

# Mantenimiento de la fertilidad de los suelos mediante el aporte de un



# fertilizante biotecnológico

Esta nueva forma de fertilizante presenta ventajas frente a los estiércoles tradicionales

Desde hace más de dos años, un equipo formado por profesores, becarios de investigación e ingenieros agrónomos del Departamento de Ingeniería Agraria de la Universidad de León, viene desarrollando el primer abono biotecnológico en condiciones controladas de laboratorio, así como en parcelas de ensayo en campo.

En este artículo se resumen las conclusiones del estudio realizado gracias a los convenios de colaboración entre la Universidad de León y la empresa Biotecnológicos y Mercados.

**Enrique Garzón Jimeno.**

Dr. Ingeniero agrónomo. Profesor titular de universidad.

**Victor Manuel García Martínez.**

Ingeniero agrónomo.

**José Ramón García Tascón.**

Dr. Ingeniero agrónomo. Profesor Asociado.

La pérdida de fertilidad de los suelos agrícolas es de sobra conocida, debida a la disminución en la incorporación de materia orgánica, lo que impide la formación del complejo arcillo-húmico. Además, esta disminución facilita mayores pérdidas de los nutrientes por fenómenos de percolación o lavado. Por otro lado, en determinados casos, la incorporación de los nutrientes a aguas subálveas provoca la contaminación de acuíferos, caso éste de los nitratos.

Las deficiencias nutricionales, hasta hace poco tiempo sólo observadas en el laboratorio y en condiciones específicas de cultivo, comienzan a hacerse patentes. Cada vez son más frecuentes las deficiencias de algunos micronutrientes, extraídos del suelo

a un ritmo seis veces superior al de su incorporación mediante restos de cosecha, ya que su principal fuente de aportación se ha realizado tradicionalmente con la incorporación de la materia orgánica en forma de estiércoles maduros o semihechos procedentes de las cabañas ganaderas familiares, muchas de ellas desaparecidas. A lo anterior tenemos que añadir que las producciones son cada vez mayores, incrementándose de esta manera las extracciones por parte de los cultivos y, consecuentemente, las deficiencias.

En un modelo de agricultura intensiva o convencional, la principal vía para la corrección de estas deficiencias nutricionales es la aplicación de abonos inorgánicos. Estos abonos, de incorporación foliar o edáfica, incrementan



los costes de producción. Los abonos inorgánicos de incorporación edáfica requieren en muchos casos complejos procesos químicos para pasar a formas disponibles para las plantas y, dependiendo de las características químicas de los suelos, pueden ser bloqueados, obligando a que el abonado con estos materiales se vuelva sistemático. Pero en ningún caso este sistema de gestión de la nutrición vegetal va a favorecer notablemente la fertilidad de los suelos, no más allá que de forma momentánea.

Al mismo tiempo, la consecuencia del descenso de la materia orgánica en los suelos de cultivo da lugar a la aparición de un horizonte superior con un mayor porcentaje de arena favorecido por un laboreo profundo, lo que provoca que las reservas de agua se encuentren cada vez a mayor profundidad, requiriéndose mayores volúmenes de agua a aportar mediante el riego.

**Alternativa en el plan de fertilización**

Para paliar algunos problemas que se presentan en la gestión de la fertilidad de nuestros suelos de cultivo, se plantea como alternativa a los abonos inorgánicos e incluso a los estiércoles, la utilización de los fertilizantes orgánicos biotecnológicos. La elaboración de estos fertilizantes constituye en algunos casos una salida interesante a la transformación y eliminación de algunos residuos generados en los procesos agroindustriales. De esta manera, se procede a la conversión de los mismos en productos beneficiosos, al constituir una fuente de nutrientes disponibles y de microorganismos beneficiosos, suponiendo un aumento del contenido de materia orgánica que provoca un efecto favorable sobre las propiedades del suelo. Con relación a los aspectos físicos, favorece el buen desarrollo estructural, la calidad de la atmósfera del suelo, la velocidad de infiltración, la circulación y capacidad de reten-

ción del agua en el mismo, así como su resistencia a los agentes erosivos. En relación a los aspectos químicos, es bien conocida la mejora de la capacidad de intercambio catiónico, suponiendo una fuente adicional de energía y nutrientes a disposición de las plantas y los microorganismos (García et al., 2004).

**Ventajas en la utilización de un fertilizante biotecnológico**

El fertilizante biotecnológico (FB) es un formulado a base de proteínas de origen animal, restos vegetales, un fermento bacteriano, un corrector vitamínico y un suplemento nutricional aportado mediante abonos inorgánicos (figura 1).

Es un fertilizante constituido por una matriz orgánica al que se le ha adicionado un complejo

El fertilizante biotecnológico es un formulado a base de proteínas de origen animal, restos vegetales, un fermento bacteriano, un corrector vitamínico y un suplemento nutricional

vitamínico, así como un fermento bacteriano que nos va a favorecer el proceso de mineralización de la materia orgánica. Esta matriz genérica se ve enriquecida nutricionalmente, en mayor o menor medida, mediante el aporte mineral, permitiendo cubrir los requerimientos nutricionales del cultivo al que va enfocado, dando lugar en cada una de sus variantes a distintos formulados.

En este momento nos referimos primordialmente a tres de ellos:

- FB Frutales. Con tendencia a ser utilizado comercialmente en fruticultura.
- FB Agricultura. Con tendencia a ser utilizado comercialmente en cultivos herbáceos extensivos.
- FB Viñedo. En su variante empobrecido en potasio, con clara tendencia a su utilización en viticultura, en suelos con pH preferentemente básico.

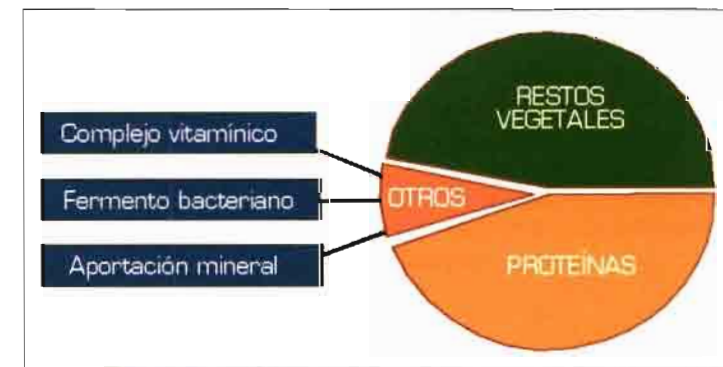
Este fertilizante de naturaleza orgánica presenta una clara alternativa a los estiércoles tradicionales, pudiéndose comparar con los mismos, atendiendo a varios aspectos, como son sus propiedades químicas y biológicas, la capacidad de almacenamiento y manipulación, etc., que se irán viendo a continuación.

Debemos tener en cuenta que la materia orgánica del suelo tiene su origen en los restos de vegetales, animales y microorganismos que se acumulan en el suelo o se incorporan a él, los cuales están sometidos a un proceso permanente de transformación bajo la acción de factores climáticos, edáficos y biológicos.

La fracción orgánica de este fertilizante biotecnológico en sus distintos formulados presenta concentraciones equiparables e incluso superiores en algunos casos (cuadro I) a enmiendas orgánicas tradicionales, recuperando en parte la fertilidad que se está perdiendo en los suelos agrícolas, lo que favorece las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

**FIGURA 1**

Composición del fertilizante biotecnológico



**CUADRO I.**

**COMPOSICIÓN ORGÁNICA DEL FERTILIZANTE BIOTECNOLÓGICO EN CADA UNO DE SUS FORMULADOS Y DIFERENTES ESTIÉRCOLES (VV.AA.)**

	MO (%) calcinación	C (%) calcinación
<b>FORMULADOS</b>		
FB Frutales	79,28	45,99
FB Agricultura	78,72	45,66
FB Viñedo	83,02	48,16
<b>ESTIÉRCOLES</b>		
Gallinaza	64,71	37,51
Ovino	64,08	37,20
Porcino	68,27	39,59
Vacuno	66,28	38,45
Cunicola	69,38	40,24
Equino	45	26,10

CUADRO II.

COMPOSICIÓN QUÍMICA (SMS) DE DIFERENTES ESTIÉRCOLES (VV.AA.).

	GALLINAZA	OVINO	PORCINO	VACUNO	CUNICOLA	EQUINO
MS (%)	22,76	25	18	23	26	26
PH	6,80	7,82	—	8,17	7,47	—
CE (dS m <sup>-1</sup> )	15,78	12,81	—	14,03	12,87	—
MO (%)	64,71	64,08	68,27	66,28	69,38	—
N (%)	1,74	2,54	0,6	1,84	2,79	0,5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	4,18	1,19	0,4	1,73	4,86	0,4
K <sub>2</sub> O (%)	3,79	2,83	0,5	3,10	1,88	0,3
C/N	20,15	10,57	65,01	13,90	10,92	—
CaO (%)	8,90	7,76	0,08	3,74	6,62	0,2
MgO (%)	2,90	1,51	0,22	1,08	2,10	0,1
Na <sub>2</sub> O (%)	0,59	0,62	—	0,58	0,35	—

CUADRO III.

COMPOSICIÓN QUÍMICA (SMS) DE LOS DIFERENTES FORMULADOS DEL FERTILIZANTE BIOTECNOLÓGICO.

Composición	FB Frutales	FB Agricultura	FB Viñedo
MS (%)	> 92	> 92	> 92
pH (1:5) H <sub>2</sub> O	8,74	8,77	6,16
CE (dS m <sup>-1</sup> )	6,56	6,64	3,98
MO (%) CALCINACIÓN	79,28	78,72	83,02
N (%)	3,86	4,11	4,51
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	2,61	2,68	2,17
K <sub>2</sub> O (%)	3,14	3,12	0,60
C/N	11,92	11,11	10,67
CaO (%)	1,68	1,65	0,34
MgO (%)	1,03	0,97	0,93
Na <sub>2</sub> O (%)	1,39	1,36	0,32

### Caracterización frente a los estiércoles

Teniendo en cuenta la caracterización (**cuadros II y III**) de los diferentes materiales empleados tradicionalmente como enmienda orgánica (estiércoles) frente a este fertilizante biotecnológico, en los siguientes apartados se resaltan algunas observaciones.

#### Humedad

El porcentaje de humedad de un estiércol se sitúa aproximadamente en un 70% y es superior al 90% para los purines. El que presenta este fertilizante biotecnológico es inferior al 8%. Cuando se incorpora estiércol en los suelos de cultivo, un porcentaje muy alto del peso es agua, por lo que los costes de la

aplicación se incrementan, siendo más interesante resaltar su aplicación referido a materia seca.

#### pH

El pH que tiene este abono en sus distintos formulados facilita su aplicación tanto en suelos ácidos como básicos, ya que pueden adaptarse los formulados a los diferentes suelos, favoreciendo unas condiciones óptimas de cultivo.

#### Conductividad eléctrica (CE)

Debe resaltarse el bajo valor de conductividad eléctrica de este fertilizante comparado con el de los estiércoles, evitándose problemas debidos a estrés y toxicidad que se producen durante su incorporación y proceso de mineralización en estiércoles con niveles altos.

#### Velocidad de mineralización

En los suelos de cultivo es más importante la velocidad de mineralización con la que evolucionan los estiércoles que el porcentaje de materia orgánica. Los materiales orgánicos dependen de su composición para mineralizar con rapidez. En general, los formulados del fertilizante biotecnológico mineralizan mejor, ya que en su composición predominan las cadenas lineales en lugar de las cíclicas o muy ramificadas. Sin embargo, en muchos de los estiércoles que se usan en suelos agrícolas predominan las moléculas de difícil degradación, acumulándose los compuestos orgánicos.

#### Macronutrientes

La riqueza nutricional de los elementos mayoritarios (nitrógeno, fósforo y potasio) es indicativa del interés que presenta este producto, ya que sus concentraciones son en algunos casos superiores frente a los distintos



Arriba, deficiencia de manganeso en remolacha. Abajo, daños provocados en hojas de remolacha a causa de una deficiencia en fósforo.



estiércoles, como puede observarse; y, según los diferentes ensayos realizados, podría en muchos casos no ser necesaria la aplicación de abonados de cobertura en algunos cultivos agrícolos.

**Micronutrientes**

Un valor añadido importante lo podemos ver cuando comparamos el fertilizante biotecnológico frente a los diferentes estiércoles, referido al equilibrio en la concentración de micronutrientes (**cuadros IV y V**), que permite recuperar más de las extracciones que realizan los cultivos.

**Metales pesados**

La tendencia actual del sector agrícola es hacia un modelo agrícola sostenible, respetuoso con el medio ambiente. La aplicación del fertilizante biotecnológico es más respetuosa, ya que la concentración de elementos potencialmente tóxicos (**cuadros VI y VII**) tiene unos niveles muy inferiores frente a los estiércoles, incluso en algunos casos inapreciables, como puede observarse, cumpliendo la legislación vigente y favoreciendo que sus formulados puedan incluso ser utilizados en los cultivos que pretendan seguir un modelo de agricultura ecológica.

**CUADRO IV.**  
**COMPOSICIÓN EN MICRONUTRIENTES (SMS) DE LOS DIFERENTES ESTIÉRCOLES (VV.AA.)**

COMPOSICIÓN	GALLINAZA	OVINO	PORCINO	VACUNO	CUNÍCOLA	EQUINO
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	> 2000	> 2000	> 1000	> 2000	> 2000	—
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	506	306	308	172	258	—
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	177	27	673	33	42	—
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	452	120	789	133	417	—
B (mg kg <sup>-1</sup> )	4,2/36,5	4,2/36,5	4,2/36,5	4,2/36,5	4,2/36,5	4,2/36,5

**Semillas de especies adventicias**

En los estiércoles frescos y semihechos es relativamente frecuente encontrarse semillas de especies adventicias. La aplicación de los mismos, aparte de otros problemas, provoca infestaciones no deseadas y costes extra para su control. Frente a este problema, nos encontramos con un fertilizante orgánico con una ausencia total de semillas.

**Sanidad**

Fertilizante orgánico libre de patógenos, sin olores desagradables y sin problemas sanitarios, debido a que en el proceso de fabricación se somete a temperaturas superiores a los 100°C.

**Almacenaje, transporte y manipulación**

El producto final después del proceso de peletizado presenta

**CUADRO V.**  
**COMPOSICIÓN EN MICRONUTRIENTES (SMS) DE LOS DIFERENTES FORMULADOS DEL FERTILIZANTE BIOTECNOLÓGICO**

Composición	FB Frutales	FB Agricultura	FB Viñedo
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	288,38	311,28	749,27
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	51,45	49,49	44,73
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	10,45	7,02	11,95
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	59,47	58,83	68,07
B (mg kg <sup>-1</sup> )	56,00	51,00	60,40

un formato fácilmente almacenable, a granel o ensacado, con una humedad inferior al 8% que le facilita su transporte y posterior distribución con la maquinaria convencional presente en las explotaciones.

**Conclusiones**

Nuestra experiencia en campos de cultivo experimentales llevada a cabo con el formulado FB Viñedo ha dado resultados posi-

vos. Con ella se ha podido mantener una adecuada relación nutricional suelo-planta y se han conseguido mejores parámetros de calidad.

La utilización de este fertilizante biotecnológico en cultivos con una mayor exigencia nutricional deberá abordarse mediante el enriquecimiento de la matriz genérica y exigirá un profundo seguimiento científico. ■

**CUADRO VI.**  
**COMPOSICIÓN EN METALES PESADOS (SMS) DE LOS DIFERENTES ESTIÉRCOLES (VV.AA.)**

COMPOSICIÓN	GALLINAZA	OVINO	PORCINO	VACUNO	CUNÍCOLA	EQUINO
Ni (mg kg <sup>-1</sup> )	27	15	—	20	16	—
Pb (mg kg <sup>-1</sup> )	19	10	—	14	18	—
Cr (mg kg <sup>-1</sup> )	63	16	—	24	32	—
Cd (mg kg <sup>-1</sup> )	1	1	—	1	1	—

**CUADRO VII.**

**COMPOSICIÓN EN METALES PESADOS (SMS) DE LOS DIFERENTES FORMULADOS DEL FERTILIZANTE BIOTECNOLÓGICO**

Composición	FB Frutales	FB Agricultura	FB Viñedo
Ni (mg kg <sup>-1</sup> )	< 0,5	< 0,5	<0,5
Pb (mg kg <sup>-1</sup> )	0,80	0,80	0,80
Cr (mg kg <sup>-1</sup> )	ip	ip	ip
Cd (mg kg <sup>-1</sup> )	0,21	0,21	0,21
Hg (mg t <sup>-1</sup> )	< 100	< 100	< 100

ip: inapreciable



Producto final después del proceso de peletizado.

**Bibliografía**

Garzón, E.; García, V.M.; García, J.R. Análisis comparado mediante pruebas líxímicas de la dinámica de los nutrientes en suelos con aportación orgánica a base de harinas de carne. I Conferencia Internacional Eco-biología del suelo y el compost. Pp. 241-243. Madrid: SoilACE y Editorial Agrícola Española, S.A., 2004.

Garzón, E.; García, V.M.; García, J.R.; Ugidos, A. Ensayo sobre la utilización de abonos de origen orgánico en jardinería pública. XXXI Congreso Nacional Parques y Jardines Públicos. Pp. 30-40. Madrid: AEPJP, 2004.

García, V.M.; Garzón, E.; Villa, E. Mineralización del nitrógeno en abonos orgánicos a base de harinas de carne. I Conferencia Internacional Eco-biología del suelo y el compost. Pp. 255-257. Madrid. SoilACE y Editorial Agrícola Española, S.A., 2004.

Labrador Moreno, J. La Materia Orgánica en los Agrosistemas. Madrid: Mundi-Prensa, 2001.

Loué, A. Los microelementos en agricultura. Mundi-Prensa. Madrid, 1988.

Saña Vilaseca, J. y otros. La Gestión de la Fertilidad de los Suelos. Madrid: MAPA., 1996.

Urbano, P. Fitotecnía. Ingeniería de la producción vegetal. Mundi-Prensa. Madrid, 2002.