



*Pastos y Fertilizantes*

## **Abonos Orgánicos**

**Ing. Agrón. Luis Carlos Gómez V.**

**Profesor Universitario**

**Director Técnico Centro Ecológico ASCAM**

**(Rionegro Ant.)**



## ABSTRACT

Downgrading of environment as well as of natural resources such as the soil, are a consequence of a number of human activities from which farmers are not the exception. The currently used concept of live soil, claims for a better treatment in searching its recovery, improvement and preservation. The use of some not very well known resources such as bio-fertilizers and the proper use of byproducts help in avoiding or minimizing environmental problems and in producing organics fertilizers, both of which are very important issues in a cleaner production process.



## RESUMEN

La degradación del medio ambiente y de los recursos naturales como el suelo, son el resultado de muchas de las actividades del hombre, de la cual no escapan los productores agropecuarios. El concepto de suelo vivo que se maneja hoy, exige un mejor tratamiento que busque su recuperación, mejoramiento y conservación. La utilización de algunos recursos poco conocidos como los biofertilizantes y el uso adecuado de los subproductos de la producción ayudan a evitar o minimizar los problemas ambientales y a producir abonos orgánicos, aspectos bien importantes en los procesos de producción más limpia.



## Abonos Orgánicos



A nivel mundial se viene trabajando en la búsqueda de alternativas que integren la sabiduría popular con el rigor científico y que permitan recuperar los ecosistemas afectados o por lo menos mantener las condiciones actuales sin mayor deterioro.

Uno de los programas con mayor éxito es lo que se ha denominado manejo integrado de suelos (MIS) en el cual se pretende manejar con un enfoque holístico el concepto de producción, productividad y recursos naturales, de tal forma que sin afectar las necesidades socioeconómicas de los productores, puedan recuperarse, mantenerse y mejorar las condiciones del ecosistema.

### Introducción

La tendencia agrícola en la primera mitad del siglo XX era la búsqueda de una alta productividad a través de procesos naturales autóctonos y autónomos, dando gran importancia a la rotación y asociación de cultivos, abono verde, manejo de materia orgánica, integración de la producción agrícola y animal, manejo de variedades nativas resistentes y productivas y una gran preocupación por la producción de pan-coger.

Después de la segunda guerra mundial, la necesidad de aumentar la producción de alimentos para una población que crecía a un alto



ritmo, impulsó un nuevo estilo de agricultura. La producción dejó de ser un sistema de autoconsumo, con baja necesidad de capital, alta demanda de mano de obra, mercado local y diversificación, para convertirse en un nuevo sistema de producción basado en el monocultivo, exigencia de capital, maquinaria y tecnología buscando el mercado nacional o de exportación.

Esto trajo una alteración drástica de los recursos naturales, pues el suelo muestra problemas de degradación, como se observa en las Fotos No. 1 y No. 2.



**Foto#1: Erosión ocasionada por sobrepastoreo.**

El 47% de los suelos de las tierras cultivables del mundo presentan pérdida de su fertilidad y degradación de su estructura (1). Anualmente se pierden en el mundo 22.500 millones de toneladas de suelo, de los cuales cerca de la cuarta parte son cultivables (15).

En Colombia el 50% de los suelos tiene algún grado de erosión y el 25% tienen erosión catalogada como severa. Además, se estima que cada año inician procesos erosivos entre 170.000 y 200.000 hectáreas.

En la zona andina la pérdida de suelo oscila entre 90 y 700 toneladas por hectárea al año. Solamente



**Foto#2: Erosión ocasionada por malas prácticas de cultivo.**

el río Magdalena descarga cada año al mar 70 millones de toneladas de tierra.

Si se considera que la capa arable de una hectárea de tierra tiene un peso de 2.000 toneladas, se calcula que la masa microbiana puede tener un peso de 1 a 3.8 toneladas.

Así mismo, se calcula que bacterias como *Azotobacter* spp. pueden fijar 40 kg de nitrógeno por hectárea y por año, equivalente a 200 kg de sulfato de amonio (15).

A nivel mundial se viene trabajando en la búsqueda de alternativas que integren la sabiduría popular con el rigor científico y que permitan recuperar los ecosistemas afectados o por lo menos mantener las condiciones actuales sin mayor deterioro.

Uno de los programas con mayor éxito es lo que se ha denominado manejo integrado de suelos (MIS) en el cual se pretende manejar con un enfoque holístico el concepto de producción, productividad y recursos naturales, de tal forma que sin afectar las necesidades socioeconómicas de los productores, puedan recuperarse, mantenerse y mejorar las condiciones del ecosistema.



## *Materia orgánica*

Estrictamente hablando, los materiales orgánicos comprenden un rango muy amplio de productos, incluyendo muchos que no son de interés para el suelo como los plásticos. En lo que nos compete, llamaremos materia orgánica a todos los materiales que provienen de organismos vivos como los desechos de las explotaciones pecuarias, desechos de pesebreras, residuos de cosecha, desechos de mataderos, desechos de cocina, etc.

Parte de los materiales orgánicos frescos son asimilados por la biomasa del suelo, otra se humifica para dar lugar a una materia orgánica relativamente estable y una tercera parte se mineraliza por acción de los microorganismos en el contexto de los ciclos

biogeoquímicos del carbono, nitrógeno, fósforo y azufre.

Los residuos orgánicos que, transformados, no llegan finalmente a ser usados en la producción agropecuaria, tienen asignados tres papeles: El de Enmienda Orgánica como mejorador de las propiedades del suelo, el de Abono como portador de nutrientes para el desempeño vegetal y el de Sustrato como medio físico de sostén para las plantas.

**Se entiende por abono al compuesto que se incorpora al suelo para incrementar la fertilidad, o más exactamente aquella sustancia que, por contener uno o más elementos necesarios, responde al objeto de la fertilización.**

### *Abono orgánico*

Se entiende por abono al compuesto que se incorpora al suelo para incrementar la fertilidad, o más exactamente aquella sustancia que, por contener uno o más elementos necesarios, responde al objeto de la fertilización.





El concepto de fertilidad no se puede quedar en la perspectiva físico-química que siempre se ha tenido, subvalorando el papel fundamental de los macro y microorganismos del suelo en la transformación, flujo y disponibilidad de los nutrientes. La idea de un suelo vivo que se abre paso supone, en cambio, que la fertilidad y la sostenibilidad de éste recurso dependen en grado importante de la diversidad biológica que alberga (14).

Los abonos orgánicos son fertilizantes naturales de origen animal o vegetal que además de suministrar nutrientes al suelo, aportan materia orgánica, que es sustrato para los microorganismos del suelo y contribuye a su mejoramiento (12).

### **Estiércol**

Durante muchos años antes de la aparición de los fertilizantes químicos, el estiércol animal era la más importante y con frecuencia la única fuente de nutrientes para la planta.

A pesar de los grandes desarrollos tecnológicos e industriales, el estiércol nunca ha perdido su importancia como fertilizante agrícola, antes por el contrario, la ha acrecentado.

Su uso indiscriminado, como el de cualquier tipo de fertilizante, puede causar perjuicios al ecosistema debido a la alta concentración de elementos que se pueden presentar en el suelo y que eventualmente pasan a las aguas subterráneas y corrientes, entonces éste exceso puede pasar directamente a las plantas y causar desbalances nutricionales o intoxicar los cultivos.

**A pesar de los grandes desarrollos tecnológicos e industriales, el estiércol nunca ha perdido su importancia como fertilizante agrícola, antes por el contrario, la ha acrecentado.**

La aplicación de estiércol favorece la solubilización o movilización del fósforo y enriquece el suelo en nitrógeno; no obstante, el nitrógeno orgánico, el fósforo y el potasio carecen de disponibilidad inmediata para las plantas.

En muchos casos es mejor el estiércol bien descompuesto que el fresco, sobre todo si el estiércol tiene mucho material vegetal. Los estiércoles son mejor aprovechados cuando son compostados, mezclando los materiales ricos en carbono con los materiales ricos en nitrógeno, obteniendo compuestos húmicos más estables (16), como quiera que el compost correctamente desarrollado es una de las mejores alternativas para estabilizar los

resíduos pecuarios (5). La Tabla No. 1 nos muestra el contenido aproximado de nutrientes de varios estiércoles.

### **Abonos Verdes**

Durante mucho tiempo el abonado verde se concentró en el uso de leguminosas, que a través de fijación biológica de nitrógeno en asociación con varias bacterias, las caracterizó como más eficientes en el suministro de nutrientes y en el mejoramiento de las condiciones físicoquímicas y biológicas del suelo.

En la actualidad se le considera como la utilización de cualquier planta en rotación, sucesión y asociación con los cultivos (cultivada o no), incorporándola o dejándola en la superficie del suelo con el objeto de conservar o mejorar las características del suelo (6); para utilizar los efectos positivos de algunas en el control de enfermedades radiculares y nemátodos, como las *Crotalaria* sp, *Mucuna* sp y *Cajanus* sp.,



**TABLA No. 1 Contenido Aproximado de Nutrientes (%) y Producción Diaria de Estiércol por Algunos Animales**

	GALLINAS PALOMAS	PATOS GANSOS	BOVINOS ADULTOS	CABALLOS ADULTOS	CERDOS ADULTOS	OVEJAS CABRAS	PROMEDIO
Kg Estiércol/día	0.19	-	19 - 35	25 - 30	4- 6	1.5 - 3	
Nitrógeno	3.10	1.70	0.90	0.96	0.92	1.50	
Fósforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.05	1.95	0.30	0.50	0.35	0.28	
Potasio K <sub>2</sub> O	1.90	1.10	1.15	0.90	1.05	0.98	
Materia orgánica	41.0	42.3	32.8	40.0	35.0	48.2	
Agua	47.4	51.9	64.0	57.4	62.5	48.1	
Boro ppm							17 - 20
Cobalto ppm							0 - 1
Cobre ppm							10 - 15
Manganeso ppm							200 - 220
Molibdeno ppm							2 - 4

igualmente para aprovechar los efectos alelopáticos positivos de unas plantas sobre otras.

Además de las leguminosas, también se acostumbra sembrar el girasol, algunas crucíferas y gramíneas como la avena y la cebada solas o con leguminosas.

### **Compost o Compuesto**

Es un producto heterogéneo caracterizado por su sanidad y estabilidad química, resultado del compostaje, que es un proceso de degradación biooxidativo y catabólico de un sustrato orgánico sólido a través de organismos descomponedores que requieren humedad y aireación adecuada.

A diferencia de lo que se cree comúnmente, el compostaje es una técnica delicada y exigente para el procesamiento de los residuos orgánicos. En los materiales sometidos al proceso debe existir una relación entre las cantidades de

carbono y nitrógeno que permita el adecuado funcionamiento bacteriano. Deben existir de 20 a 35 partes de carbono por una de nitrógeno (5). Relaciones menores pueden resultar en pérdida de amoníaco por volatilización, en tanto que relaciones mayores resultan en un proceso más lento. La Tabla No. 2 muestra la relación carbono nitrógeno de algunos materiales.

El compost tiene una cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio inferior a la que existe en los materiales frescos sin degradar, a no ser que en el proceso se adicionen algunos materiales enriquecedores como roca fosfórica, cenizas, pero con una cantidad mayor de microelementos. Debe poseer un pH de 6.5 a 8.0 y alta capacidad de intercambio de cationes. Físicamente el compost presenta una textura franca, color pardo oscuro o negro. Foto No. 3.

Completamente digerido el compost puede aportar todo el humus que el suelo necesita para una buena estructura.



**TABLA No. 2**  
**Relación Carbono: Nitrógeno**  
**de Diferentes Sustancias Orgánicas (3)**

Leguminosas	12:1
Tallos y tusas de maíz	60:1
Restos de Comida	15:1
Restos de frutas	35:1
Gramíneas	70 - 80:1
Hojas	40 - 80:1
Papel	170:1
Estiércol	20:1
Aserrín	500:1
Madera	700:1
Humus	10:1
Heces Humanas	10:1
Bagazo de Caña	200:1
Pulpa de Café	70:1

La gran riqueza del compost radica en su parte física y microbiológica. El compost se puede usar en todos los cultivos y en cualquier etapa de su ciclo: Antes de la siembra, durante la preparación del suelo, en el momento de la siembra, en los aporques, después de la cosecha, etc. La cantidad a aplicar depende más de la cantidad disponible, no hay problemas con excesos.

Es de mucha utilidad aplicarlo a materiales que estén en proceso de compostaje para incorporarle microorganismos descomponedores.



**Foto#3:** La gran riqueza del compost radica en su parte física y microbiológica. El compost se puede usar en todos los cultivos y en cualquier etapa de su ciclo: Antes de la siembra, durante la preparación del suelo, en el momento de la siembra, en los aporques, después de la cosecha, etc.

### *Lombricompost, Lombrinaza, Humus de lombriz*

Es una mezcla de color oscuro, estable a la descomposición bacteriana y formada por una serie de elementos como: carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, los cuales varían dependiendo de las características químicas del sustrato (17). Es el producto de las deyecciones de las lombrices de tierra principalmente de la conocida como Roja Californiana (*Eisenia phoetida*).

Las lombrices son capaces de degradar casi cualquier desperdicio orgánico entre los cuales tenemos los estiércoles, lodos de reactores o biodigestores, residuos vegetales y de agroindustrias, desperdicios de cocina, compost, el cual es enriquecido, se le mejora la carga microbiológica, disminuye el tamaño de las partículas y airea el material (21).



Aunque la composición del lombricompuesto depende de la dieta suministrada, la actividad de la lombriz de tierra contribuye a aumentar la capacidad catiónica de cambio, los contenidos de bases y el fósforo disponible (22).

El humus debe ser considerado más como un acondicionador de suelos que como fertilizante, aunque de todas maneras hace un bajo aporte mineral. Las siguientes cualidades del humus de lombriz, lombricompuesto o lombrinaza, lo hacen diferente a otros abonos orgánicos (20).

### **Materia orgánica 25 a 45%**

La actividad de la lombriz de tierra genera la transformación de la materia orgánica fresca hacia un estado de mineralización, con la formación de materiales intermedios como ácidos húmicos y ácidos fúlvicos con propiedades quelatantes, reducción de la fijación del fósforo, mejoramiento de la estructura del suelo, etc. Presencia de una alta carga microbiana total, de factores enzimáticos y hormonales que estimulan la actividad microbiana en el suelo, la formación de raíces, la absorción de elementos nutritivos, crecimiento, floración y fructificación.

Humus 9 a 11%, Nitrógeno 2 a 3%, Fósforo 1%, Potasio 1 a 3% en materia seca.

Importante aporte de microelementos y adecuada relación carbono – nitrógeno, aproximadamente 10 a 12.

Aplicaciones Prácticas (20): El producto libera el 50% de los nutrientes en el primer semestre o año y el resto en los años siguientes. Con adiciones constantes se van construyendo reservas de nutrientes.

### **Biofertilizantes**

Se definen como aquellos productos biológicos constituidos por microorganismos y/o sus metabolitos que participan en el suelo aportando o solubilizando elementos químicos para hacerlos fácilmente asimilables por las plantas (15).

Los biofertilizantes se presentan dentro del movimiento de agricultura sostenible como una buena herramienta, que de usarse en forma apropiada, puede traer beneficios económicos y ambientales. En general, es posible obtener biofertilizantes de una amplia gama de microorganismos del suelo, pero como seres vivos que son, requieren condiciones especiales para su establecimiento y multiplicación.

Hacen su aparición en agricultura como inoculantes biológicos, dentro de los cuales los más conocidos son las bacterias del género *Rhizobium* fijadoras de nitrógeno, hongos micorrizógenos que favorecen la absorción de iones poco móviles del suelo, particularmente fosfatos, pero también zinc, cobre, amonio; bacterias fosfato solubilizadoras y bacterias reductoras de azufre.

Existen varios sistemas de fijación de nitrógeno por los microorganismos: En forma libre o asociados a una planta y en simbiosis formando una estructura en la raíz llamada nódulo.

### **Fijación Simbiótica**

La asociación más conocida es la simbiosis entre las raíces de las leguminosas y la bacteria *Rhizobium*, aunque hoy se sabe que no solamente las leguminosas y el género *Rhizobium* pueden nodular. Existen otros géneros de bacterias como *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*, *Allorhizobium* que fijan nitrógeno con leguminosas (18). También se presenta entre la bacteria *Frankia* y el aliso (*Alnus* sp) y entre el microhelecho *Azolla* y el alga *Anabaena*.



### ***Fijación Asimbiótica***

El nitrógeno atmosférico es reducido a nitrógeno amoniacal e incorporado al reservorio del nitrógeno del suelo. Dentro de las bacterias fijadoras de nitrógeno están: *Azotobacter* spp, no específicas, se pueden aislar de suelos de unos cultivos y dan buenos resultados usada en otros. *Azospirillum* spp, con gramíneas como pastos, maíz, avena, sorgo, caña, cebada.

### ***Hongos***

Micorrizógenos. Los hongos formadores de micorriza se perfilan como un promisorio insumo microbiológico para la agricultura sostenible. Micorriza es la asociación mutualista entre algunos hongos del suelo y la raíz de la mayoría de las plantas.

La micorriza como órgano de absorción de agua y nutrientes, es una de las más sobresalientes adaptaciones de la raíz para desenvolverse adecuadamente en el ambiente edáfico (13).

La micorriza aumenta la capacidad de absorción de nutrientes de la raíz, gracias al hecho de que el micelio del hongo, al constituirse en una extensión de las raicillas, explora mucho mayor volumen de suelo que la raíz sola.

Morfológicamente se definen dos categorías básicas: Ectomicorrizas que se distribuyen intercelularmente en la corteza de la raíz. Se puede evidenciar a simple vista y se produce principalmente en coníferas como pinos y cipreses. Endomicorrizas que se distribuyen de manera inter e intra celularmente en la corteza

de la raíz. También se conocen como micorriza arbuscular (MA) o micorriza vesículo arbuscular (MVA). No son hospederas específicas (14).

### ***Beneficios de la micorriza***

Aunque el efecto más importante es de orden nutricional, en especial de elementos poco móviles en el suelo, fundamentalmente el fósforo y otros como zinc, calcio, azufre, boro, molibdeno, también favorecen la absorción de agua por la planta, inducen la síntesis de hormonas vegetales, mejoran su tolerancia o resistencia a enfermedades radiculares y aumentan la eficiencia de otros microorganismos como los fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fosfato y oxidoreductores de manganeso.

En conclusión, en condiciones tropicales, donde los suelos con frecuencia son pobres en nutrientes, particularmente fósforo y nitrógeno, la micorriza se constituye en un excelente recurso para la producción.

**La micorriza aumenta la capacidad de absorción de nutrientes de la raíz, gracias al hecho de que el micelio del hongo, al constituirse en una extensión de las raicillas, explora mucho mayor volumen de suelo que la raíz sola.**

La micorriza puede ser aplicada en semilleros, viveros, al trasplante, al momento de la siembra, en cultivos establecidos, en pastos, colocándola debajo de la semilla o lo más cerca posible de la zona de raíces.

### ***Caldos Microbiales***

La parte viva o biológica del suelo está formada por animales inferiores como las lombrices y microorganismos. Estos microorganismos realizan diversas funciones como la degradación de la materia orgánica, producen antibióticos, mejoran la estructura del suelo, oxidan minerales haciéndolos asimilables para la planta.



Desafortunadamente algunas prácticas como las quemadas, la aplicación indiscriminada de agroquímicos y el excesivo laboreo del suelo han llevado a crear condiciones adversas para estos seres vivos logrando su reducción y en muchos casos su desaparición (10).

Los caldos microbiales son cultivos de microorganismos en medios líquidos que le devuelven o mejoran la vida a los suelos, solubilizan minerales y en muchos casos causan desplazamiento de patógenos al competir con ellos por espacio y alimento (antagonismo). Por esto, muchas veces muestran efectos biocidas sin serlo (10).

En la industria, donde se conocen como lodos activados, se están utilizando para ayudar a resolver problemas ambientales relacionados con las aguas residuales y se deberían usar en el tratamiento de excretas en el sector pecuario.

En el comercio se conocen con varios nombres como microorganismos eficaces, bioactivadores, agroplús, agrofínca, agronovo, y requieren manejo especial como organismos vivos que son. Algunos traen además microorganismos solubilizadores

de fósforo y nitrificantes. Lo más importante es que se pueden hacer artesanalmente en la finca.

**Usos.** Los cultivos de microorganismos se pueden usar diluidos en agua o puros (seguir las instrucciones de cada producto), para devolverle la vida a los suelos, para acelerar la descomposición de la materia orgánica, por lo que tienen gran importancia en el compostaje y lombricultura. Se pueden aplicar al follaje de las plantas y al suelo en cultivos temporales y permanentes, en pastos, etc.

En la finca Toscana de Subachoque (Cundinamarca), en potreros de kikuyo y rye grass, aplicaron agroplús en la proporción de una parte en tres de agua, regando 300 litros de la mezcla por cuadra cada mes, como práctica complementaria al manejo tradicional de rotación cada 30 o 40 días y fertilización con úrea (10). En la Tabla No. 3 se observa el cambio en el suelo después de 9 meses de tratamiento. Consecuentemente, las aplicaciones de úrea se redujeron de 100 a 75 kg por cuadra sin que con ello se haya reducido la cantidad y calidad del pasto.

**TABLA No. 3 Cambio en el Suelo Después de 9 Meses de Tratamiento con Caldo Microbial**

	ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO ANTES DE EMPLEAR AGROPLUS	ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO 9 MESES DESPUÉS DE ESTAR APLICANDO AGROPLUS
PH	5.0	5.5
MATERIA ORGÁNICA	19.4	18.7
CIC	40.0	41.0
ALUMINIO INTERCAMBIABLE	0.79	0.21
P APROVECHABLE	0.22	0.31
CALCIO	6.30	6.90
MAGNESIO	0.30	2.10
POTASIO	0.45	0.63
SODIO	0.21	0.31



### Efluente de Biodigestor

Lodo Tratado, Lodo Digerido. Es lo que queda después de concluida la digestión anaerobia de la materia orgánica en los biodigestores o digestores. Es un material estable y rico en nutrientes en suspensión acuosa. Los microorganismos patógenos se eliminan en buena cantidad, si no es del todo.

El efluente está compuesto por una fracción líquida y una sólida y es una mezcla de microorganismos vivos y muertos y material orgánico. La fracción sólida tiene en promedio un valor fertilizante de: nitrógeno 1.8 a 2.4% en forma de amonio disuelto, fósforo 1.0 a 1.2 % como  $P_2O_5$ , potasio 0.6 a 0.8% como  $K_2O$  (8).

Este material puede ser usado directamente como abono y como acondicionador del suelo, pues los nutrientes como el nitrógeno se tornan más disponibles, mientras que el fósforo y el potasio no se ven afectados en su contenido y disponibilidad (5).

El efluente es un abono orgánico, puesto que la digestión anaeróbica comparada con la descomposición de las excretas al aire libre, disminuye las pérdidas de nitrógeno del 18% al 1% y del 33% al 7% para el carbono. Dentro del biodigestor no existen pérdidas apreciables para el fósforo, potasio y calcio contenidos en las excretas (9). Estas variaciones las podemos apreciar en la Tabla No. 4.

Como se ve, son muchas las opciones que tenemos para mejorar el suelo con productos o recursos disponibles en la propia finca, lo que redundará en mejores producciones, más sanidad, economía de otros insumos para la producción y reducción de problemas ambientales mediante la utilización racional de los subproductos de la finca.

### Bibliografía

1. ARANGO G, G. El papel de la materia orgánica en el manejo integral de la fertilización. p. 11.
2. BONILLA C, C.R. Notas preliminares sobre biología del suelo. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. 1996. p. 74.
3. BRECHTEL, A.G. Guía técnica para la instalación de composteras. República Dominicana: Fundación Agricultura y Medio Ambiente. p. 29.
4. BURBANO, H. El Suelo: una visión sobre sus componentes bioorgánicos. Pasto: Universidad de Nariño. 1989. p. 447.
5. COMITÉ OPERATIVO del convenio de concertación para una producción más limpia entre el sector porcícola y ambiental del Departamento de Antioquia. Cartilla manejo de elementos de la producción porcina que puedan causar efectos ambientales. Medellín, 1997. p. 156.

**TABLA No. 4 Contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en Estiércol Fresco y Biodigerido de Bovinos (9)**

ESTIÉRCOL	NITRÓGENO % EN M.S.	FÓSFORO % EN M.S.	POTASIO % EN M.S.
FRESCO	0.08 - 2.0	0.2 - 0.6	1.7
BIODIGERIDO	0.10 - 2.6	0.2 - 1.4	1.0



6. CONGRESO NACIONAL Agricultura Ecológica. Abonos verdes. Medellín: Imprenta Departamental, 1996. p. 9-23.

7. QUINTO CURSO de Actualización de Agrónomos. Manejo sostenible de suelos y enmiendas orgánicas. Santafé de Bogotá: U. Jorge Tadeo Lozano, 1997. p. 37.

8. DUQUE G, C.O. Impacto ambiental de residuos orgánicos y su manejo. En: Encuentro Nacional de Productores Agropecuarios Eficientes. (Noviembre 1996).

9. ESPINEL M, R. Y Solarte P, L. Biodigestor plástico de flujo continuo generador de gas y bioabono a partir de aguas servidas. Cali: 1995. p. 18.

10. FUNDASES. Agroplús. Santafé de Bogotá.

11. GÓMEZ V, L.C. Los Mejores abonos los produce la finca. En: El Colombiano. Medellín, (5, abril, 1998); p. 6B.

12. GÓMEZ, E. Agricultura sostenible. En: El Colombiano. Medellín, (21, abril, 1996); p. 6B.

13. GONZÁLEZ O, D. Micorrizas alternativa en la producción vegetal. Cali: Secretaría de Agricultura y Fomento del Valle. p. 48.

14. GUERRERO F, et al. Micorrizas: recurso biológico del suelo. Santafé de Bogotá: Fondo Fen Colombia, 1996. p. 208.

15. MARTÍNEZ S, M.M. Manejo biológico de suelos. En: Seminario Nacional de Producción Agropecuaria Sostenible. Cuadernos Académicos Quirama. No 17 (julio, 1997); p. 81-90.

16. MEJÍA G, M. Lombricultura y compostaje. En: Curso sobre Agriculturas Alternativas. Marsella: Jardín Botánico Alejandro Humboldt, 1996.



17. OCHOA, R. y Valencia, S. Lombricultura: importancia del lombricompost. En: El Despertar Lechero. No 5 (abril - mayo 1999); p. 5.

18. OROZCO P, F.H. Biología del nitrógeno: conceptos básicos sobre sus transformaciones biológicas. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1999. p. 231.

19. RAMÍREZ C, C. Caldos microbianos. En: Curso sobre Microbiología Agraria. Popayán: Recab; 1995.

20. RAMÍREZ R, P. Manejo de desechos sólidos orgánicos. En: Seminario Nacional Producción Agropecuaria Sostenible. Cuadernos Académicos Quirama No 17 (julio, 1997); p. 53-71.

21. SALAZAR A, A. Biodegradación de las aguas residuales y utilización de los biosólidos. En: Encuentro Nacional de Productores Agropecuarios Eficientes. (Noviembre 1996).

22. SIMPOSIO Internacional Manejo de la Cobertura Vegetal: Alternativa para una agricultura sostenible: gestión de los residuos orgánicos para la agricultura. Medellín: 1996. p. 38-45.

