

# ***EVALUACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE ORIGEN ANIMAL PROCEDENTES DE GRANJAS AVÍCOLAS***



**María del Mar Delgado Arroyo**  
Departamento de Medio Ambiente, INIA, Ctra.  
Coruña Madrid, España.  
delgado@inia.es

**Rosario Miralles de Imperial Hornedo**  
Departamento de Medio Ambiente, INIA, Ctra.  
Coruña Madrid, España.

**José Valero Martín Sánchez**  
Departamento de Medio Ambiente, INIA, Ctra.  
Coruña Madrid, España.

**Cristina León Cófreces**  
Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León.  
Subdirección de Investigación y Tecnología. Ctra.  
Burgos Valladolid, España.

**María Cruz García González**  
Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León.  
Subdirección de Investigación y Tecnología. Ctra.  
Burgos Valladolid, España.

*\*Recibido : Noviembre 15 2006 \*Aceptado : Enero 12 2007*

## **RESUMEN**

La gallinaza, producto de la fermentación de excrementos de aves, es uno de los residuos orgánicos utilizados actualmente en la agricultura como alternativa a la fertilización orgánica tradicional con estiércol clásico. Se ha realizado un estudio fisicoquímico de residuos procedentes de once explotaciones avícolas, representativas de los dos tipos de granjas predominantes en la Comunidad Autónoma de Castilla y León: seis granjas de pollos de engorde y cinco granjas de ponedoras. De los resultados obtenidos se pueden comprobar diferencias significativas en los parámetros estudiados:  $N-NH_4^+$ , pH, ST, SV y CO.

El contenido en  $N-NH_4^+$  es menor en los pollos de engorde por la gran capacidad que tiene la cama que lleva los pollos de fijar el amonio de los excrementos. El carbono oxidable del residuo procedente de pollos de engorde es mayor que el de gallinas ponedoras, debido a la cama orgánica que se mezcla con excrementos con una doble finalidad: facilitar la absorción de estos

excrementos y permitir aislar a los animales del suelo. La gallinaza procedente de los pollos de engorde presenta un menor contenido en nutrientes debido a que están mezclados con una cama de bajo contenido de nutrientes y sólo existen diferencias significativas para el N, el Ca, el Fe y Mn. Por último, respecto al contenido de metales pesados, se comprobó que ninguno de los metales pesados estudiados parece implicar riesgos de toxicidad en el suelo o en los cultivos, con una ausencia total de los metales pesados más tóxicos, como el Cd y el Pb.

## PALABRAS CLAVES

Pollos de engorde, gallinas ponedoras, gallinaza, caracterización del residuo avícola.

## ABSTRACT

*Poultry droppings, product of the fermentation of poultry excrements, are one of the organic residues most used nowadays in agriculture as an alternative to the organic traditional fertilization with classic manure. A physio-chemical study has been carried out with residues proceeding from eleven poultry farms, representing two types of predominant farms in the Autonomous Community of Castile and León: six farms with chickens for fattening up and five farms with laying hens. From the results obtained, it is possible to verify significant differences in the parameters studied: N-NH<sub>4</sub>, pH, ST, SV and CO. N-NH<sub>4</sub> content is lower in chickens for fattening up due to the bed's great capacity to fix ammonium on the excrements. Oxidisable carbon on waste proceeding from chickens for fattening is greater than that from laying hens, due to the organic bed that is mixed with excrements in order to obtain a double purpose: to facilitate the absorption of such excrements and to isolate animals from the soil. The poultry droppings proceeding from fattening poultry have less content of nutrients because they are mixed with a bed with low nutrient content. There are significant differences only for N, Ca, Fe and Mn. In relation to the content of heavy metals, it has been found that none of the heavy metals studied seem to have toxicity risks in soil or in crops. There is total absence of more toxic heavy toxic metals such as Cd and Pb.*

## KEYWORDS

fattening up chickens, laying hens, hen droppings, poultry residues characterization.

## 1. INTRODUCCIÓN

La fuerte demanda de alimentos que ha tenido lugar a nivel mundial en los últimos años ha provocado un cambio en los sistemas de producción agraria y, en el caso concreto de la ganadera, se ha pasado de las típicas explotaciones extensivas ligadas al terreno a las granjas intensivas en donde se ha incrementado la carga ganadera, bien aumentando el número de cabezas en pastoreo o mediante la construcción de granjas intensivas sin suelo.

Esta transformación de la ganadería ha sido más drástica para algunas especies, como la avícola y la porcina, que además han cambiado su mapa de distribución, apareciendo en ciertas zonas una alta concentración de animales, convirtiéndose en la causa principal de los problemas medioambientales (Givens et al., 1990).

Esta nueva situación ha comenzado a crear, a nivel mundial, problemas medioambientales en ciertas zonas geográficas y por ello los países más desarrollados han comenzado a implantar en sus ordenamientos jurídicos una serie de normas que tratan, por una parte de paliar el efecto directo de las propias instalaciones ganaderas sobre el medio ambiente y, por otra, se pretende regular de una forma adecuada la eliminación de los residuos ganaderos (Burton, 2004).

En la Unión Europea existen actualmente dos Directivas en las que se especifican los requisitos que deberán cumplir las nuevas instalaciones intensivas ganaderas para su autorización (Lafayette, 1999). La Directiva 97/11/CEE que modifica la anterior 85/337, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente, contempla que las nuevas explotaciones ganaderas incluidas en su Anexo I apartado 17 desarrollen un estudio completo de Evaluación de Impacto Ambiental, antes de ser autorizadas. Así mismo, la Directiva 96/61/CEE, relativa a la prevención y el control integrados de la contaminación (IPPC), incluye en el apartado 6 del Anexo I a las explotaciones ganaderas que, en función de su tamaño, serán consideradas como una actividad

que deberá evitar o reducir las emisiones a la atmósfera, el agua y el suelo, incluidas las medidas relativas a los residuos, con el fin de alcanzar unos niveles elevados de protección del medio ambiente usando la Mejor Tecnología Disponible, económicamente asumible (IPPC, 2001). Aunque esta normativa reseñada anteriormente incidirá cada día más sobre la legislación de las explotaciones intensivas ganaderas, actualmente la gestión adecuada de los estiércoles ganaderos es la principal problemática medioambiental de la actividad ganadera (Aweto et al., 1993).

A nivel general, el volumen de residuos se ha visto incrementado considerablemente en los últimos años como consecuencia de la mejora del nivel de vida, y asimismo las transformaciones que han tenido lugar en nuestros sectores productivos han cambiado el mapa de distribución de los mismos, tendiéndose a la concentración de los residuos en zonas localizadas (Gilbertson et al., 1979). La tendencia expansiva experimentada por la avicultura en los últimos años ha permitido incrementar la producción de carnes y huevos, pero ha aumentado también la cantidad de deshechos o residuos animales en la misma proporción. Castilla y León se encuentra en el segundo puesto del censo de gallinas de puesta por comunidades. A esto se suma el fuerte carácter intensivo de las explotaciones avícolas y la concentración de explotaciones en algunos lugares de la comunidad, como son el sur de la provincia de León, sur de la provincia de Valladolid unido al norte de Segovia y también algunas zonas de la provincia de Burgos (ASCLEA, 2004). La gallinaza, producto de la fermentación del excremento de pollos de engorde o de gallinas ponedoras, que se obtiene en explotaciones avícolas, es uno de los residuos orgánicos utilizados actualmente en la agricultura, junto con el purín de vacuno y de porcino, como alternativa a la fertilización orgánica tradicional con estiércol clásico (Giardini et al., 1992). El objetivo de este estudio ha sido la caracterización físico-química de los dos tipos de gallinaza (estiércol y purín) procedentes de once explotaciones avícolas, predominantes en la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

## 2. METODOLOGÍA

En este estudio se han caracterizado dos tipos de gallinaza: la sólida, procedente de las explotaciones dedicadas a la producción de pollos de engorde, que constituye el estiércol; y, la líquida o pastosa, que se origina en la granjas de gallinas ponedoras, que constituye el purín. Dentro de esta última, también se ha

logrado diferenciar tres tipos, dependiendo de donde se ha tomado la muestra: foso, cinta y apilada. Para la caracterización físico-química de estos residuos se ha recogido durante un año (muestreo mensual) un total de treinta y nueve muestras, procedentes de once explotaciones avícolas, representativas de los dos tipos de granjas predominantes en la Comunidad Autónoma de Castilla y León: seis granjas de pollos de engorde o broiler para el consumo humano y cinco granjas de ponedoras, destinadas a la producción de huevos. La diferencia fundamental entre ambas explotaciones es que, en el primer caso, las aves se crían sobre un lecho o cama, y en el segundo, normalmente no se usa cama (Tabla 1).

**Procedimiento experimental.** El muestreo de gallinaza se realizó una vez al mes, recogiendo en botes con cierre hermético y conservándose a 4°C hasta su análisis. Se determinaron los siguientes parámetros: Nitrógeno inorgánico ( $\text{N-NH}_4^+$  y  $\text{N-NO}_3^-$ ) por el método Bremner, mediante destilación por arrastre de vapor el  $\text{N-NH}_4^+$ , con  $\text{MgO}$  y  $\text{N-NO}_3^-$  con aleación Devarda, valorándose los destilados con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (Bremner, 1965). El pH se midió en una suspensión residuo/agua (1:2.5) mediante un electrodo de vidrio y realizando la medida en un pHmetro CRISON micro pH 2001 con compensación automática de temperatura; para la medida de la conductividad eléctrica (dS/m) se utilizó un conductímetro CRISON micro CM 2201 en un extracto acuoso (1:5.0) (MAPA, 1994). El carbono orgánico oxidable se determinó por el método de Walkey-Black, consistente en la oxidación de la muestra con dicromato potásico por vía húmeda; los sólidos totales los sólidos volátiles y los sólidos fijos se midieron por secado a 105°C y combustión a 550°C hasta pesada constante (APHA, AWWA, WPCF, 1998). La concentración de nitrógeno total se determinó siguiendo el método Kjeldahl, que consiste en la digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado.

El nitrógeno orgánico se mineraliza, pasando a forma amoniacal, que junto con el amonio ya existente en la muestra se valora por colorimetría (Hesse, 1971). Los macronutrientes P, K, Ca, Mg y Na, así como los micronutrientes (Fe, Mn, Zn y Cu) y los metales pesados tóxicos como Pb y Cd se midieron por espectrofotometría de emisión de plasma, previa digestión ácida ( $\text{HNO}_3/\text{HCl}$ , 1:3) (Sims, 1991).

**Análisis estadístico.** En cada experimento los tratamientos se replicaron tres veces y se distribuyeron al azar. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza de múltiple rango (ANOVA) y prueba estadística LSD para comparar su media ( $P < 0.05$ ), utilizando el programa estadístico Statgraphics (SAS/SAT, 1999).

Tabla 1 Localización de los distintos tipos de granjas muestreadas en Castilla y León y diferentes camas utilizadas en los pollos de engorde

### GALLINAZA

Localización de la Granja	Ponedora (Foso)	Ponedora(Cinta)	Ponedora(Apilado)	Pollos de Engorde	Cama de Pollos de Engorde
	Megeces (Valladolid)	Tordomar (Burgos)	Tordomar (Burgos)	Villangómez (Burgos)	Serrin de Pino
	-	Meneses de Campo (Palencia)	-	Torreçilla del Pinar (Segovia)	Serrin de Pino y Serrin de Olmo
	-	Megeces (Valladolid)	-	Adeasosancho (Burgos)	Virutas de Pino, Algunas Veces Paja
	-	Villamuriel de Cerrato (Palencia)	-	Cogeces (valladolid)	Paja
	-	Aldeamayor de San Martín (Palencia)	-	Quintanilla de Onesimo (Valladolid)	Paja
	-	-	-	Montejos (León)	Cascarilla de Arroz

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 2 Características físico-químicas de los distintos tipos de gallinaza

Gallinaza	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mgN/k)	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mgN/k)	pH (1:5.0)	ST (%)	SF (%)	SV (%)	CE (1:5.0) dsm <sup>-1</sup>	CO (%)
Cinta	11319.70b	462.42a	7.76b	31.67a	11.12b	20.80a	9.47 ab	31.02b
Foso	7363.31a	411.34a	7.37a	43.03b	13.39c	29.64b	8.97a	30.36ab
Apilado	21809.50c	601.72a	8.34c	25.10a	8.41a	16.68a	10.81b	27.70a
P. engorde	7064.33a	363.85a	8.24c	70.59c	12.75bc	57.86c	9.30 ab	33.37c
<b>Valor p</b>	*		*	*	*	*		*

Notas: \* p<0.05 significativo. Valores seguidos de la misma letra en la misma columna no difieren significativamente, según el test LSD (p<0.05)

La aplicación de residuos orgánicos se contempla como una opción eficaz para mejorar la calidad de los suelos e incrementar su fertilidad. En este contexto, la utilización de residuos avícolas en suelos agrícolas se considera una forma adecuada de eliminar este residuo, aprovechando su valor fertilizante y el poder depurador del suelo, pero sin olvidar los riesgos sobre el medio ambiente que conlleva su uso indiscriminado (Delgado *et al.*, 2002).

Portanto, antes de adicionar cualquier material orgánico al suelo es necesario realizar un estudio físico-químico del residuo (Delgado *et al.*, 2004). En las Tablas 2, 3, y 4 se muestran las características físico-químicas del residuo de gallina (gallinaza) procedente de gallinas

ponedoras (cinta, foso y apilado) o de pollos de engorde (broiler). Los resultados indicados en la Tabla 2 muestran que no existen diferencias significativas para el N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y la CE (p<0.05) y hay diferencias significativas en los demás parámetros estudiados: N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, pH, ST, ST, SV y CO (p>0.05).

El carbono oxidable del residuo procedente de pollos de engorde es mayor que el de gallinas ponedoras; esto es debido a la cama orgánica que se mezcla con los excrementos, con una doble finalidad: facilitar la absorción de estos excrementos y permitir aislar los animales del suelo (Moral *et al.*, 2005). También se observa que el contenido en N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> es menor en los pollos de engorde por la gran capacidad que tiene la cama que lleva los pollos de fijar el amonio de los excrementos (Kempainen, 1987; Hassen *et al.*, 1993).



En la Tabla 3 se muestra el contenido en macronutrientes y micronutrientes de los distintos tipos de gallinaza, observándose que sólo existen diferencias significativas para los elementos N, Ca, Fe y Mn. La gallinaza procedente de los pollos de engorde presenta un menor contenido en nutrientes debido a que están mezclados con una cama de bajo contenido en nutrientes (Kithome *et al.*, 1999).

Por último, en la Tabla 4 se puede observar el contenido metales pesados, existiendo en todos diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) excepto el Pb y el Cd. Estos metales no parecen implicar riesgos de toxicidad en el suelo o en los cultivos, ni problemas de contaminación (Harr *et al.*, 1990).

el  $\text{N-NO}_3^-$  y la CE ( $p < 0,05$ ) y hay diferencias significativas en los demás parámetros estudiados:  $\text{N-NH}_4^+$ , pH, ST, ST, SV y CO ( $p > 0,05$ ).

- El carbono oxidable del residuo procedente de pollos de engorde es mayor que el de gallinas ponedoras debido a la cama orgánica que se mezcla con los excrementos con una doble finalidad: facilitar la absorción de los excrementos y permitir aislar a los animales del suelo.
- El contenido en  $\text{N-NH}_4^+$  es menor en los pollos de engorde por la gran capacidad que tiene la cama que lleva los pollos de fijar el amonio de los excrementos.

Tabla 3 Contenido en macronutrientes y micronutrientes de los distintos tipos de gallinaza.

Gallinaza	N (%)	P (%)	K (%)	Na (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg/k)	Mn (mg/k)
Cinta	4.03b	0.94ab	1.81 a	0.33a	5.84c	0.89b	768.0b	404.61a
Foso	3.24a	0.98b	2.09 a	0.21 a	4.39b	0.40ab	559.88a	441.02b
Apilado	3.58ab	1.13ab	1.71 a	0.24 a	5.08bc	0.37 ab	764.04b	411.67 ab
P. engorde	3.48a	0.94a	1.84 a	0.30a	2.04a	0.41a	754.35b	438.24b
<b>Valor p</b>	*				*		*	*

Notas: \*  $p < 0,05$  significativo. Valores seguidos de la misma letra en la misma columna no difieren significativamente según el test LSD ( $p < 0,05$ )

Tabla 4 Contenido en metales pesados de los distintos tipos de gallinaza.

Gallinaza	Cr (mg/k)	Ni (mg/k)	Cu (mg/k)	Zn (mg/k)	Pb (mg/k)	Cd (mg/k)
Cinta	5.46a	4.41 b	52.38b	355.78b	0	0
Foso	6.30ab	3.24 a	27.52a	214.80a	0	0
Apilado	5.44a	6.24c	93.80c	361.33b	0	0
P. engorde	7.86b	3.18 a	49.29b	253.41a	0	0
<b>Valor p</b>	*	*	*	*		

#### 4. CONCLUSIONES

La caracterización fisicoquímica de los dos tipos de gallinaza (sólida, procedente de las explotaciones dedicadas a la producción de pollos de engorde, y líquida o pastosa origina en la granjas de gallinas ponedoras) muestran que no existen diferencias significativas para

- Respecto al contenido en macronutrientes y micronutrientes de los distintos tipos de gallinaza solo existen diferencias significativas para el N, Ca, Fe y Mn.
- La gallinaza procedente de los pollos de engorde presenta un menor contenido en nutrientes debido a que están mezclados con una cama de bajo

contenido en nutrientes.

- Existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en todos los metales pesados, excepto en el Pb y el Cd. Ninguno de los metales pesados estudiados parecen implicar riesgos de toxicidad en el suelo o en los cultivos, ni problemas de contaminación.

## 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). Los autores agradecen a Jesús García, María Isabel González y Ángela García su colaboración en las tareas de invernadero y laboratorio.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apha, Awwa, Wpcf. (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater. 20<sup>th</sup> ed. American Public Health Association, Washington.
- Asclea (2004). Comunicación personal informe sobre la eliminación de gallinaza en las granjas avícolas de Castilla y León.
- Aweto, A.; Ayuba K. (1993). Effect of continuous cultivation with animal manuring on a Sub-Saharan soil near Maiduguri, north eastern Nigeria. *Biological Agriculture*. **9**: 343-352.
- Bremner, J.M. (1965). Inorganic form Nitrogen available indices. In *Methods of Soil Analysis* (C.A: Black, Edit) *Am. Soc. of Agro.* Madison, Wis. **9**: 1179-1237.
- Burton, C.; Turner, C. (2004). Manure management treatment strategies for sustainable management. Matresa Project.
- Delgado, M., Miralles de Imperial, M.; Porcel, M.; Beltrán, E.; Martín, J. V.; Beringola, L. (2002). Pig Slurry management for agricultural use. Proceedings 17<sup>th</sup> Congress of Soil Science. Thailand.
- Delgado, M.; Miralles de Imperial, R.; Porcel, M.; Beltrán, E.; Martín, J. V.; Beringola, L. (2004). Different treatment system on management of animal manure. Proceedings ASAE/CSAE 2004 International meeting Canada.
- Giardini, L. Pimpini, M. Borin. G. (1992). Effect of poultry manure and mineral fertiliser on the yield of crops. *J. AGRIC, SCI.* **72** 161-164.
- Gilbertson, C.B. Vandyne, D.L. Clanton, C.J. White, R.K. (1979). Estimating quantity and constituents in livestock and poultry manure residue as reflected by management-systems. *Transactions of the ASAE.* **22**. BP 602.
- Givens, F.B. (1990). Animal waste utilization. IN. *Agricultural Nutrients Management Resource Notebook.* Dept. Agr. Engi., Va. Poly. Instand State Univ., Blacksburg.
- Harr, J.R. Brown, E.A. (1990). Residue safety prevention and control in meat and poultry - trace-metals. 1990. Abstracts of Papers of The American Chemical. Meeting Abstract. APR 22.46 pp.
- Hasen, R.C. Keener H.M., Marugg, C. Hoitink J. (1993). Composting of poultry manure. In science and engineering of composting of poultry manure using adsorbents or chemical amendments. *Journal of Environmental Quality.* **28**: 194-201.
- Hesse P.R. (1971). Total Nitrogen the Kjeldahl process. *A Textbook of soil chemical analysis.* Murray, Great Britain, 520 p.
- IPPC (2001). Reference document on best available techniques for intensive rearing of poultry and pigs. Draft dated July 2001
- Kempaine, E (1987) Ammonia binding capacity of peat, straw, sawdust and cutter shaving, *Ann. Agro Fenn.* **26**:89-94.
- Kithome, M.; Paul, K.W. Bomke A.A. (1999). Reducing nitrogen losses during simulated composting of poultry manure using adsorbents or chemical amendments. *Journal of Environmental Quality.* **28**: 194-201.
- Lafayette, W. (1999). Poultry manure management planning (MMP). Purdue University, Extension Service Indiana Soil Conservation Service.
- MAPA (1994). Métodos Oficiales de Análisis. Secretaría General Técnica. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.
- Moral, R.; Moreno, J; Perez, M.; Paredes, C. (2005) Characterisation of the organic matter pool in manures, *Bioresour. Technol.* **96**:153-158.
- Sims J.T.; Kline J.S. (1991). Chemical fractionation and plant uptake of heavy metals in soils amended with co-composted sewage sludge. *J. Environ.*

Qual. 20: 387-395.  
Smith, J.L.; Papendick, R.I.; Bezdiecek, D.F.: Lynch, J.M. (1993). Soil organic matter dynamics and crop residue management, In: Soil Microbial Ecology. *Soil Microbiological Ecology*, 51:73-212.  
SAS/SAT, Institute Inc. (1999). User's guide. Cary, North Carolina 891-996.

### NOTACIÓN

N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Amonio expresado en términos de nitrógeno amoniacal
Cd	Cadmio
Ca	Calcio
CO	Carbono oxidable

Cu	Cobre
CE	Conductividad eléctrica
Cr	Cromo
P	Fósforo
Fe	Hierro
Mg	Magnesio
Mn	Manganeso
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrato expresado en términos de nitrógeno no-nitrato.
N	Nitrógeno expresado en términos de nitrógeno Kjeldahl
Ni	Niquel
Pb	Plomo
pH	pH expresado en términos de concentración de protones
K	Potasio
Na	Sodio
SF	Sólidos fijos
ST	Sólidos totales
SV	Sólidos volátiles
Zn	Zinc