

## Evaluación de la calidad y estabilidad de abonos órgano-minerales Organ-minerals manure quality and establishment evaluation

Pavel Chaveli Chávez<sup>1</sup>, Lisbet Font Vila<sup>1</sup>, Bernardo J. Calero Martín<sup>2</sup>, Marialina Valenciano Abreu<sup>1</sup>, Ignacio Corrales Garriga<sup>1</sup>.

1. Instituto de Suelo, Dirección Provincial, Camagüey. Cacocum # 11 Reparto Puerto Príncipe.

2. Instituto de Suelo, Dirección Nacional.

E-Mail: suelos@eimanet.co.cu

**RESUMEN.** En la actualidad la escasez de fertilizantes minerales y el deterioro de los suelos producto del mal manejo de los mismos, ha hecho necesaria la búsqueda de alternativas que den solución a esta situación. En este sentido se desarrolló una investigación con el objetivo de establecer mezclas de abonos órgano-minerales y evaluar su calidad para la conservación y posterior aplicación. Se montaron dos ensayos con diferentes mezclas de fertilizante mineral (urea, SPT y KCl) y abonos orgánicos (humus de lombriz, estiércol vacuno y cachaza). Se realizaron muestreos periódicos hasta los 6 meses de las mezclas para los análisis químicos (MO, pH(H<sub>2</sub>O), N, P, K), físico (da) y microbiológico (respiración). Los resultados fueron evaluados estadísticamente y se obtuvo que los abonos órgano-minerales obtenidos a partir de la mezcla de hasta un 30 % de fertilizante mineral con materiales orgánicos (humus de lombriz, cachaza y estiércol vacuno) presentan buena calidad. Estas mezclas logran estabilizarse a partir de los 45 días y se pueden conservar hasta los 120 días. La evolución del CO<sub>2</sub> y el contenido de materia orgánica son buenos indicadores para detectar la estabilización o estado de equilibrio del proceso.

**Palabras clave:** Abonos órgano-minerales, actividad microbiana, mineralización del carbono, respiración microbiana.

**ABSTRACT.** Nowadays the mineral fertilizers lack and the soil deterioration product to the wrong handling of the same ones, it has made necessary the search of alternatives that provide solution to this situation. In this sense an investigation with the objective of establishing mixtures of organ-minerals manure and to evaluate its quality for the conservation and later application was developed. Two assays were mounted with different mixtures of mineral fertilizer (Urea, SPT and KCl) and organic manure (worm humus, sugar cane residual and bovine manure). Periodic samplings until the 6 months of the mixtures were carried out for the chemical (MO, pH(H<sub>2</sub>O), N, P, K), physical (apparent density) and microbiologic analyses (Breathing). The results were evaluated statistically and it was obtained that the organ-minerals manure obtained starting from the mixture of until 30% of mineral fertilizer with organic materials (worm humus, phlegm and manure) present good quality. These mixtures are able to be stabilized starting from the 45 days and they can be conserved until the 120 days. The evolution of the CO<sub>2</sub> and the content of organic matter are good indicators to detect the stabilization or state of balance of the process.

**Key words:** Organ-minerals manure, microbial activity, carbon mineralization, microbial breathing.

### INTRODUCCIÓN

Los abonos orgánicos se han utilizado desde tiempos remotos para obtener producciones de alimentos en cantidades suficientes (Guerrero, 1993). Su importancia mayor no radica en el aporte nutricional al suelo, sino en las funciones que desempeñan en este recurso natural, las cuales son mucho más amplias, debido a que inciden sobre la actividad microbiana del suelo y en los ciclos de inmovilización y movilización de distintos elementos minerales. En este sentido, los fertilizantes orgánicos son insustituibles. (Labrador *et al.*, 1993)

Peña (1998); Pérez (1999) y Caballero *et al.* (2000) exponen que los residuos orgánicos al ser aplicados al suelo, mejoran sus propiedades físicas, químicas y biológicas y favorecen la fertilidad del mismo.

En la actualidad, debido a la reducción de la disponibilidad de los fertilizantes minerales para la producción de varios cultivos por su costo, su utilización excesiva y mal manejo de la fertilización que provoca un deterioro rápido y progresivo de los suelos; se ha hecho necesaria la búsqueda de alternativas que aumenten la eficiencia productiva y minimicen estos problemas.

Una de estas alternativas es la mezcla de fertilizantes minerales (NPK) con abonos orgánicos: los fertilizantes órgano-minerales.

Gandarilla, (1988); Gandarilla *et al.* (1988) y Pérez *et al.* (2000), refirieron un efecto sinérgico en los rendimientos y en algunas propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Corrales *et al.* (2000), exponen resultados positivos en la productividad del guayabo al combinar la gallinaza con diferentes dosis de fertilizantes minerales. Por otra parte, Caballero *et al.* (2001) y Corrales *et al.* (2003), utilizaron una fertilización combinada con humus de lombriz y fertilizante mineral en ají Chay y mango, con resultados en el incremento del rendimiento y el mantenimiento de varios indicadores de fertilidad en el suelo.

El empleo de los órgano-minerales, además de ser una alternativa de fertilización, permite un manejo integrado de nutrientes, lo cual hace posible el uso eficiente, rentable y ecológicamente sostenible de los fertilizantes minerales y la incorporación de materia orgánica en los suelos tropicales; donde las altas temperaturas unido al manejo inadecuado del suelo, traen consigo una mayor degradación del mismo. Sin embargo no se conoce la calidad de estas mezclas y el tiempo de conservación de las mismas, por lo que el objetivo de la investigación fue el establecimiento de mezclas de abonos órgano-minerales y la evaluación de su calidad en función del tiempo para su conservación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en la estación Experimental de Suelos de la provincia de Camagüey. Se montaron dos ensayos: el primero en condiciones semicontroladas (bandejas) y el otro en condiciones de laboratorio.

Los fertilizantes minerales utilizados fueron: Urea como portador de nitrógeno, Superfosfato Triple (SFT) como portador de fósforo, Cloruro de potasio (KCl) para el potasio, y como abonos orgánicos: humus de lombriz, cachaza y estiércol vacuno semicompostado.

Para el primer ensayo se emplearon bandejas metálicas con un nylon en la parte inferior para evitar contaminación del material producto del deterioro de la bandeja. Las mezclas se depositaron de forma plana a la superficie. En el caso de las mezclas obtenidas

con humus de lombriz se utilizaron 4 kg y en la cachaza y estiércol vacuno 3 kg.

Para cada abono orgánico se consideraron 10 tratamientos los cuales se reflejan en la tabla 1.

**Tabla 1. Relación de tratamientos empleados para la elaboración de las mezclas de abonos organominerales**

Trat	Urea (%)	SFT (%)	KCl (%)	AO (%)
1	0	0	0	100
2	0	10	10	80
3	5	0	10	85
4	5	10	0	85
5	5	10	10	75
6	0	15	15	70
7	0	5	5	90
8	0	10	15	75
9	0	15	10	75
10	0	5	15	80

Todas las bandejas se colocaron bajo techo a temperatura ambiente con 3 repeticiones por tratamiento. Los muestreos para los análisis se realizaron cada 2 meses hasta los 6 meses, considerando además uno al inicio del ensayo. Las determinaciones realizadas fueron: densidad aparente (método volumétrico) (NRAG 371, 1980), % de materia orgánica (método de incineración), % de nitrógeno (abonos orgánicos método Nessler), % de fósforo (método metanadato de amonio), % de potasio (método potenciométrico) y pH (H<sub>2</sub>O) por potenciometría. (MINAG, 1992)

En el segundo ensayo, realizado en condiciones de laboratorio, se realizaron los análisis microbiológicos, para lo cual se seleccionaron 5 tratamientos contrastes (1, 2, 5, 6 y 7) (cuadro 1) en cada uno de los abonos orgánicos (humus de lombriz, cachaza y estiércol). Estos se incubaron en frascos de cristal a 30 °C en el laboratorio y se les determinó la evaluación de emisión de CO<sub>2</sub> según Alef y Nannipieri (1995) en presencia de hidróxido de sodio, desde las 24 horas hasta los 120 días. Para el procesamiento de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 10.0, en caso de haber significación se realizó la prueba de rangos múltiples de Duncan con una significación del 95 %.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características físicas y químicas de los distintos tratamientos durante el tiempo de almacenamiento (6 meses) no siguen un patrón de comportamiento a través del cual se pueda definir la estabilidad o

degradación de las mezclas obtenidas, por lo que se determinó utilizar valores medios para comparar las diferentes mezclas estudiadas. La tabla 2 muestra los valores medios de los indicadores físicos y químicos estudiados en las mezclas de abonos órgano-minerales durante el período de 6 meses.

De forma general se obtienen valores mayores en el caso del humus de lombriz el cual resulta ser un producto más fino ya que las lombrices dejan menor espacio entre las partículas y trae como consecuencia una densidad aparente mayor. No obstante, la mezcla con el fertilizante mineral no varió este indicador de forma significativa.

Ocurre diferente en el caso de las mezclas con cachaza y estiércol donde se aprecia que la densidad aparente disminuyó en los tratamientos donde no se aplicó fertilizante mineral o en cantidades mínimas (Tratamientos 1 y 7), debido quizás al tipo de abono orgánico empleado, los cuales presentan partículas más gruesas. De acuerdo con el *Manual de Interpretación de los Suelos* (MINAG, 1982) se puede afirmar que los valores obtenidos en todas las mezclas son menores que los establecidos en cada tipo de suelo y se encuentran entre los rangos obtenidos por Jadrijevic *et al.* (1989) para materiales orgánicos.

La mezcla con el fertilizante mineral disminuyó el pH de forma general, excepto en el tratamiento 3 con cachaza y estiércol y en el del humus de lombriz sin fertilizante mineral, donde a pesar de su disminución con respecto al testigo (1), ésta se encuentra en el rango neutro (6,5-7,8) de acuerdo con la escala de pH en suelo (MINAG, 1982). Es interesante señalar que esta disminución resulta más acentuada cuando se mezcla el abono orgánico con el SFT a un 15 % donde el producto disminuye de neutro a ácido (5-5,5). Este comportamiento se puede atribuir a la composición química del SFT, el cual presenta ácido fosfórico libre en su estructura, producto de la propia obtención de este tipo de fertilizante mineral, el cual es tratado con ácido

Tabla 2: Características físico-químicas de las mezclas de

Trat (N-P-K-AO)	da	pH (H <sub>2</sub> O)	N	P	K
	g/cm <sup>3</sup>		%		
<b>Humus de lombriz</b>					
1 (0-0-0-100)	0.44	7.01a	1.65bc	0.88e	0.68e
2 (0-10-10-80)	0.41	5.12d	1.55bc	3.32c	5.17c
3 (5-0-10-85)	0.36	6.63b	1.85b	1.02e	5.62c
4 (5-10-0-85)	0.35	5.99c	<b>3.39a</b>	3.99b	0.58e
5 (5-10-10-75)	0.40	5.74c	<b>3.81a</b>	3.45c	5.50c
6 (0-15-15-70)	0.41	4.19e	1.28c	<b>4.71a</b>	<b>7.76ab</b>
7 (0-5-5-90)	0.34	5.78c	1.37bc	2.38d	3.52d
8 (0-10-15-75)	0.38	4.92d	1.17c	3.15c	<b>8.15a</b>
9 (0-15-19-75)	0.40	4.23e	1.38bc	<b>4.70a</b>	5.64c
10 (0-5-15-80)	0.35	5.65c	1.26c	2.02d	7.50b
Esx	0.0243ns	0.1170*	0.1545*	0.1409*	0.1627*
<b>Cachaza</b>					
1 (0-0-0-100)	0.13e	6.98a	1.41bc	1.26f	0.62e
2 (0-10-10-80)	0.19cd	5.25c	1.14cd	3.81c	5.18c
3 (5-0-10-85)	0.17d	6.69a	1.78b	0.98f	5.23c
4 (5-10-0-85)	0.19cd	6.19b	<b>3.48a</b>	4.41b	0.49e
5 (5-10-10-75)	0.22abc	6.09b	<b>3.58a</b>	3.72c	5.04c
6 (0-15-15-70)	0.23ab	4.68d	0.84cd	4.58b	<b>8.14a</b>
7 (0-5-5-90)	0.16de	5.94b	1.06cd	2.01e	3.53d
8 (0-10-15-75)	0.25a	5.36c	0.82cd	3.14d	7.66b
9 (0-15-19-75)	0.24ab	4.76d	0.82cd	<b>4.98a</b>	5.36c
10 (0-5-15-80)	0.21bc	6.06b	0.74d	2.17e	<b>8.22a</b>
Esx	0.0113*	0.1258*	0.2002*	0.1357*	0.1543*
<b>Estiércol vacuno</b>					
1 (0-0-0-100)	0.25ab	7.23a	2.00b	1.03e	1.46d
2 (0-10-10-80)	0.27a	5.45de	1.77bc	3.17bc	6.46b
3 (5-0-10-85)	0.25ab	6.89b	1.93b	0.99e	6.52b
4 (5-10-0-85)	0.25ab	6.37bc	<b>3.30a</b>	3.04c	1.24d
5 (5-10-10-75)	0.24ab	6.19c	<b>3.03a</b>	3.39bc	6.63b
6 (0-15-15-70)	0.28a	4.80f	1.52cd	<b>4.55a</b>	<b>8.78a</b>
7 (0-5-5-90)	0.22b	5.81cd	1.25d	2.24d	4.41c
8 (0-10-15-75)	0.26a	5.81cd	1.54cd	3.72b	<b>8.60a</b>
9 (0-15-19-75)	0.28a	4.98ef	1.33d	<b>4.73a</b>	6.30b
10 (0-5-15-80)	0.26a	5.99cd	1.27d	1.51e	<b>8.69a</b>
Esx	0.0121*	0.1940*	0.1135*	0.1930*	0.1367*

Valores con letras distintas difieren a P = 0,05 según Prueba de Duncan.

sulfúrico debido a la escasa solubilidad de los fosfatos de rocas. (Mela, 1966) De igual forma, Collings (1968) plantea que es SFT puede contener de 14 % a 25 % de ácido fosfórico asimilable, junto con reducidas cantidades de ácido fosfórico citrato-insoluble.

El nitrógeno presentó variaciones importantes en los tratamientos mezclados con urea, donde se incrementó su contenido, excepto en el tratamiento 3, el cual no tuvo un comportamiento similar, se observa igual tendencia en los 3 tipos de materiales empleados y coincide con las mezclas que no se encuentran combinadas con el SFT.

En el caso de los contenidos medios de fósforo y potasio, se observa una correspondencia entre los valores mayores de fósforo y potasio con las mezclas

obtenidas a base de un porcentaje mayor. Los valores en los tratamientos sin estos portadores se encuentran entre los reportados por Cuevas *et al.* (1989); Jadrijevic *et al.* (1989); Delgado (1990) y Céspedes *et al.* (1993).

El análisis de las mezclas almacenadas a través de los indicadores: porcentaje de materia orgánica y evolución de CO<sub>2</sub>, evidenció una disminución de la materia orgánica al cabo de 120 días. (Figura 1)

Los contenidos de materia orgánica iniciales más elevados, se encontraron en la mezcla con cachaza; no obstante, resultaron ser las mezclas que tuvieron, durante el almacenamiento, una disminución porcentual con respecto al humus de lombriz y el estiércol. Esto puede deberse a que la cachaza, como material orgánico, se encontraba en un menor estado de descomposición que los demás abonos, los cuales tuvieron un proceso de degradación. Es interesante destacar que las pérdidas de materia orgánica en el caso del estiércol resultaron ser menores en todo el sistema, y sus diferencias fueron inferiores al resto de los materiales utilizados.

Cuando se analiza la evolución del CO<sub>2</sub> (Figura 2), se aprecia que su contenido es menor en el humus de lombriz que en la cachaza y el estiércol (Figuras 3 y 4) en los primeros 10 días de incubación, dado por una mayor actividad microbiana de este material, lo que denota una mayor pérdida de carbono por concepto del metabolismo microbiano; a partir de este tiempo, los primeros 10 días, ocurre una brusca pérdida de carbono en forma de CO<sub>2</sub>, que representa una fase exponencial, que se logra estabilizar al cabo de los 45 días en todas las mezclas en una especie de meseta. Se observa también, en humus de lombriz, que cuando se mezcló el abono orgánico con nitrógeno (urea) al 5 %, (trat. 5) las pérdidas de C-CO<sub>2</sub>/mg de masa seca fueron muy superiores a los tratamientos restantes. Este hecho se justifica debido a que el humus de lombriz es un material más estable en cuanto a la relación C/N, la cual es relativamente baja y al añadir fertilizante nitrogenado ocurre una estimulación de la actividad microbiana y por tanto una mayor producción de CO<sub>2</sub> a causa de los procesos de mineralización de la materia orgánica. En el resto de los materiales orgánicos utilizados (Fig. 3 y 4) se observa cómo a partir de los dos días se presenta una mineralización rápida de la materia orgánica, en los tratamientos testigos (trat. 1) y cuando se le aplica fertilizante nitrogenado (trat. 5), la cual es más brusca en el

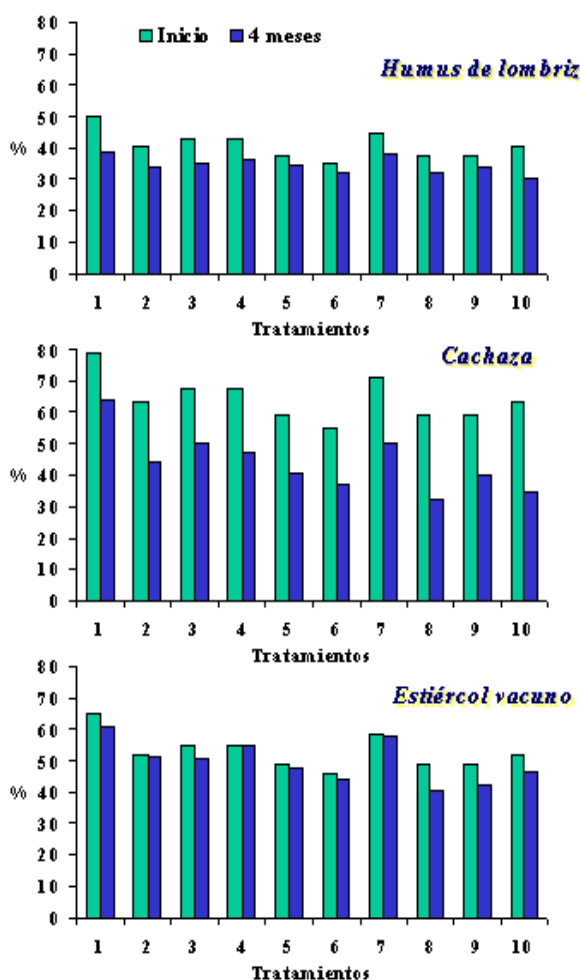


Figura 1. Materia Órgánica en las mezclas órgano-minerales al cabo de los 120 días

		Urea	SPT	K Cl	AO
L	1.	0	0	0	100
E	2.	0	10	10	80
Y	3.	5	0	10	85
E (%)	4.	5	10	0	85
N	5.	5	10	10	75
D	6.	0	15	15	70
	7.	0	5	5	90
	8.	0	10	15	75
	9.	0	15	10	75
	10.	0	5	15	80

caso de la cachaza donde se duplica la producción de CO<sub>2</sub>. Esto justifica las mayores pérdidas en la materia orgánica mostradas en la figura 1.

La mezcla del material orgánico (cachaza y estiércol vacuno) con el fertilizante mineral, benefició la calidad del producto debido a que se observan menos pérdidas de carbono que cuando no se hace la mezcla con el fertilizante mineral.

De forma general, las pérdidas de C-CO<sub>2</sub>/mg de masa seca del sistema al cabo de los 120 días de conservadas las mezclas órgano minerales (Fig. 5), resultaron



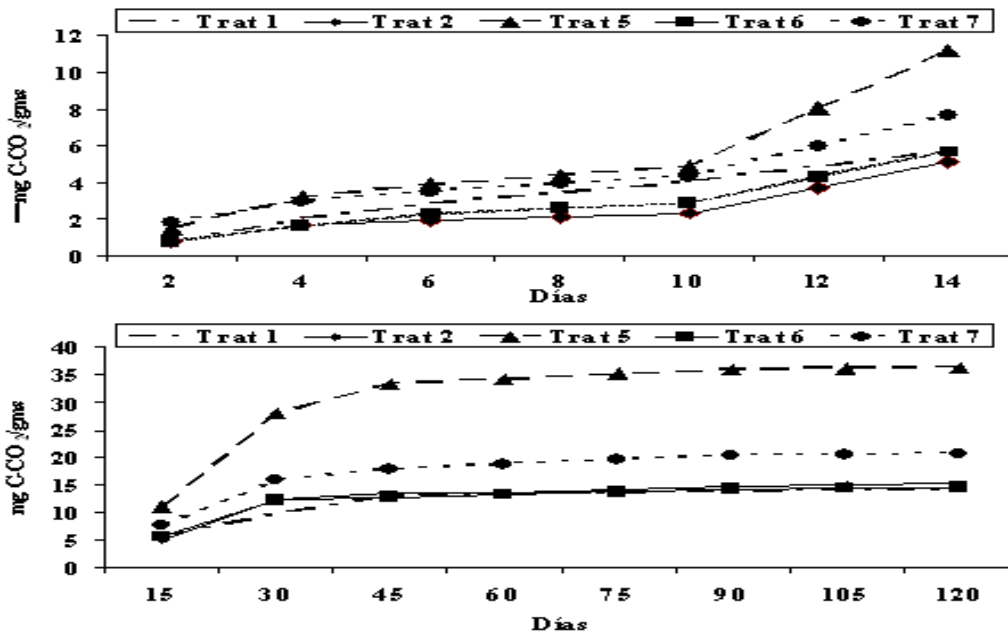


Figura 2. Dinámica de la pérdida de C-CO<sub>2</sub>/g ms en diferentes mezclas de abono órgano-mineral (humus de lombriz)

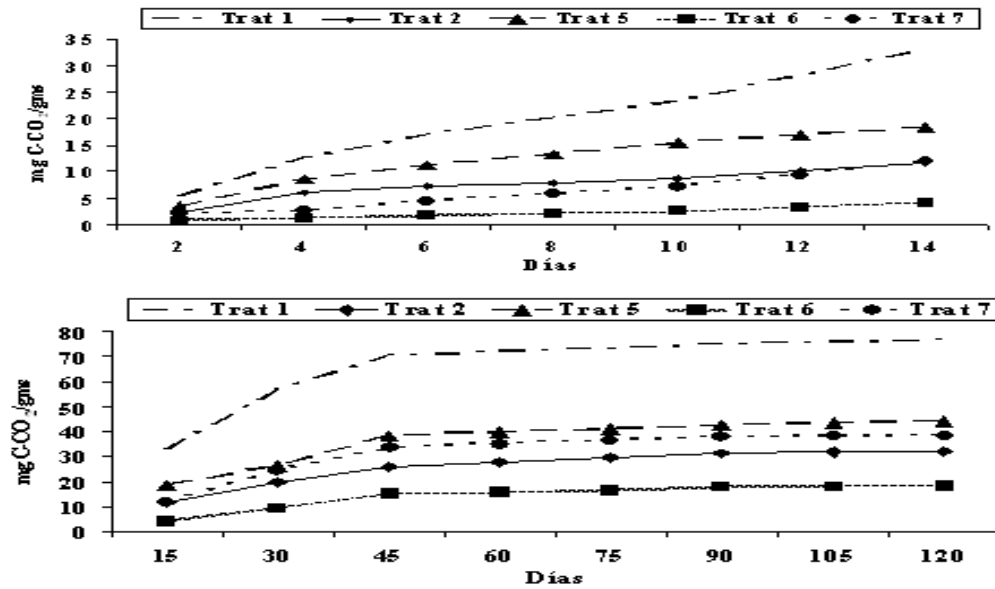


Figura 3. Dinámica de la pérdida de C-CO<sub>2</sub>/g ms en diferentes mezclas de abono órgano-mineral (cachaza)

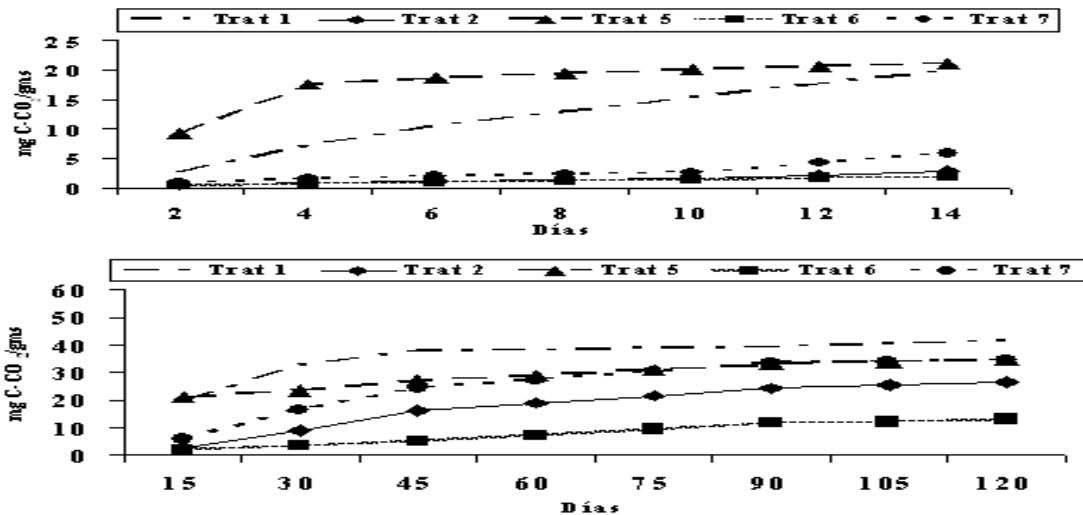


Figura 4. Dinámica de la pérdida de C-CO<sub>2</sub>/g ms en diferentes mezclas de abono órgano-mineral (estiércol vacuno)

mayores en el caso de la cachaza cuando no se mezcla con el fertilizante mineral, cuando se utiliza la urea al 5% en la cachaza y el humus de lombriz, las cuales pierden por concepto de C-CO<sub>2</sub> alrededor del 25 % del carbono de la materia orgánica. En el resto de las mezclas las pérdidas no llegan al 15 %.

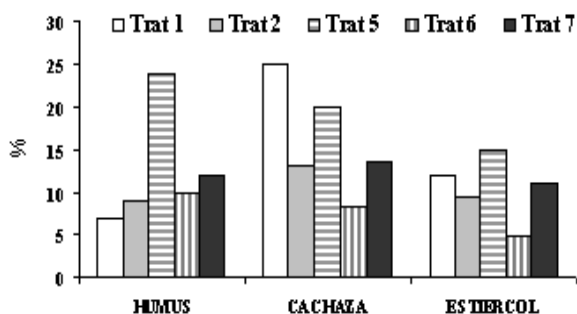


Figura 5. Por ciento de pérdidas de C-CO<sub>2</sub>/g de masa seca del sistema al cabo de los 120 días de conservadas las mezclas órgano-minerales

Se puede constatar que las mezclas realizadas a base de humus de lombriz como abono orgánico, mantienen una mayor estabilidad en cuanto a las pérdidas de carbono, por efecto de la actividad microbiana, con respecto a la utilización del estiércol vacuno y la cachaza. Esto se debe fundamentalmente a que este material (humus de lombriz) es un producto obtenido a partir de un conjunto de transformaciones que, por vía de la degradación o de la síntesis biológica, sufre la materia orgánica (Martínez *et al.*, 2003); por lo tanto sus compuestos son mucho más estables.

Este estudio ofrece una medida de la calidad de los abonos órgano-minerales que se puedan elaborar a partir de estos tres residuales orgánicos con los portadores minerales empleados. Como se puede observar, existe un período de latencia, que oscila entre 2-4 días, donde los microorganismos presentes están en una fase de adaptación al nuevo medio impuesto, a lo que sigue una etapa de intensa actividad microbiana o fase exponencial, de aproximadamente 40 días de duración; para luego alcanzar un equilibrio dinámico en cuanto a las pérdidas de carbono, aproximadamente a los 45 días de elaboradas las mezclas, lo que sugiere una estabilidad desde el punto de vista microbiológico en la mineralización de los principales nutrientes.

Este hecho permite establecer el momento en que se debe aplicar el abono órgano-mineral al cultivo. Se sugiere aplicarlo antes de lo 2-4 días, antes que se alcance la mayor actividad microbiana, debido a las pérdidas de carbono que ocurren en esta fase exponencial, o luego de pasada la misma, donde la actividad microbiana es menor y más estable, aun cuando la calidad de la mezcla haya

disminuido producto de un menor contenido de materia orgánica; evitando siempre aplicarlo en la etapa de mayor actividad o fase exponencial, debido a que al estar los microorganismos en un estado de máxima actividad pueden provocar un estado potencialmente degradativo en el suelo (Calero *et al.*, 1999), contribuyendo a la degradación acelerada de la materia orgánica del mismo, como lo describen Chaveli *et al.* (2003 y 2006) en estudios realizados en el cultivo del arroz.

Nótese también como, en todos los casos, la aplicación de N en forma de urea a las mezclas, provoca una mayor actividad microbiana y, por consiguiente, mayores pérdidas de C de la materia orgánica; sugiriendo no emplear este fertilizante mineral para la elaboración de los abonos órgano-minerales si lo que se desea es mantener la calidad del abono en cuanto al contenido de materia orgánica del mismo.

## CONCLUSIONES

1. Los abonos órgano-minerales obtenidos de la mezcla de fertilizante mineral con materiales orgánicos presentaron buena calidad.
2. Los abonos órgano-minerales logran estabilizarse a partir de los 45 días de realizadas las mezclas y pueden conservarse hasta los 120 días.
3. La evolución del CO<sub>2</sub> y el contenido de materia orgánica son indicadores para detectar la estabilización o estado de equilibrio del proceso y la calidad del producto.
4. Entre los 2-4 días y hasta los 45 días, se producen las mayores pérdidas de carbono en las mezclas producto del una mayor actividad microbiana.
5. La aplicación de nitrógeno a las mezclas en forma de urea, provoca una mayor actividad microbiana en las mezclas de abonos órgano-minerales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Alef, K. y P. Nannipieri : *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*, Ed. Academic Press, San Diego, 575 pp, 1995.
2. Calero, B.J.; A. Guerrero ; C. Alfonso ; V. Somoza y E. Camacho : "Efecto residual de la fertilización mineral sobre el estado microbiológico del suelo", *La Ciencia y el Hombre. Vol XI 33*:89-94, 1999.

3. Caballero R.; J.E. Gandarilla ; D. Pérez, y D. Rodríguez: “Efecto de los abonos orgánicos en la explotación intensiva de los huertos”. **Centro Agrícola. 4:**18-22. 2000.
4. Caballero, R.; J.E Gandarilla ; D. Pérez ; O. Pacheco y M. Sánchez : “Efecto del humus de lombriz combinado con la fertilización mineral en el cultivo del ají Chay”, *Centro Agrícola. 4:*15-18, 2001.
5. Chaveli, P.; L. Font ; B.J. Calero ; A.M Francisco y otros: “Uso de indicadores microbiológicos para la evaluación de la degradación de suelos Oscuros Plásticos arroceros de la provincia de Camagüey”, *Centro Agrícola, 3:*61-66. 2003.
6. Chaveli, P.; L. Font ; B.J. Calero ; P. López: y otros: “Evaluación de algunos indicadores microbiológicos en dos suelos arroceros de la provincia de Camagüey”, Cuba. *ITEA. 102(1):*3-12, 2006.
7. Céspedes, N.; J. Cruz y J. Gandarilla: Valoración química del humus de lombriz de tierra de diferentes sustratos, durante un año de almacenaje, Resúmenes, III Congreso Cubano de la Ciencia del Suelo, III Seminario Científico de la Estación Experimental “La Renee”, 52 pp, 1993.
8. Collings, G.H.: *Fertilizantes comerciales, sus fuentes y uso, Ed. Revolucionaria*, La Habana, 710 pp., 1968.
9. Corrales, I.; P. López y A. Guerra: “Uso de la gallinaza y fertilizante mineral en el guayabo,” (*Psidium guajaba*). *Centro Agrícola, 4:*47-57, 2000.
10. Corrales, I.; M. González y P. López: “Respuesta del mango (*Mangifera indica*) a las aplicaciones de humus de lombriz con fertilizante mineral”, *Centro Agrícola, 3:*45-50, 2003.
11. Cuevas, J.M.; L. Campa; M. Ojeda y V. Vale: Instructivo Técnico para el desarrollo de la lombricultura en Cuba, MINAG, 37pp., 1989.
12. Delgado, M.: Humus de lombriz. Caracterización y valor fertilizante. HUMUSA. CIDA, 38-51pp., 1990.
13. Gandarilla, J.E.: Empleo del estiércol vacuno para mejorar un suelo improductivo de la provincia de Camagüey. Cuba. *Tesis en Opción del grado de PhD en Ciencias Agrícolas*, Instituto de Suelos. Academia de Ciencias de Hungría, 168pp., 1988.
14. Gandarilla, J.E.; J. Segui ; R. Caballero ; M. Sánchez y E. Peña: Empleo del estiércol vacuno para mejorar un suelo improductivo de la provincia de Camagüey, III Efecto sobre el suelo, en I Congreso de la Soc. Cubana de la Ciencia del Suelo, La Habana, pp. 143, 1988.
15. Guerrero, B.: Abonos orgánicos Tecnología para el manejo ecológico del suelo, Lima, RRAA, 20pp., 1993.
16. Jadrijevic, D.; M.A. Carrasco ; M.T. Varnero y L. Venegas: “Utilización de la lombriz *Eisenia foetida* en la degradación de guano animal. Guano de cerdo y conejo”, *Avances en Producción Animal, (1-2):*169-189, 1989.
17. Labrador, J.; A. Guibertean ; L. López ; J.L. Reyes: La materia orgánica en los sistemas agrícolas. Manejo y utilización, Hojas divulgadoras, No.3., Ministerio de la Agricultura, Pesca y Alimentación, 43pp., 1993.
18. Martínez, F.; B.J. Calero ; R. Nogales y L. Rovesti: La materia orgánica, en *Lombricultura. Manual Práctico*. Ed.: B.J. Calero y L. Rovesti, La Habana, Cuba, 23-29pp., 2003.
19. Mela, P.: *Tratado de edafología y sus distintas aplicaciones.*, 2da Edición. La Habana, 615 pp., 1966.
20. MINAG: *Manual de interpretación de los suelos*, Dirección General de Suelos y Fertilizantes, 136 pp., 1982.
21. MINAG: Metodología de análisis de muestras de sustratos orgánicos, 1992.
22. NRAG 371: Determinación de densidad aparente o peso volumétrico, 1980.
23. Peña, E.: Producción de abonos orgánicos. Compendio de Agricultura Urbana. Modalidad: Organopónicos y Huertos intensivos. INIFAT- UNICA, 27 pp., 1998.
24. Pérez, D.: Alternativas biorgánicas para la sostenibilidad de los Organopónicos, Tesis presentada en opción al título de Master en Fertilidad del suelo, Universidad de Camagüey, 85 pp., 1999.
25. Pérez, D.; R. Curbelo ; R. Barroso ; L. Mendoza y otros : “El establecimiento de la *Glycine (Neotonia wigttu)* con fertilización mineral, estiércol vacuno y cal en suelos Ferralíticos y Fersialíticos”, *Producción Animal. 12:*21-23, 2000.

Recibido: 18/04/2008

Aceptado: 12/09/2009