

## EVALUACIÓN DE ALGUNOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y NUTRICIONALES EN HUMUS DE LOMBRIZ Y COMPOSTS DERIVADOS DE DIFERENTES SUSTRATOS

Myriam Rocío Melgarejo P., María Inés Ballesteros G.\*, Myriam Bendeck L.

Recibido: Agosto 27/97 - Aceptado: Octubre 27/97

**Keywords:** earthworm humus, compost, quality parameters.

### RESUMEN

Se determinaron algunas propiedades físicoquímicas y nutricionales en cuatro humus de lombriz obtenidos a partir de desechos de cocina y de huerta, pulpa de café, basuras biodegradables y residuos de rosas y en dos composts provenientes de residuos de rosas y de clavel. Las propiedades evaluadas fueron: humedad de campo, pH en agua (1:5), conductividad eléctrica (1:5), cenizas, materia orgánica, sílice ( $\text{SiO}_2$ ) y capacidad de intercambio catiónico por el método de extracción con acetato de amonio 1N pH 7,0 y por el método de Harada. Así mismo, se determinó el contenido de hidrosolubles y su efecto sobre la germinación de semillas de Berro (*Lepidium sativum*); finalmente se realizó un análisis nutricional que comprendió la cuantificación de los elementos nutrientes en su forma total y disponible.

La evaluación permitió demostrar cómo los parámetros de carácter organoléptico tomados en cuenta por los productores de cada material no son adecuados para dar por finalizado el proceso de compostaje. De la caracterización físicoquímica fue posible es-

tablecer que el humus de lombriz de residuos de rosas reveló en conjunto propiedades óptimas y desde el punto de vista nutricional, los mejores materiales fueron el compost de residuos de rosas y el humus de lombriz de basuras biodegradables.

### ABSTRACT

Some physicochemical and nutritional properties were evaluated in four earthworm humus coming from kitchen and farm residues, coffee pulp, biodegradable garbages and rose residues and two composts proceeding of rose and carnation residues. The evaluated properties were: field humidity, pH in water (1:5), electric conductivity (1:5), ashes, organic matter, silice ( $\text{SiO}_2$ ) and cation exchange capacity by the ammonium acetate 1N pH 7 extraction method and by the Harada method. Also, the content of hydrosolubles and its effect on the germination of garden cress (*Lepidium sativum*) seeds were determined; finally, a nutritional analysis including the quantization of the total and available nutrient elements were done.

The evaluation showed that sensorial character parameters taken into account by the producers of each material are not the adequate ones as to consider the composting process ended. From the physicochemical characterization it was possible to establish that the earthworm humus from rose residues had the optimum properties and from the nutritional point of view, the

\*Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. A.A. 14490. Santa Fe de Bogotá, Colombia.

best materials were the compost proceeding of rose residues and the earth-worm humus coming from biodegradable garbage.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, con la búsqueda de alternativas de desarrollo sostenible, procesos como el compostaje y los productos derivados del mismo han adquirido un especial auge por su capacidad de restituir al suelo una cierta proporción de materia orgánica para mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas, las cuales se han visto deterioradas por el uso continuo y exclusivo de fertilizantes minerales bajo condiciones intensas del cultivo (1). Aún conociendo las ventajas de incorporar composts y humus de lombriz en la agricultura, es necesario evaluar su condición, pues de no cumplir algunos requerimientos de calidad, podrían causar efectos adversos en el suelo y las plantas. Algunas consecuencias que puede generar la adición de un compost inmaduro a un suelo son la inmovilización del nitrógeno, la disminución de la concentración de oxígeno y por lo tanto una atmósfera fuertemente reductora al nivel de la rizósfera y la inhibición de la germinación de semillas por liberación de sustancias fitotóxicas (2, 3, 4, 5).

La evaluación de la calidad de tales productos reviste mayor importancia en países como el nuestro, ya que son comercializados muchas veces como materiales con características excepcionales, cuya información sobre su fabricación, propiedades finales y usos se desconoce (6) y en varios casos pueden ser distribuidos sin cumplir los requerimientos de madurez, pues para dar por finalizado un proceso de compostaje, se toman en consideración principalmente aspectos de tipo organoléptico como el color, olor y textura al tacto del producto final.

En Colombia se tienen pocas referencias de investigaciones sobre parámetros de calidad en composts, presidiéndose mayor atención a las propiedades físicas y a la respuesta de determinadas especies de plantas a los composts estudiados (7, 8, 9, 10). Es así que el presente trabajo se planteó con el fin de evaluar fisicoquímica y nutricionalmente la calidad de cuatro humus de lombriz y dos composts, para determinar si las características organolépticas tomadas en cuenta por sus productores para dar por finalizado el proceso de compostaje son apropiadas y están acordes con la caracterización.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales analizados son productos comerciales suministrados por sus productores. Para efectos prácticos, se han identificado de la siguiente manera: H1 (Humus de Lombriz de Pulpa de Café), H2 (Humus de lombriz de Basuras Biodegradables), H3 (Humus de Lombriz de Desechos de Cocina y de Huerta), H4 (Humus de Lombriz de Residuos de Rosas), C1 (Compost de Residuos de Rosas) y C2 (Compost de Residuos de Clavel). A continuación se dan algunos detalles sobre adiciones y tiempo de proceso para cada material.

Los materiales previamente secados al aire se molieron y tamizaron (malla 60), luego se secaron a 80 °C en estufa y se envasaron (2). La humedad de campo se determinó en cada material tal como fue suministrado, a 105 °C durante 24 horas. El pH se hizo por método potenciométrico en relación material compostado: agua 1:5. La conductividad eléctrica se hizo en relación 1:5. Las cenizas se determinaron por calcinación a 700 °C durante 8 horas. La sílice se determinó por gravimetría del residuo insoluble del tratamiento con HCl de las cenizas (2, 4, 11, 12).

La capacidad de intercambio catiónico se cuantificó por dos métodos: por extracción con acetato de amonio 1 N pH 7,0 y por el método de Harada (5, 12). El extracto hidrosoluble se determinó utilizando la relación material: agua 1:10, por agitación mecánica durante 24 horas a temperatura ambiente y posterior filtración; el residuo se desechó y en el sobrenadante se determinó el porcentaje de hidrosolubles por gravimetría, luego de secar una alcuota a 60 °C en baño María (13). El ensayo de germinación se hizo con base en el test de Zucchini, utilizando semillas de Berro (*Lepidium sativum*) incubadas a 28 °C en el extracto hidrosoluble (14).

El nitrógeno se determinó por el método de micro-Kjeldahl (11) y se cuantificó el contenido nutricional total de elementos mayores (P, K), secundarios (Ca, Mg, S) y micronutrientes (Fe, Cu, Mn, Zn, B, Na) presentes tanto en las cenizas como en el extracto de la digestión con la mezcla  $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$  (2,5:1); así mismo sobre los materiales estudiados se determinaron estos elementos en su forma disponible extrayéndolos de la siguiente manera: el fósforo por Bray II, el boro y azufre con fosfato monocálcico 0,008

M, el hierro, cobre, manganeso y zinc con la solución extractora de Mehlich y el calcio, magnesio, potasio y sodio con acetato de amonio 1N pH 7,0 en proporción compost: extractante 1/20. Tanto para los elementos totales como para los disponibles se utilizaron las siguientes técnicas para su cuantificación, el fósforo y boro por colorimetría, el azufre por turbidimetría, el potasio y sodio por espectrofotometría de emisión atómica y los demás elementos por absorción atómica (11, 12).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Aspectos fisicoquímicos de los materiales.

En la tabla 1. se encuentran los resultados obtenidos en la determinación de algunas propiedades fisicoquímicas de los materiales.

La humedad de campo corresponde al contenido de agua del material tal como fue suministrado, se presentaron variaciones entre 40 y 75%; de acuerdo con el porcentaje óptimo (30-40%) propuesto en la literatura (15), sólo el humus de lombriz de rosas es apto para

MATERIAL	ADICIONES	TIEMPO DE COMPOSTAJE (Semanas)
H1	Lombriz Roja Californiana.	16
H2	Lombriz Roja Californiana.	14
H3	Lombriz Roja Californiana.	20
H4	Lombriz Roja Californiana, caldo microbiano, melaza,	23
	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ (20% N) y $\text{CaCO}_3$ ,	17
C1	Caldo microbiano, $\text{NH}_4\text{NO}_3$ (20% N) y $\text{Ca(OH)}_2$ .	
C2	Melaza, urea y $\text{CaCO}_3$ .	20

adicionarse al suelo, los otros materiales sería aconsejable someterlos a un proceso de secado antes de utilizarlos. Aunque el compost de residuos de clavel no tuvo el mayor porcentaje de humedad, presentó un olor desagradable y un aspecto físico diferente a los demás, situación que permite inferir un manejo inadecuado del proceso y probablemente condiciones de anaerobiosis.

El valor menor de pH lo presentó el compost de rosas que se encontró ligeramente por debajo del intervalo óptimo de 6,5 a 8,0 propuesto en la literatura (15); el mayor valor es evidente que correspondió al material de residuos de clavel, debido a la adición de carbonato de calcio al inicio del compostaje. Los otros materiales presentaron valores de pH dentro del rango medio.

El contenido de materia orgánica corresponde a las pérdidas por calcinación. Como se observa en la tabla 1, hubo un amplio rango de variación del porcentaje de cenizas y por ende de la materia orgánica. El porcentaje de cenizas del humus de lombriz de residuos de rosas que permaneció mayor tiempo en compostaje con respecto al de desechos de cocina y de huerta fue menor, y puso en evidencia las dife-

rencias en la velocidad de descomposición y mineralización en función de la calidad del sustrato. El residuo de las rosas, siendo de carácter lignocelulósico es probable que requiera mayor tiempo de compostaje y microorganismos especializados para descomponer la lignina a diferencia del sustrato de desechos de cocina y de huerta del que es posible inferir mayor contenido de celulosa y almidones lo que permite una acción más eficiente de la lombriz y los microorganismos (16).

La fracción insoluble en el tratamiento de las cenizas y de la digestión con la mezcla  $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$  corresponde principalmente a sílice y su resultado se expresó como porcentaje de  $\text{SiO}_2$ . Esta propiedad presentó una tendencia similar al contenido de cenizas, siendo particularmente alta en el material de desechos de cocina y de huerta donde algo más de la mitad corresponde a este compuesto que no se considera con efecto fertilizante en el suelo.

Los mayores valores de conductividad eléctrica se presentaron en el compost de residuos de clavel y en el humus de lombriz de desechos de cocina y de huerta y aunque no se le ha establecido un valor límite para esta

**Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas de los materiales.**

PROPIEDADES	H1	H2	H3	H4	C1	C2
<b>Humedad de Campo (%)</b>	75,5	53,7	50,2	40,8	75,6	64,4
<b>pH Agua 1:5</b>	7,10	7,03	7,05	7,32	6,09	9,36
<b>Cenizas (%)</b>	32,99	56,52	73,65	45,58	20,27	59,85
<b>Materia Orgánica (%)</b>	67,01	43,48	26,35	54,42	79,73	40,15
<b><math>\text{SiO}_2</math> (%)</b>	21,37	37,18	53,74	31,70	9,47	26,99
<b>C.e. 1:5 (dS / m)</b>	5,30	2,00	7,10	3,80	5,10	12,00

Resultados expresados en base seca, son el promedio de tres replicaciones.  
C.e.: Conductividad Eléctrica.

propiedad, si se tiene en cuenta que los suelos con conductividades mayores a 4 dS/m presentan problemas de salinidad, es evidente que especialmente estos dos materiales tienen valores altos luego sería aconsejable someterlos a lixiviación controlada para evitar el incremento de la salinidad del suelo (15, 17).

En la tabla 2. se presentan los valores de la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) determinada tanto por el método de Harada como con acetato de amonio, notándose que no hay diferencias significativas entre sus valores. Esto permite considerar la posibilidad de utilizar el tradicional método con acetato de amonio que resulta ser más sencillo y práctico.

Es importante resaltar que el material de residuos de clavel fue el de menor C.I.C. debido tal vez a un proce-

so de compostaje incompleto derivado de una limitada actividad microbial causada por el alto valor de pH.

Al expresar la C.I.C. en base libre de cenizas todos los materiales están dentro del rango establecido como óptimo en la literatura para composts de residuos de ciudad, es decir presentan capacidades mayores a 60 y 67 meq/100 g (4, 5), sin embargo se aclara que la naturaleza de los materiales en estudio es diferente. De otro lado, esta forma de expresión de la C.I.C. generó cambios notables al punto de que el material de desechos de cocina y de huerta ahora presenta el mayor valor aún teniendo el mayor contenido de cenizas, esto pone en evidencia la alta calidad de su material orgánico, diferente al compost de residuos de clavel.

La fracción hidrosoluble ha sido considerada como un parámetro relevante

**Tabla 2. Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.).**

meq/100 g	H1	H2	H3	H4	C1	C2
<b>C.I.C. Harada</b>	129	66,9	51,3	100	110	32,6
<b>C.I.C. Harada*</b>	192	154	195	184	138	81,2
<b>C.I.C. AcONH<sub>4</sub> 1N pH 7</b>	107	64,8	51,9	92,6	97,6	31,2
<b>C.I.C. AcONH<sub>4</sub> 1N pH 7*</b>	160	149	197	170	122	77,7

Resultados expresados en base seca, son el promedio de tres replicaciones.

\*Resultados expresados en base libre de cenizas.

**Tabla 3. Fracción hidrosoluble y efecto sobre la germinación de semillas.**

%	H1	H2	H3	H4	C1	C2
<b>Hidrosolubles</b>	3,59	1,84	0,83	3,59	4,71	9,63
<b>Germinación</b>	72	83	83	80	67	50

El porcentaje de hidrosolubles se encuentra expresado en base seca.

Los resultados son el promedio de dos replicaciones.

para evaluar la madurez de composts, ya que se espera que disminuya con el avance del proceso de compostaje (3). Desde este punto de vista, el compost de residuos de clavel (tabla 3) resultó el menos apto para ser aplicado al suelo, situación evidente si se compara con su porcentaje de germinación 50%, que fue el más bajo de todos los materiales; caso contrario ocurrió para el humus de lombriz de desechos de cocina y de huerta.

### Contenido nutricional.

En principio, el objetivo primordial de utilizar un compost en el suelo es su papel como enmienda orgánica, sin embargo, el contenido nutricional de un compost es un aspecto importante a tener en cuenta y del que poco se ha profundizado en las investigaciones.

El mayor porcentaje de nitrógeno lo presentó el compost de residuos de rosas (figura 1), sin embargo este material durante el proceso recibió adición de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (20%), luego resulta más

significativo el contenido encontrado en el humus de pulpa de café al cual no se agregó nitrógeno durante el proceso. La literatura sugiere contenidos superiores al 2% de este elemento para que el compost continúe el proceso de humificación y mineralización en el suelo (5), así es que los materiales provenientes de basuras biodegradables, desechos de cocina y huerta y de clavel se encontraron con porcentajes inferiores a tal valor, lo que podría causar inmovilización de este elemento en el suelo donde se adicionen.

Los mayores contenidos de elementos mayores (P, K) y secundarios (Ca, Mg, S) tanto totales y disponibles, los presentó el compost de residuos de clavel; sin embargo, no hay que olvidar que este material contiene un alto porcentaje de calcio procedente del carbonato adicionado durante el proceso de compostaje. Excluyendo este material, el compost de residuos de rosas sería el más rico en nutrientes mayores y secundarios, totales y disponibles y el de menores contenidos el humus de

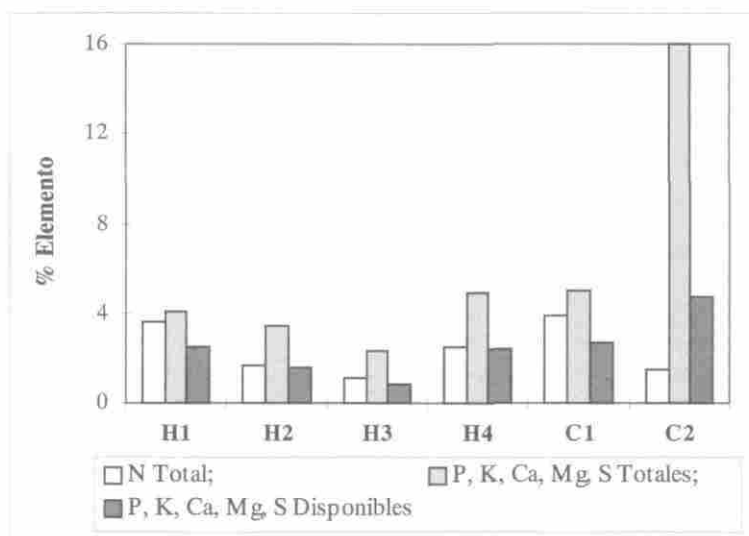


Figura 1.

Contenido de nitrógeno y sumatoria de elementos mayores y secundarios totales y disponibles.

lombriz de desechos de cocina y de huerta.

En la figura 2. se ilustra el contenido de microelementos tanto totales como disponibles. Al igual que en el caso de los mayores y secundarios, si se excluye el compost de residuos de clavel, es claro que el material más rico en estos nutrientes es el humus de lombriz de basuras biodegradables.

Las diferencias en los contenidos de algunos elementos totales en los materiales provenientes de un mismo sustrato como en el caso de los de residuos de rosas, pueden originarse en el tratamiento de la pila durante el compostaje, puesto que hay elementos fácilmente lixiviables (N, K) que se pierden en los líquidos de drenaje por exceso de agua en la pila, o como en el caso del nitrógeno, la temperatura da lugar a pérdidas por volatilización (11,18).

En general, se puede decir que la disponibilidad de los elementos no de-

pende de su contenido total en el material, sino de la dinámica del proceso; así algunos elementos pueden llegar a ser más disponibles por determinadas condiciones de pH, humedad y aireación; o en los compostajes sin lombrices, por la temperatura alcanzada que permite el desarrollo de organismos especializados (18). Así mismo, la acción de la lombriz puede incidir de una u otra forma en la disponibilidad de un elemento (16).

## CONCLUSIONES

1- Al hacer un balance de todas las variables y parámetros analizados, el humus de lombriz de residuos de rosas se encontró en mejores condiciones de madurez para ser adicionado a un suelo.

2- En los materiales provenientes de las rosas fue notable la influencia del tiempo y posiblemente de la lombriz en el contenido de cenizas.

3- La capacidad de intercambio

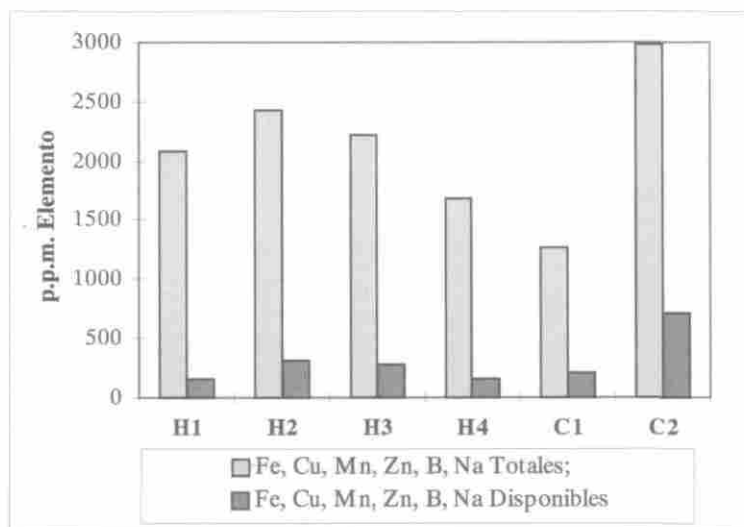


Figura 2.  
Sumatoria de microelementos totales y disponibles.

catiónico puso en evidencia la estabilización alcanzada por la materia orgánica a través de un proceso de compostaje bien llevado.

4- En el humus de lombriz de residuos de rosas, un mayor tiempo de compostaje y la presencia de la lombriz no produjeron un efecto importante en la capacidad de intercambio catiónico, ni en el proceso de mineralización del contenido nutricional con relación al compost del mismo sustrato.

5- Desde el punto de vista de la fracción hidrosoluble y su efecto sobre el porcentaje de germinación de semillas, el compost de residuos de clavel fue el menos adecuado para el suelo

6- Nutricionalmente, sin incluir el compost de residuos de clavel, el compost de residuos de rosas presentó los contenidos más altos en relación con la sumatoria de elementos mayores y secundarios, en totales (4,98%) como en disponibles (2,72%); en cuanto a microelementos el humus de lombriz de basuras biodegradables fue el más rico en totales (2422 p.p.m.) y en disponibles (316 p.p.m.).

## AGRADECIMIENTOS

Al CINDEC por el apoyo financiero y a COLJAP Industria Agroquímica por su colaboración con equipos e instalaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Florensa, P.; Martínez, J. *Horticultura*. **1991**, 66, 42-50.
2. Martínez-Iñigo, M.; Almendros, G. *Waste Manage. Res.* **1994**, 12, 305-314.
3. García, C.; Hernández, T.; Costa, F.; Ayuso, M. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* **1992**, 23, 1501-1512.

4. Iglesias, E.; Pérez, V. *Agric. Ecosyst. Environ.* **1992**, 38, 331-343.

5. Harada, Y.; Inoko, A. *Soil Sci. Plant Nutr.* **1980**, 26, 127-134.

6. Franco, J.A.; Bañón, S. *Horticultura*. **1991**, 69, 44-53.

7. Bruzón, S.; Abad, M. *Memorias Curso Master Internacional de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos*. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. **1996**.

8. Morales, C.; García, A. *Suelos Ecuatoriales*. **1995**, 25, 27-31.

9. Gómez, J.; Miranda, J.; Menjivar, J.; Cármen, M.; Torrente, A. *Memorias Curso Master Internacional de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos*. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. **1996**.

10. Suárez, S. *Memorias del VII Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo*. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Bucaramanga. **1994**.

11. COLJAP. *Manual de Métodos del Laboratorio de COLJAP Industria Agroquímica*. Bogotá. **1995**.

12. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (I.G.A.C.). *Métodos Analíticos del Laboratorio de Suelos*. Subdirección Agrológica, Bogotá. **1990**.

13. Almendros, G. *Comunicación Personal*. **1996**.

14. Blanco, M.; Almendros, G. *J. Agric. Food Chem.* **1994**, 42, 2454-2459.

15. Cegarra, J. *Memorias del VII Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo*. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Bucaramanga. **1994**.

16. Hurtado, C.; Delgado, M. *La Lombricultura*. Incolda, Chile. **1988**.



17. Abad, M. *Memorias Curso Master Internacional de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos*. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 1996.
18. Nogales, R.; Gallardo-Lara, F.; Delgado M. *An. Edafol. Agrobiol.* 1982, 41, 1159-1174.