95 % y 75 % en suelo A, valores similares obtuvieron otros autores Sousa *et al.*, 2002, Cordovil *et al.*, 2005). En el caso de GPE se obtuvieron un 61% y 40% en suelo B, y 17% y 11% en suelo A para 8 y 20 $t\ ha^{-1}$ respectivamente.

- Para la GGP se obtuvieron diferencias entre los suelos solo con la dosis 20 $t\ ha^{-1}$. Con la GPE las diferencias entre suelos fueron más acusadas y en ambas dosis.

- Las tasas de mineralización dependen del N orgánico y del tiempo transcurrido. En GGP se alcanzaron las mayores tasas con la dosis 8 $t\ ha^{-1}$ y en las semanas tercera y cuarta con valores del 94% y 91% para suelos A y B respectivamente. Para la dosis 20 $t\ ha^{-1}$ se alcanzaron las mayores tasas en la segunda semana con 60% y 73% para los suelos A y B respectivamente. La máxima tasa de mineralización alcanzada en la segunda semana fue debida a la gran cantidad de nitrógeno que hay en el conjunto gallinaza-suelo. Después esta tasa descendió con el tiempo, posiblemente debido a procesos de movilización-inmovilización en el suelo por su actividad microbiana. Esto explicaría también las diferencias en las tasas de mineralización entre las distintas dosis de aplicación, siendo siempre mayor la tasa de mineralización en la dosis 8 $t\ ha^{-1}$, ya que la dosis 20 $t\ ha^{-1}$, al ser tan elevada, puede llegar a colapsar la actividad microbológica y enzimática del suelo, así como a generar problemas ambientales.

- En la GPE las mayores tasas de mineralización se produjeron en la semana cuarta de incubación con valores del 50% y 23% en el suelo B para las dosis 8 y 20 $t\ ha^{-1}$ respectivamente. En el suelo A se obtuvieron valores negativos, que indican una inmovilización por parte de los microorganismos que están consumiendo el N inorgánico presente en el residuo para incorporarlo a sus estructura en for-

ma de N orgánico, además los valores -6% y -24% para las dosis 8 y 20 $t\ ha^{-1}$ nos indican que dicha inmovilización fue más alta al aumentar la dosis, que se corresponde con la mayor cantidad de materiales difícilmente degradables contenidos en la paja (Chadwick *et al.*, 2000).

Conclusiones

Según los resultados obtenidos en este ensayo, en la aplicación de este tipo de gallinazas al suelo como fertilizante se debe tener en cuenta la gran cantidad de nitrógeno inorgánico que se libera en el suelo al poco tiempo de su aplicación y las pérdidas de este nitrógeno según la forma de aplicación.

Se deben tener en cuenta también las características del suelo donde se va a aplicar, ya que pueden influir de forma importante en la mineralización, sobre todo en las gallinazas que están mezcladas con otros residuos como la paja, serrín, restos de poda, etc.. Estos residuos pueden llegar a producir inmovilizaciones del nitrógeno.

El momento óptimo de aplicación para GGP sería el de mayores necesidades de nutrientes en el cultivo, para así evitar posibles efectos contaminantes por lavado de nitratos. ●

Agradecimientos

Este estudio se realizó gracias al proyecto RTA 2005-00120-CO2-01 financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología agraria y alimentaria (INIA-FEDER) y ITACyL. Los autores agradecen a Jesús García, María Isabel González y Ángela García su colaboración en las tareas de laboratorio.

Bibliografía

Existe una amplia relación bibliográfica a disposición de los lectores en redaccion@eumedia.es



Proceso de incubación en cámara con control de temperatura y humedad