

VALORACIÓN DE HARINAS CÁRNICAS COMO FERTILIZANTE ORGÁNICO

CHAVES, C.; MARÍN, J.; CANET, R.; ALBIACH, R.; POMARES, F. Y BOIX, R.

Dpto.de Recursos Naturales, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)
Apartado oficial. 46113 Moncada (Valencia)
E-mail: cchaves@ivia.es

RESUMEN

Dos harinas cárnicas con altos contenidos en materia orgánica, aminoácidos y elementos esenciales para las plantas, tales como nitrógeno y fósforo, con distintas propiedades y procedencias fueron aplicadas a un suelo de cultivo a cuatro dosis distintas (50, 100, 150, 200 kgN/ha) y se estudiaron los efectos en las propiedades del suelo y en la producción y contenido de nutrientes en lechuga y maíz. Además se estudió el efecto residual del material aplicado realizando un segundo cultivo de maíz en el mismo suelo. Entre otros cambios las harinas cárnicas aplicadas aumentaron la materia orgánica del suelo y ligeramente su salinidad. No se encontraron efectos negativos en el crecimiento de las hortalizas. De hecho el maíz tuvo una respuesta positiva llegando a obtenerse rendimiento relativos en la producción de hasta un 256% con respecto al tratamiento control (100%). También se encontraron efectos significativos en la extracción de nutrientes por los cultivos, dependiendo de la harina utilizada y de la dosis aplicada. Según los resultados obtenidos la aplicación de las harinas cárnicas en dosis adecuadas a los suelos de cultivo podría ser una buena alternativa para aprovechar el alto valor fertilizante de este residuo.

PALABRAS CLAVE: FERTILIZACIÓN ORGÁNICA, NUTRIENTES Y HARINA CÁRNICA

1 ► INTRODUCCIÓN

La encefalopatía espongiforme bovina (EEB) conocida como “mal de las vacas locas”, surgió a finales de la década de los 90 causando una grave crisis en el sector. Como consecuencia de la prohibición del uso de harinas de carne en la producción de piensos de alimentación animal, surgió un nuevo y abundante residuo, las harinas de carne, que directamente fueron destinadas a vertedero o incineradora a pesar de la pérdida de sus grandes contenidos nutricionales.

Una alternativa medioambientalmente más correcta, a la quema o vertido de las harinas, sería el uso agronómico como fertilizante. Este material cárnico una vez certificado como libre de EEB, podría ser utilizado en agricultura como fuente de materia orgánica, aminoácidos y nutrientes tales como nitrógeno y fósforo tan necesarios para el crecimiento de las plantas.

El uso de las harinas de carne y huesos como fertilizante en los terrenos de cultivos agrícolas no es algo nuevo, en 1774 James Hunter (Maroto, 1998) ya propuso el uso de las harinas de huesos como fertilizante, dadas sus excelentes propiedades y contenidos en nutrientes, materia orgánica y aminoácidos. A pesar de esto, existen pocos trabajos de investigación acerca del uso de este residuo como fertilizante orgánico.

La aplicación de este tipo de material como abono a los suelos de cultivo vendría en función de los contenidos de nutrientes presentes en ellas, que pueden ser muy variables debido a los distintos materiales de origen, por ello es necesario realizar determinaciones exhaustivas de las propiedades químicas y químico-físicas de las harinas de carne.

Así pues, el objetivo de este trabajo fue la caracterización analítica de las harinas cárnicas, así como el estudio de los efectos de la aplicación de estos materiales en la producción de hortalizas y en las propiedades físicas y químicas de un suelo típico de cultivo.

2 ► MATERIALES Y MÉTODOS

Se recogieron muestras de harinas de carne de distintas empresas de la Comunidad Valenciana, y se prepararon para su posterior análisis. Se realizó un análisis completo de cada una de ellas y se eligieron dos con distintas propiedades analíticas y origen: harina cárnica 1 (HC1) procedente de la digestión de plumas y algo de restos de ave y harina cárnica 2 (HC2) procedente de la digestión de restos de hueso y carne procedente de cerdo, ave y vaca.

Posteriormente se realizaron dos experiencias en invernadero con humedad y temperatura controlada. Se evaluaron cuatro dosis de cada una de las harinas cárnicas (50, 100, 150 y

200 kgN/ha), así como de fertilizante mineral (FM), y se compararon con controles de suelo sin fertilizante. Todos los tratamientos fueron realizados por cuadruplicado en macetas conteniendo 8,5 kg de suelo.

En la primera experiencia se cultivó lechuga (cv. *Valladolid*). Acabado el ciclo de cultivo se cosechó, se pesó y se preparó para el análisis. En la segunda experiencia se realizaron dos cultivos de maíz dulce (cv. *Challenger*). El primer cultivo (Maíz 1) se realizó en condiciones similares al de la lechuga y el segundo cultivo (Maíz 2) en el mismo suelo donde inicialmente se plantaron las lechugas, para estudiar el efecto residual de las harinas cárnicas aplicadas en el primer cultivo. Una vez terminado el ciclo de cultivo se cosechó, se midió el diámetro del tallo, la altura de la planta y el peso, posteriormente se prepararon para su análisis.

Se analizaron macro y microelementos de cada cultivo pero en este trabajo solo se presentan los valores obtenidos para el nitrógeno y el fósforo dada su importancia.

Los cultivos de lechuga y maíz 1, fueron fertilizados normalmente durante su crecimiento, al cultivo de maíz 2 solo se le aplicó fertilizante potásico.

Las determinaciones analíticas fueron realizadas al menos por triplicado usando los Métodos Oficiales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA 1986), o pequeñas modificaciones de los mismos.

3 ► RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de las harinas cárnicas

En el Cuadro 1 se muestran las propiedades analíticas de las harinas cárnicas utilizadas en la experiencia. En primer lugar cabe destacar el alto contenido en materia orgánica, lo cual podría tener una influencia apreciable en el contenido de ésta en el suelo. El contenido en nitrógeno de las dos harinas es muy alto, del mismo modo el contenido en fósforo en forma de $\%P_2O_5$ es elevado, lo que hace a estos materiales que potencialmente tengan un gran valor agronómico como fertilizante fosforado y nitrogenado.

Efecto de la aplicación de las harinas cárnicas en las propiedades del suelo

En el Cuadro 2 se muestra el efecto de la aplicación de los distintos fertilizantes (fertilizante mineral, harina cárnica 1, y harina cárnica 2) en las propiedades del suelo. Se puede observar que al aplicar tanto el fertilizante mineral como las harinas cárnicas se produce una acidificación del suelo de modo significativo, en el caso de las harinas cárnicas

podría ser debido a las distintas sustancias que se liberan en las reacciones que sufre la materia orgánica al ser incorporada al suelo, tales como ácidos orgánicos y CO_2 , que al reaccionar con el agua produce ácido carbónico. Existe una tendencia al aumento de la salinidad, pero la aplicación de las harinas cárnicas da valores menores de conductividad eléctrica que la aplicación del fertilizante mineral. A pesar de la baja tolerancia a la salinidad de determinadas especies hortícolas no es probable que puedan ser afectadas al aplicar este material. Otro parámetro de importancia que se modifica ligeramente es la materia orgánica, la cual sufre un ligero aumento, por lo que sucesivas aplicaciones de estos materiales podrían seguir aumentándola y esto aportaría mejoras en la estructura del suelo, en la aireación y en la capacidad de retención de agua. El nitrógeno orgánico aumenta para todas las dosis de harinas cárnicas y los valores de éstas son similares a los del fertilizante mineral.

Cuadro 1. Características analíticas de las harinas cárnicas utilizadas en las experiencias

| | HARINAS CÁRNICAS | |
|--|------------------|-------|
| | HC1 | HC2 |
| Humedad muestra (% sobre peso total) | 13,5 | 5,00 |
| pH (sol. Acuosa 1:25) | 5,42 | 6,29 |
| Materia orgánica (%) | 98,2 | 80,4 |
| Nitrógeno total (%) | 10,4 | 8,90 |
| Fósforo (%P205) | 0,69 | 6,23 |
| Relación C/N | 5,48 | 5,25 |
| Potasio (% K2O) | 0,52 | 1,01 |
| Calcio (% CaO) | 0,45 | 10,97 |
| Magnesio (% MgO) | 0,15 | 0,45 |
| Sodio (% Na) | 0,25 | 0,93 |
| Hierro (mg/Kg) | 381 | 265 |
| Cobre (mg/Kg) | 347 | 371 |
| Manganeso (mg/Kg) | 259 | 263 |
| Zinc (mg/Kg) | 75,5 | 99,9 |
| Conductividad eléctrica (extr. 1:5 (dS/m)) | 5,39 | 6,36 |
| Cloruros (extr. 1:5 (mg/L)) | 698 | 1000 |

Cuadro 2. Efecto de la aplicación de los fertilizantes en las propiedades del suelo

| FERT | DOSIS (kgN/ha) | pH | CE (EXT. 1:5) (dS/m) | MATERIA ORGÁNICA (%) | N. ORGÁNICO (%) | K (mg/kg) | C/N |
|---------------|----------------|------|----------------------|----------------------|-----------------|-----------|------|
| C | 0 | 8,81 | 142 | 0,465 | 0,031 | 6,40 | 8,82 |
| FM | 50 | 8,65 | 179 | 0,457 | 0,035 | 6,78 | 7,48 |
| | 100 | 8,52 | 248 | 0,483 | 0,036 | 5,88 | 7,85 |
| | 150 | 8,42 | 269 | 0,483 | 0,037 | 4,80 | 7,67 |
| | 200 | 8,39 | 290 | 0,457 | 0,041 | 6,15 | 6,46 |
| HC1 | 50 | 8,72 | 146 | 0,500 | 0,031 | 4,75 | 9,30 |
| | 100 | 8,77 | 171 | 0,509 | 0,033 | 5,47 | 9,08 |
| | 150 | 8,63 | 171 | 0,483 | 0,034 | 3,20 | 8,24 |
| | 200 | 8,60 | 235 | 0,500 | 0,038 | 4,13 | 7,57 |
| HC2 | 50 | 8,76 | 161 | 0,422 | 0,033 | 6,55 | 7,32 |
| | 100 | 8,57 | 183 | 0,440 | 0,036 | 5,87 | 7,03 |
| | 150 | 8,66 | 191 | 0,552 | 0,037 | 6,40 | 8,74 |
| | 200 | 8,67 | 206 | 0,483 | 0,042 | 6,73 | 6,72 |
| LSD 5% | | 0,12 | 12,9 | 0,023 | 0,003 | 1,47 | |

C: control, FM: fertilizante mineral, HC1: harina cárnica 1, HC2: harina cárnica 2.

Respuesta vegetal a la aplicación de harinas cárnicas

El cultivo de la lechuga se desarrolló con normalidad, sin incidentes dignos de reseñar. El crecimiento, fue adecuado y no aparecieron problemas sanitarios de importancia ni síntomas nutricionales que pudieran estar asociados de alguna manera inequívoca a algún tratamiento.

Los cultivos de maíz también se desarrollaron dentro de la normalidad mostrando una respuesta positiva al obtener valores de rendimientos relativos altos en la producción.

En la Figura 1 podemos observar el efecto de la aplicación de las HC en la producción de lechuga comparando con el FM y todos ellos respecto al suelo control sin fertilizar.

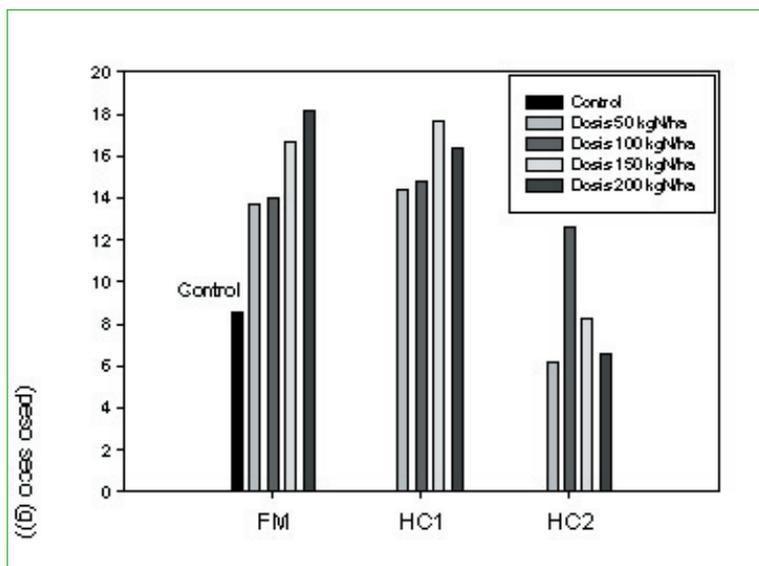


Figura 1. Efecto de la aplicación de las distintas dosis de fertilizante mineral y harinas cárnicas en la producción de lechuga.

Como se puede ver la HC1 dio unos resultados en la producción de lechuga similar al FM mucho mayores que los del suelo control, sin embargo, la HC2 solo dio producciones mayores que el control en alguna dosis. En la Figura 2 aparecen las gráficas de producción en los cultivos de maíz 1 y maíz 2. En este caso todos los tratamiento dieron resultados en producción mayores que los del suelo control. En el caso del maíz 1, la harina HC1 dio resultados similares a FM, pero HC2 dio valores menores. También podemos observar en esta figura los valores de diámetro y altura de las plantas, todos los resultados obtenidos fueron superiores a los del suelo control y similares a los obtenidos al aplicar el fertilizante mineral a las plantas.

En el Cuadro 3 se presenta el efecto de la adición de las HC en porcentaje de rendimiento relativo en los cultivos de lechuga, maíz 1 y maíz 2 respecto al suelo control. De esta tabla destacaremos los altos valores de rendimiento obtenidos para los cultivos de maíz 1 (111 - 256%) y maíz 2 (117 - 184%) al aplicarles las harinas cárnicas. Del mismo modo el cultivo de lechuga dio altos rendimientos para la HC1, pero no fue así para la HC2. En este punto podemos afirmar que el efecto residual de las harinas cárnicas es importante, produciendo liberación lenta de determinados nutrientes.

Este trabajo pretendió comparar el efecto fertilizante de dos harinas cárnicas con un fertilizante mineral nitrogenado, así una vez realizados los cultivos se procedió a evaluar la eficacia de la adición de las harinas cárnicas con respecto al fertilizante mineral, un ejemplo de esta eficacia se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 3. Efecto de la adición de los fertilizantes en el rendimiento relativo (%) en los cultivos de lechuga, maíz 1 y maíz 2 respecto al suelo control

| Fert | EXPERIMENTO 1 (LECHUGA) | | EXPERIMENTO 2 | |
|------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | Dosis (kgN/ha) | Rendimiento relativo (%) | MAÍZ 1 Rendimiento relativo (%) | MAÍZ 2 Rendimiento relativo (%) |
| C | 0 | 100 | 100 | 100 |
| FM | 50 | 160 | 143 | 169 |
| | 100 | 163 | 184 | 208 |
| | 150 | 194 | 208 | 241 |
| | 200 | 212 | 252 | 264 |
| HC1 | 50 | 168 | 118 | 117 |
| | 100 | 172 | 167 | 148 |
| | 150 | 206 | 213 | 143 |
| | 200 | 191 | 256 | 161 |
| HC2 | 50 | 72 | 119 | 119 |
| | 100 | 148 | 135 | 117 |
| | 150 | 97 | 111 | 156 |
| | 200 | 77 | 159 | 184 |

C: control, FM: fertilizante mineral, HC1: harina cárnica 1, HC2: harina cárnica 2

Cuadro 4. Eficacia de las harinas cárnicas en la producción de cultivo con respecto al fertilizante mineral. (Para la dosis de 100kgN/ha)

| Dosis kgN/ha | LECHUGA | | MAÍZ 2 | | Eficacia total (%) | | MAÍZ 1 | |
|-----------------|--------------|-----|--------------|-----|--------------------|-----|--------------|-----|
| | Eficacia (%) | | Eficacia (%) | | Eficacia total (%) | | Eficacia (%) | |
| | HC1 | HC2 | HC1 | HC2 | HC1 | HC2 | HC1 | HC2 |
| 100 | 120 | 40 | 33 | 12 | 153 | 52 | 73 | 40 |

HC1: harina cárnica 1, HC2: harina cárnica 2

En este cuadro observamos dos efectos, la eficacia obtenida para un único cultivo (maíz 1 y lechuga), y la eficacia total al realizarse una secuencia de cultivos (primero lechuga y posteriormente maíz) para una de las dosis aplicada. Podemos observar que la HC1 siempre dio mayores valores de eficacia que la HC2 para todos los cultivos.

El efecto de la adición de las harinas cárnicas así como del fertilizante mineral en los contenidos de nitrógeno y fósforo del cultivo de lechuga podemos verlo en el Cuadro 5. Los tratamientos siempre produjeron un efecto significativo sobre el contenido de nitrógeno y fósforo en lechuga. Tanto el fertilizante mineral como las harinas cárnicas aumentaron las cantidades de nitrógeno con respecto al control. Del mismo modo los tres fertilizantes aplicados en sus distintas dosis produjeron valores mayores de fósforo que el obtenido con el cultivo en el suelo control.

Cuadro 5. Efecto de la adición de los fertilizantes en el contenido de nitrógeno y fósforo en lechuga

| FERT | DOSIS (KGN/HA) | N TOTAL (%) | P (%) |
|--------|----------------|-------------|-------|
| C | 0 | 1,03 | 0,136 |
| FM | 50 | 1,05 | 0,147 |
| | 100 | 1,10 | 0,183 |
| | 150 | 1,10 | 0,200 |
| | 200 | 1,37 | 0,227 |
| HC1 | 50 | 1,02 | 0,155 |
| | 100 | 1,14 | 0,173 |
| | 150 | 1,16 | 0,176 |
| | 200 | 1,14 | 0,216 |
| HC2 | 50 | 1,12 | 0,202 |
| | 100 | 1,19 | 0,211 |
| | 150 | 1,23 | 0,235 |
| | 200 | 1,09 | 0,190 |
| LSD 5% | | 0,30 | 0,019 |

C: control, FM: fertilizante mineral, HC1: harina cárnica 1, HC2: harina cárnica 2.

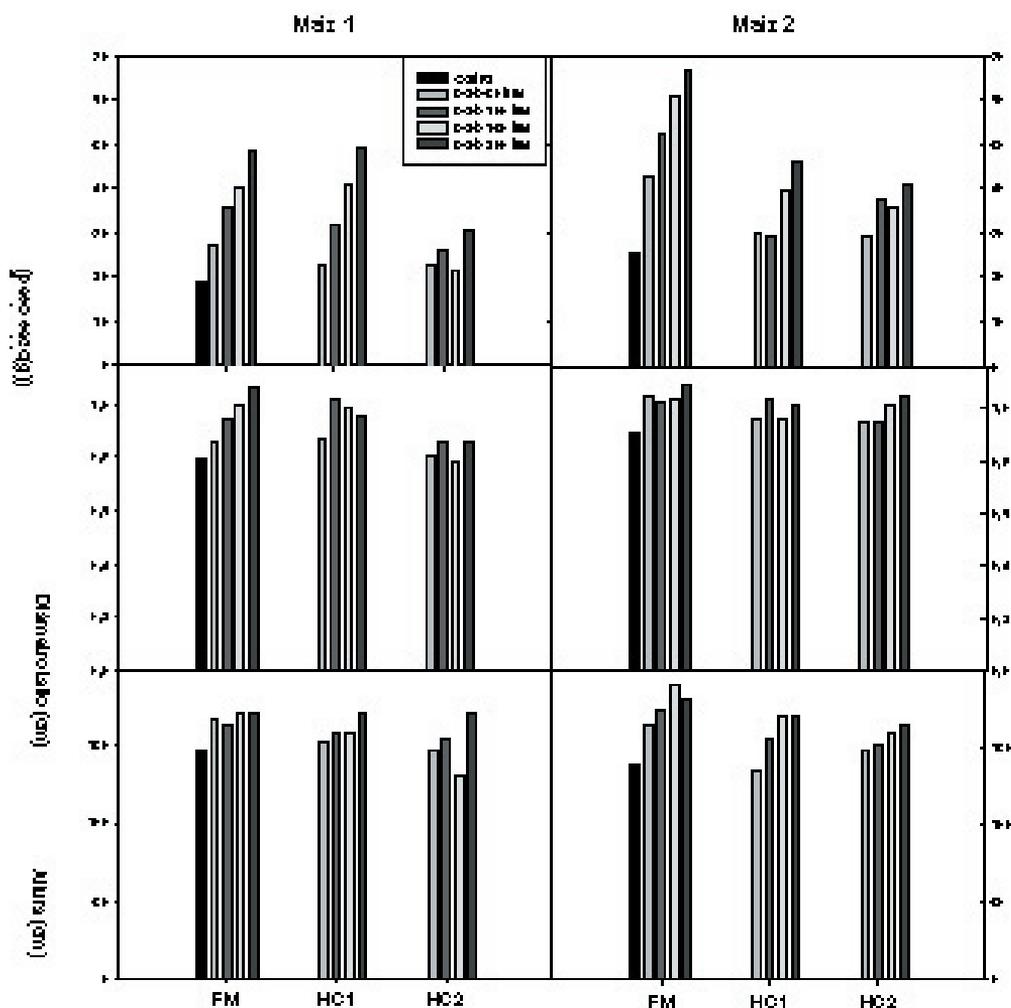


Figura 2. Efecto de la aplicación de las distintas dosis de fertilizante en la producción de maíz y efecto residual de los fertilizantes en la producción del segundo cultivo de maíz.

En el Cuadro 6 y Cuadro 7 podemos ver los efectos que produjeron la adición de las harinas cárnicas en los contenidos de nitrógeno y fósforo en tallo y hoja de los cultivos de maíz (maíz 1 y maíz 2). Todos los tratamientos produjeron efectos significativos tanto para el contenido de nitrógeno como de fósforo, en tallo o en hoja.

Así en el cultivo de maíz 1, el nitrógeno contenido en hojas aumento paralelo al aumento de la dosis aplicada y no todos los tratamiento dieron valores superiores al control.

Cuadro 6. Efecto de la adición de los fertilizantes en el contenido de nitrógeno y fósforo en hojas de maíz 1 y maíz 2

| Fert | Dosis (kgN/ha) | MAÍZ 1 | | MAÍZ 2 | |
|---------------|----------------|-------------|-------|-------------|-------|
| | | N total (%) | P (%) | N total (%) | P (%) |
| C | 0 | 0,79 | 0,114 | 0,94 | 0,132 |
| FM | 50 | 0,84 | 0,134 | 0,84 | 0,124 |
| | 100 | 1,08 | 0,118 | 0,76 | 0,111 |
| | 150 | 0,99 | 0,145 | 0,86 | 0,139 |
| | 200 | 1,41 | 0,208 | 1,02 | 0,119 |
| HC1 | 50 | 0,68 | 0,114 | 0,83 | 0,116 |
| | 100 | 1,14 | 0,137 | 1,06 | 0,137 |
| | 150 | 1,30 | 0,137 | 1,04 | 0,148 |
| | 200 | 1,14 | 0,157 | 1,17 | 0,155 |
| HC2 | 50 | 0,79 | 0,112 | 1,22 | 0,157 |
| | 100 | 0,96 | 0,121 | 1,28 | 0,176 |
| | 150 | 1,19 | 0,156 | 1,50 | 0,194 |
| | 200 | 1,51 | 0,184 | 1,65 | 0,223 |
| LSD 5% | | 0,26 | 0,236 | 0,16 | 0,062 |

C: control, FM: fertilizante mineral, HC1: harina cárnica 1, HC2: harina cárnica 2.

Para el fósforo todas las dosis de harinas cárnicas produjeron mayores valores que el control. Para el cultivo de maíz 2, los valores fueron más variables para el nitrógeno, pero en el caso del fósforo todos los tratamientos dieron contenidos mayores que el control, aumentando con la dosis.

Los resultados obtenidos en los contenidos de fósforo y nitrógeno en tallos de maíz 1 dieron resultados variables en función de la dosis y el fertilizante aplicado.

En el caso del maíz 2 todos los fertilizantes en sus distintas dosis de aplicación dieron resultados mayores que el control.

Cuadro 7. Efecto de la adición de los fertilizantes en el contenido de nitrógeno y fósforo en tallos de maíz 1 y maíz 2

| Fert | Dosis (kgN/ha) | MAÍZ 1 | | MAÍZ 2 | |
|--------|----------------|-------------|-------|-------------|-------|
| | | N total (%) | P (%) | N total (%) | P (%) |
| C | 0 | 0,410 | 0,081 | 0,344 | 0,087 |
| FM | 50 | 0,489 | 0,119 | 0,460 | 0,107 |
| | 100 | 0,416 | 0,106 | 0,532 | 0,119 |
| | 150 | 0,462 | 0,117 | 0,810 | 0,137 |
| | 200 | 0,869 | 0,171 | 0,949 | 0,136 |
| HC1 | 50 | 0,348 | 0,097 | 0,371 | 0,105 |
| | 100 | 0,607 | 0,139 | 0,344 | 0,095 |
| | 150 | 0,670 | 0,084 | 0,367 | 0,135 |
| | 200 | 0,722 | 0,127 | 0,371 | 0,121 |
| HC2 | 50 | 0,389 | 0,105 | 0,359 | 0,100 |
| | 100 | 0,410 | 0,093 | 0,389 | 0,101 |
| | 150 | 0,668 | 0,121 | 0,459 | 0,089 |
| | 200 | 0,745 | 0,150 | 0,511 | 0,100 |
| LSD 5% | | 0,090 | 0,029 | 0,060 | 0,062 |

C: control, FM: fertilizante mineral, HC1: harina cárnica 1, HC2: harina cárnica 2.

4 ► CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos, podemos concluir que la aplicación de harinas cárnicas en un suelo de cultivo como fertilizante nitrogenado y fosforado no produjeron ningún perjuicio en el cultivo de lechuga y maíz.

Este sería un argumento suficiente para poder reutilizar este material residual que actualmente está causando tantos problemas de gestión, pero además debemos sumarle el aliciente del efecto positivo que causó la adición de estos materiales en los cultivos de maíz.

Además una aplicación continua en los suelos de cultivo podría mejorar las propiedades físicas, químico-físicas y biológicas del suelo, derivadas del aumento de la materia orgánica en el suelo, tales como mejora de la estructura, aumento de la porosidad, aumento de la capacidad de retención de agua, mejora de la actividad biológica, aspectos que serán estudiados en posteriores trabajos.

5 ► BIBLIOGRAFÍA

- **IHACA, R. Y GENTLEMAN, R. 1996**

A language for data análisis and graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 5, 299-314.

- **ISTAS 2001**

Algunos criterios ambientales y de salud laboral sobre las harinas cárnicas. Lampkin, N. La nutrición de los cultivos. En: *Agricultura Ecológica*. 1998. Mundi prensa (Ed), Madrid. España, 51-84.

- **MAPA 1986**

Plantas, productos orgánicos fertilizantes, suelos, aguas, productos fitosanitarios, fertilizantes inorgánicos. Métodos oficiales de análisis, Tomo III; Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

- **MAROTO, J. V. 1998**

Historia de la agronomía: una visión de la evolución histórica de las ciencias y técnicas agrarias. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.