

ACERCA DEL EMPLEO DE BASURAS URBANAS COMO FUENTE DE OBTENCIÓN DE SUSTRATOS AGRÍCOLAS

Rosalía González Bayón¹; Noel J. Arozarena Daza¹; Aida C. González Martínez¹; Pedro L. González La Fe¹; Alfredo Lino Brito¹; Bernardo Dibut Álvarez¹; Yoania Ríos Rocafu¹; Jorge Martínez Castro²; Carlos F. Báez Moré³; Hipólito Ramos Cordero¹; Jesús Fernández Alonso¹; María O. Sosa Álvarez¹; Marisel Ortega García¹ e Irma Casanova Castillo¹.

- 1- Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt”; MINAG, CUBA.***
- 2- Planta de Reciclaje de Residuos Sólidos Urbanos; Poder Popular Ciudad Habana, CUBA.***
- 3- Centro Nacional para la Producción de Animales de Laboratorio; Ministerio de Ciencia, tecnología y Medio Ambiente, CUBA.***

INTRODUCCION:

La agricultura urbana constituye uno de los sistemas productivos que más atención recibe actualmente, a tono con la tendencia creciente que exhibe la población de las ciudades en todo el mundo. Como tal debe distinguirse por la precisión tecnológica y organizativa que su carácter intensivo demanda; por ser inocua en términos de salud humana; por tener capacidad de amortiguamiento ante la tensión medioambiental; ser capaz de responder al comportamiento del mercado y resultar adaptable, lo que se manifiesta en la amplia gama de sistemas agrícolas y tecnologías de producción que la integran.

Paralelamente, la creciente urbanización implica otro proceso igualmente creciente: la generación de residuos sólidos urbanos, cuyo manejo representa, sin dudas, un desafío permanente ante la concepción, conservación y desarrollo de asentamientos urbanos.

En Cuba, el fenómeno de incremento de la población en las ciudades, semejante al de América Latina, ha dado lugar durante los últimos 25 años a que más de las tres cuartas partes de la población tenga carácter urbano, con una tasa de generación de desechos en el orden de los 0,7 Kg./habitante /día.

La necesidad permanente de reducir el riesgo ambiental que tal situación provoca (contaminación de aguas y suelos, proliferación de focos infecciosos, aumento de vectores de enfermedades, deterioro del entorno y merma de la calidad de vida) se expresa en las múltiples alternativas de tratamiento y reciclaje desarrolladas y actualmente en uso, donde la producción de compost a partir de residuos de diferente calidad y origen deviene una forma de reducir la acumulación de los mismos y su efecto contaminante.

La producción de compost, (Peña, et al., 1993), y su utilización en la agricultura, más allá del ejercicio tecnológico que supone y de la participación de diferentes disciplinas científicas, química, física, microbiología entre otras, no puede abordarse como la interesante temática que es, sin asociarla a las cada vez mas imprescindibles prácticas de preservación ambiental que las concepciones de desarrollo sostenible pautan.

De esta forma, el empleo de residuos sólidos urbanos en la elaboración de sustratos agrícolas permite aprovechar, la fracción biodegradable de la basura urbana, contribuir al alargamiento de la vida útil de los vertederos, dar mejor respuesta a la demanda de sustratos orgánicos que genera la Agricultura Urbana e influir positivamente en la sostenibilidad de la ciudad como asentamiento humano, (Fundación Esculapio, 1997).

En el presente trabajo se resumen experiencias realizadas para el seguimiento y control del proceso de compostaje de los r.s.u., el tratamiento previo de los residuos antes de la implantación del lombricultivo para la obtención de humus y la utilización del humus y compost en la elaboración de sustratos para la producción de posturas en cepellón y como soportes para la formulación de biofertilizantes, a partir de diferentes microorganismos.

MATERIALES Y METODOS

A) Obtención de compost.

Lotes de basura urbana (basura doméstica; restos de alimentos; restos de poda y jardinería; papel y cartón) de 3.50 toneladas de peso, se dispusieron en pilas para

compostaje estático con volteo mecanizado, en áreas de la Planta de Reciclaje de Ciudad de la Habana.

Cada 14 días se tomaron muestras compuestas de las pilas (3 réplicas c/vez) para la determinación de la densidad aparente; el pH; la conductividad eléctrica; el % de humedad y el % de materia orgánica, según los métodos seleccionados por Arozarena, et al., (1994). Igualmente se tomó la temperatura cada 3 días para obtener información respecto a esa importante variable.

Los resultados fueron procesados estadísticamente para la determinación de valor promedio y desviación estándar y en los casos en que fue útil, se realizaron los análisis de regresión correspondientes, según el programa STAT-ICFT.4.0

El objetivo fundamental de la evaluación realizada fué obtener información acerca de la variación en el tiempo de los indicadores considerados, a fin de establecer empíricamente, criterios acerca del momento de terminación del proceso de compostaje de esa clase de material en nuestras condiciones, de modo que pueda prescindirse de la realización de determinaciones de mayor complejidad y costo.

B) Obtención de humus.

Para el desarrollo del trabajo se partió de lotes de 600 kg de la fracción biodegradable de basuras domésticas, compuesta principalmente por restos de alimentos, poda y jardinería, papel, cartón y textiles, molinados y sometidos a compostaje en pilas estáticas durante 15; 30; 45; y 60 días, antes de la siembra de lombrices (*Eisenia foetida*) a fin de establecer el lombricultivo (Cuevas, 1996 y Singh y Rai, 1997), como posible alternativa para la transformación de los residuos en humus.

Una vez que los residuos fueron totalmente convertidos en humus, éste fue cosechado y se cuantificó el porcentaje de recobrado. Igualmente fueron determinados la densidad aparente, el pH, la conductividad eléctrica los porcentajes de materia orgánica y humedad, a fin de caracterizar y determinar la calidad del humus obtenido (IIS, 1994).

Como evaluación agrícola se comparó la producción de posturas (Casanova,1998) en sustrato preparado a partir de humus de basura y en sustrato preparado con

cachaza, ambos en proporción 1:1 con cascarilla de arroz. Como parámetros se evaluaron el peso seco de las posturas en gramos, el largo del tallo y el largo de la raíz al momento de realizar el transplante y se utilizaron dos variedades de tomate: *INIFAT 28* y *V-18*.

C) Calidad de los sustratos como soporte de microorganismos de interés agrícola.

En el experimento se utilizaron compostas y humus de lombriz obtenidos a partir de r.s.u.; humus de lombriz elaborado mediante el tratamiento de restos de cosecha; lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales, así como cachaza, utilizada como referencia en tanto es el material de uso común en la tecnología de elaboración de biofertilizantes en fase sólida (Colectivo de autores, 2000), debidamente homogenizada y previamente esterilizada en autoclave durante una hora a 121 °C.

Diez gramos de cada material se disolvieron en 50 mL de agua destilada; la solución así preparada se mantuvo en reposo durante una hora antes de ser decantada y medido el pH al líquido libre de sólidos.

Todos los sustratos se envasaron en bolsas de plástico (250 gramos y dos réplicas en cada caso) y se inocularon con 250 mL del biopreparado AZOMEG (contiene las bacterias *Azotobacter chroococcum*, especie fijadora de nitrógeno y *Bacillus megaterium var. phosphaticum*, especie solubilizadora de fósforo). Ambos microorganismos fueron crecidos previamente en medio DMG (Dibut y col, 1994) y mantenidos en zaranda por 48 horas a 200 rpm y 32°C.

Igual cantidad y tipo de réplicas de cada material, se inoculó con 250 mL de *Penicillium bilaii*, especie solubilizadora de fósforo crecido en medio Chapek (Cuba, 2001), bajo las mismas condiciones anteriormente descritas.

Los sustratos se incubaron durante los 15 días inmediatos a la inoculación a temperatura ambiente y luego se conservaron, durante 6 meses, en cámara fría, a 6 °C de temperatura.

Se realizaron conteos de los microorganismos aplicados según el método directo de siembra en placas (ISO 483:1991, 1991 e ISO 6887-1993, 1993) utilizando medios Asbhy (Subba Rao, 1982) y Pikoskaya (Dibut, 2003, comunicación personal) para el caso de las bacterias y extracto de malta (Cuba, 2001), para el hongo. La toma de muestras para estas observaciones, se realizó inmediatamente después de la inoculación y a los 15; 90 y 180 días después de esa fecha y dio lugar a dos réplicas (1.0 gramos de sustrato en 9 mL de agua destilada) de cada material evaluado.

El periodo de incubación es el usualmente establecido en el país, con cachaza, para tratamientos afines.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A) Obtención de compost.

El gráfico 1 muestra la variación de la temperatura a lo largo del proceso de compostaje, con la identificación de las fases mesófilas y termófilas del proceso.

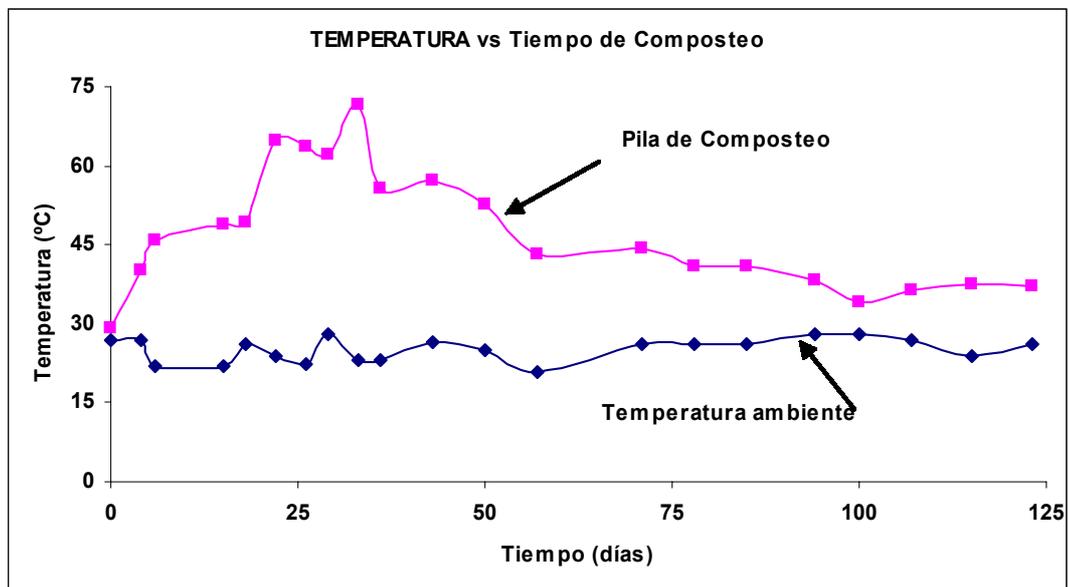


Gráfico 1. Comportamiento de la temperatura durante el periodo de compostaje de los r.s.u.

Es un requisito indispensable la sucesión de las fases de la forma en que se describe, para poder identificar la ocurrencia del compostaje como proceso.

La variación de la densidad aparente (Kg./L vs. días), se describe en el gráfico 2.

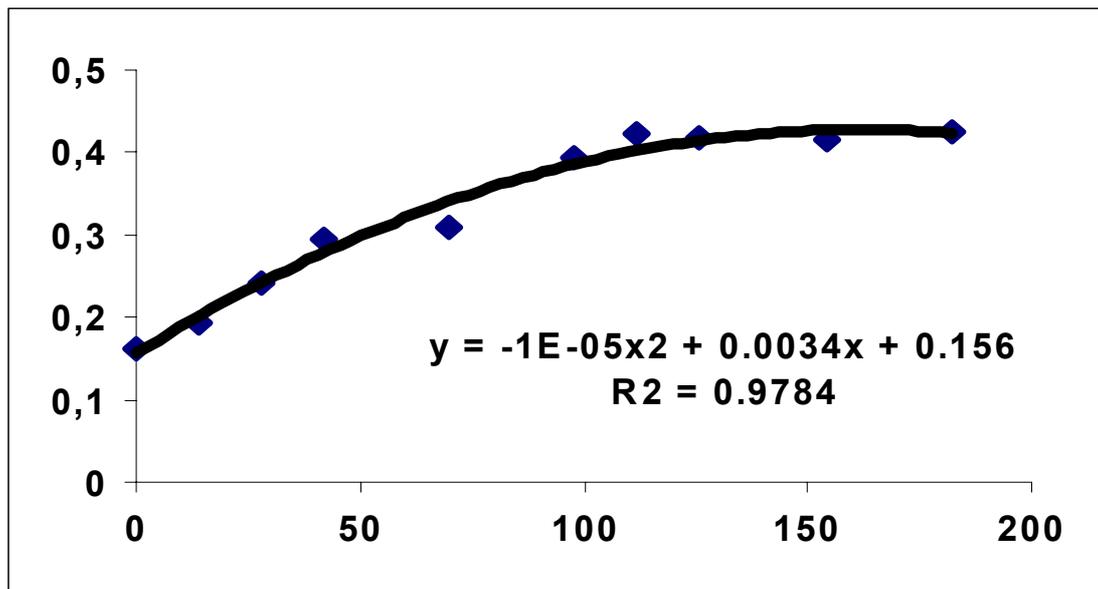


Gráfico 2. Variación del indicador densidad aparente

El incremento sostenido que muestra la primera parte del gráfico, se explica por la propia intensidad inicial de las transformaciones que supone el compostaje y que al mismo tiempo coincide con el período en que se registran las mayores temperaturas. Curiosamente, alrededor de los 100 días se alcanzan los máximos valores para esta variable, lo que sugiere que la transformación de los materiales iniciales, prácticamente ha cesado.

Desde el punto de vista matemático, si bien el punto crítico de la curva no se define para el entorno de los 100 días, el valor de densidad máximo estimado, sí es prácticamente coincidente con el correspondiente a ese momento.

En cuanto a la variación del pH, en la figura 3 se representan los resultados obtenidos; la sucesiva aparición de compuestos químicos que se asocia a la descomposición y transformación de la materia orgánica biodegradable es la responsable de los cambios en la acidez de la masa composteada.

Lógicamente, los valores iniciales resultan los más bajos, debido fundamentalmente, a la presencia de ácidos orgánicos de cadena corta que se forman en las primeras etapas de fermentación.

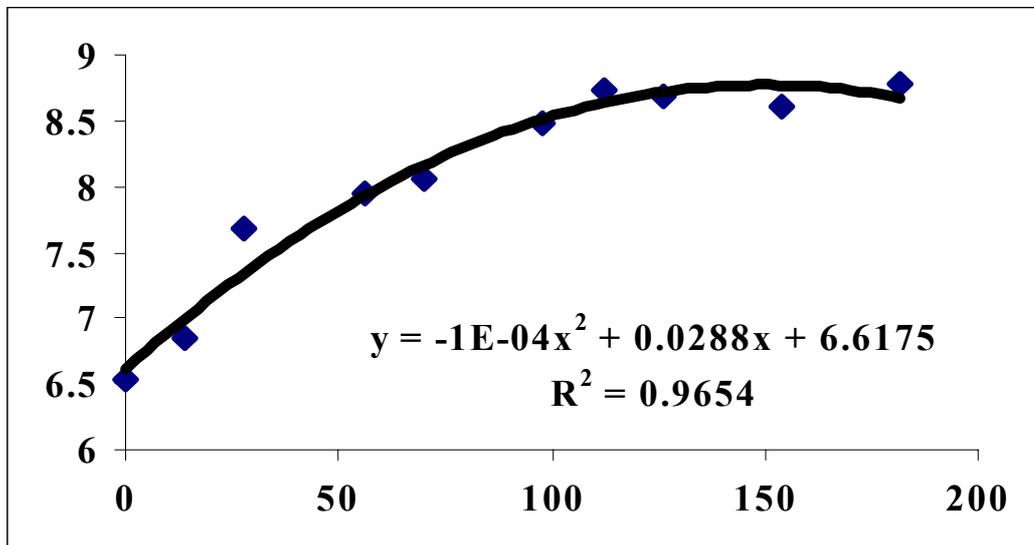


Gráfico. 3 Comportamiento del pH.

Como en el caso anterior, también aparece una zona de la curva, alrededor de los 100 días de proceso, a la que corresponden los mayores valores y que evidencia estabilidad desde el punto de vista de la ocurrencia de eventos que puedan conducir a cambios en el tenor de acidez del compost.

Otra variable evaluada fué la humedad (% Humedad vs días). En este caso hay que decir que resultó ser un indicador poco preciso, para el que no se pudo ajustar la función matemática que se usó en otros indicadores.

A ese orden de cosas contribuye el hecho de que la humedad es una variable afectada tanto por la propia dinámica del proceso como por las adiciones de agua que se realizan periódicamente, como parte del manejo de las pilas de compostaje. Ahora bien, es notable la diferencia entre los valores correspondientes a los períodos inicial e intermedio y los que caracterizan la etapa posterior a los 100 días.

En cuanto a la conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm.} \times 10^4$ vs. días), se pueden hacer consideraciones similares a las anteriores, a partir de la tendencia de los resultados obtenidos, tal y como se aprecia en la figura 4.

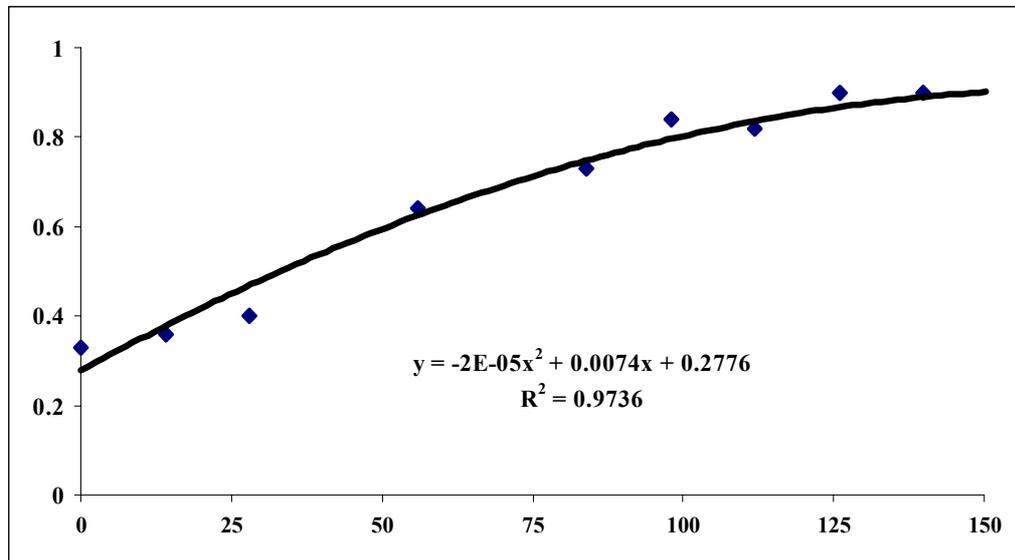


Gráfico 4. Variación de la conductividad eléctrica durante el proceso de compostaje de los r.s.u.

La transformación de los compuestos inicialmente presentes va incidiendo, como es lógico suponer, en la concentración o presencia de iones en el sustrato, aspecto éste que se expresa en el incremento de su conductividad.

Finalmente, se presenta la variación del contenido de materia orgánica (% Materia Orgánica vs. días) en los residuos, durante la transformación en sustrato agrícola.

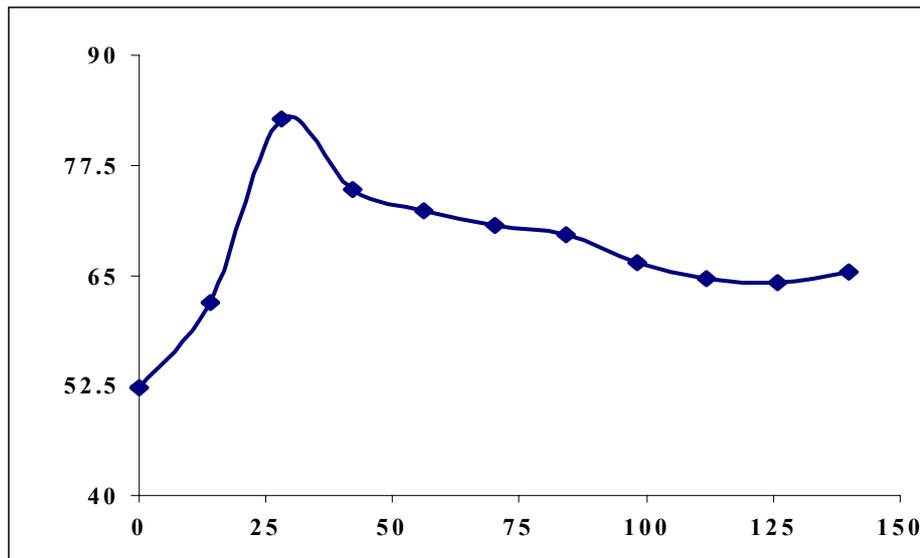


Gráfico.5 Variación del contenido de materia orgánica.

La propia trayectoria representada es ilustrativa del concepto de compostaje, como el de una degradación bioquímica de sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, que en condiciones de una humedad adecuada, conduce a la obtención de un producto final estabilizado mediante procesos de mineralización y humificación y enriquecido en materia orgánica, (Iglesias y Pérez, 1992).

B) Obtención de humus.

Los periodos de compostaje de 15 y 30 días resultaron insuficientes para crear en la masa de residuos condiciones favorables para la presencia y alimentación de las lombrices. El predominio de altas temperaturas $\geq 40^{\circ}\text{C}$ y de productos tóxicos provocaron la migración de las lombrices o su muerte, sin embargo después de 45 y 60 días de compostaje estos materiales resultaron adecuados observándose un incremento en el número de lombrices y en el peso y actividad de las mismas.

Las variantes de 15 y 30 días de compostaje previo necesitaron no menos de 30 días posteriores a la inoculación con lombrices, para alcanzar la temperatura ambiental.

En relación con la caracterización del humus obtenido, a partir de los r,s.u. se alcanzaron los siguientes valores para los parámetros evaluados:

% de Humedad : 35,61

Densidad aparente: 0,450 Kg/L

pH: 7,88 unidades

Conductividad eléctrica: 6,2 dS/m.

Estos parámetros se encuentran dentro de los señalados por la literatura en donde se plantea para el contenido de humedad valores inferiores al 40% y el pH entre 7 y 8 unidades para el producto final estabilizado. Se observa en el caso de la conductividad eléctrica valores altos, pero que para nada limitan su utilización dado que puede someterse a un proceso de lavado antes de su empleo y con ello se disminuye este valor; o también utilizarse en mezclas con otros materiales y conformar un sustrato con valores óptimos para este parámetro.

Es importante señalar que en la calidad del producto obtenido incidirá de manera decisiva los métodos de separación de los materiales no deseables, es decir, aquellos cuya degradación biológica es difícil (plásticos, vidrio, etc.) y los que puedan aportar elementos tóxicos (metales férricos y no férricos, productos químicos etc.) cuya asimilación por parte del cultivo receptor representa un riesgo potencial para la salud, de ahí la marcada importancia de una separación y recogida selectiva de la basura que transita acompañada de una fuerte campaña de educación ambiental en la comunidad.

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la evaluación agronómica realizada con el sustrato conformado a partir del humus de los residuos sólidos urbanos y cascarilla de arroz.

VARIABLE	TOMATE V18		TOMATE INIFAT 28	
	Humus + cascarilla de arroz	Cachaza + cascarilla de arroz	Humus + cascarilla de arroz	Cachaza + cascarilla de arroz
Peso seco (g.)	1.0 ± 0	0.64 ± 0.02	0.85 ± 0.098	0.65 ± 0.07
Largo del tallo (cm.)	14.1 ± 1.30	11.0 ± 1.31	13.0 ± 0.93	8.59 ± 1.09
Largo de la raíz (cm.)	7.1 ± 1.89	8.0 ± 1.67	7.6 ± 0.86	6.6 ± 1.94

Tabla 1. Evaluación comparativa de los sustratos preparados con humus de r.s.u. para la producción de posturas en cepellón.

El análisis de los resultados obtenidos en los diferentes parámetros evaluados refleja la adecuada calidad agrícola, no encontrándose diferencias sustanciales con los obtenidos a partir de otras fuentes comerciales.

No obstante es preciso realizar algunas consideraciones al respecto de la utilización tanto del compost, como del humus obtenido a partir de los r.s.u. en nuestras condiciones:

- Realizar análisis del contenido de metales pesados y descartar aquellos productos finales cuyos contenidos en estos elementos (Pb, Zn, Cd, Hg, Co, Cr, etc.) sobrepasen las normas de tolerancia vigentes.
- Garantizar la ausencia total de microorganismos patógenos transmisores de enfermedades, así como regular la permanencia de coliformes, estreptococos y larvas de parásitos, dentro de límites permisibles.
- Utilizar estos productos en sectores no menos importantes para el desarrollo de la ciudad como asentamiento humano, en cuanto al fomento y cuidado de parques, jardines y áreas verdes en general; tomando en cuenta la importancia que este reciclaje conlleva, al convertir en material útil aproximadamente el 50% de la fracción biodegradable de estos residuos, (Gumizzio, 1994), alargando la vida útil de vertederos y su contribución al saneamiento ambiental y al desarrollo sostenible de las ciudades..

C) Calidad de los sustratos como soporte de microorganismos de interés agrícola.

La determinación del pH a los sustratos como paso inicial, no evidenció diferencias notables con la cachaza (8.02), que es el sustrato utilizado actualmente. Los valores de pH en los sustratos oscilaron entre 7.60 y 8.30 unidades

No obstante conviene señalar que los valores de pH propios de los sustratos quedan fuera del rango óptimo señalado para los microorganismos en estudio y que es de 6.8 a 7.0 para las bacterias y de 6.5 a 6.8 unidades para el hongo, (Subba Rao, 1982, Cuba, 2001). Es opinión de los autores que en los resultados obtenidos, al parecer, otras características de los materiales en estudio resultaron condicionantes de la respuesta obtenida en mayor grado que su tenor de acidez, sin dejar de notar,

de modo general, la proximidad entre los valores obtenidos y los rangos citados por la literatura.

La información obtenida mediante los conteos periódicos realizados a cada variante, se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Conteo de UFC/mL.

Muestra	Microorganismo	Inicial	15 ddi	90 ddi	180 ddi
1	<i>A. chroococcum</i>	2.2 a 2.5 X10 ⁷	2.3 a 2.5 X10 ⁷	4.9 a 5.2 X10 ⁷	2.1 a 2.5 X10 ⁵
	<i>B. megaterium</i>	2.0 a 2.2 X10 ⁷	3.2 a 3.6 X10 ⁷	5.6 a 5.9 X10 ⁷	3.8 a 4.2 X10 ⁶
	<i>P. bilaii</i>	menor de 10 ³	1.5 a 2.0 X10 ⁴	1.4 a 1.7 X10 ⁴	1.2 a 1.6 X10 ⁴
2.	<i>A. chroococcum</i>	2.1 a 2.7 X10 ⁷	2.5 a 2.8 X10 ⁶	3.8 a 4.3 X10 ⁶	2.0 a 2.3 X10 ⁵
	<i>B. megaterium</i>	2.3 a 2.5 X10 ⁸	2.9 a 3.3 X10 ⁸	3.6 a 4.0 X10 ⁸	2.2 a 2.5 X10 ⁶
	<i>P. bilaii</i>	menor de 10 ³	menor de 10 ³	1.1 a 1.3 X10 ⁵	1.4 a 1.6 X10 ⁵
3	<i>A. chroococcum</i>	1.8 a 2.3 X10 ⁷	2.3 a 2.6 X10 ⁷	2.9 a 3.0 X10 ⁷	1.8 a 2.1 X10 ⁵
	<i>B. megaterium</i>	1.9 a 2.3 X10 ⁸	2.8 a 3.2 X10 ⁸	2.8 a 3.0 X10 ⁸	2.4 a 2.7 X10 ⁶
	<i>P. bilaii</i>	menor de 10 ³	1.1 a 1.4 X10 ⁴	1.0 a 1.3 X10 ⁴	1.1 a 1.3 X10 ⁴
4	<i>A. chroococcum</i>	2.3 a 2.6 X10 ⁷	4.2 a 4.5 X10 ⁸	4.6 a 4.9 X10 ⁸	2.5 a 2.7 X10 ⁶
	<i>B. megaterium</i>	2.1 a 2.5 X10 ⁷	8.9 a 9.2 X10 ⁹	8.6 a 9.0 X10 ⁹	2.6 a 3.0 X10 ⁶
	<i>P. bilaii</i>	menor de 10 ³	1.2 a 1.7 X10 ⁴	1.5 a 2.0 X10 ⁴	1.3 a 1.5 X10 ⁴
5	<i>A. chroococcum</i>	2.5 a 3.0 X10 ⁷	3.5 a 3.8 X10 ⁸	3.5 a 4.0 X10 ⁸	1.9 a 2.3 X10 ⁶
	<i>B. megaterium</i>	5.2 a 5.5 X10 ⁷	9.4 a 9.6 X10 ⁹	9.2 a 9.5 10 ⁹	2.4 a 3.0 X10 ⁶
	<i>P. bilaii</i>	menor de 10 ³	1.3 a 1.5 X10 ⁴	1.1 a 1.5 X10 ⁴	0.9 a 1.3 X10 ⁴

ddi días después de la incubación.

Muestra 1 cachaza

2 humus de r.s.u.

3 compost de r.s.u

4 humus de residuos vegetales

5 lodo de depuradora

La respuesta de los microorganismos mostró, de modo general, una tendencia homogénea con valores de concentración propios de una curva de crecimiento normal.

No existen diferencias importantes entre las concentraciones obtenidas en la cachaza y las que muestran los restantes sustratos, por lo que se considera que los materiales son adecuados para el crecimiento y desarrollo de las bacterias y el hongo estudiado.

Debe señalarse que el humus de restos vegetales y el lodo de planta depuradora de agua ofrecen los mejores resultados desde el punto de vista microbiológico, por alcanzarse en estos sustratos las concentraciones celulares más altas.

CONCLUSIONES

- Es posible monitorear el proceso de compostaje de r.s.u. mediante la evaluación de propiedades físicas y físicoquímicas.
- La conductividad eléctrica; el pH y la densidad aparente tienen una tendencia positiva decreciente con respecto al tiempo, con valores máximos alrededor de los 100 días.
- La humedad y el tenor de materia orgánica, no mostraron tendencias semejantes a las del resto de las variables evaluadas pero igual resultaron diferentes a partir de los 100 días de transcurso del proceso de fermentación.
- Los r.s.u. compostean en un período de 100 días, de acuerdo con la variación de los indicadores evaluados.
- Los residuos sólidos urbanos en estado fresco, no son adecuados para tratamientos de lombricultivo; se requiere un período de compostaje mínimo de 45 días, antes de la incorporación de lombrices a los r.s.u. para la obtención de sustratos de uso agrícola.
- La variación de la densidad aparente es un indicador de la transformación de los r.s.u. durante el proceso de compostaje.
- La reducción de la densidad real a valores entre el 55 y el 60 % del valor inicial de la mezcla de r.s.u. a tratar, marca el momento óptimo para el inicio del lombricultivo en ese tipo de material, con resultados satisfactorios

- Los sustratos orgánicos obtenidos a partir de residuos sólidos urbanos, restos de cosecha y lodos de planta depuradora de aguas residuales son adecuados para el crecimiento y desarrollo de ***Azotobacter chroococcum***, ***Bacillus megaterium var phosphaticum*** y ***Penicillium bilaii***.
- Especial atención ha de brindarse a la caracterización química y microbiológica, tanto de los r. s. u. a tratar como de los sustratos obtenidos, lo que no descarta la importancia de esta alternativa en la reducción del impacto ambiental asociado a la generación y acumulación crecientes de basuras urbanas.
- Se constató que tanto el compost como el humus producido a partir de r.s.u. constituyen fuentes de adecuada calidad agrícola cuya producción manejo y uso deben ser considerados como alternativa en la actual situación de restricción de disponibilidad de cachaza que enfrenta el país.

Referencias bibliograficas:

- Arozarena, N. J. et al. Análisis físico, químico y físico-químico de compost. En: Proceedings II Simposio Productos Naturales: un enfoque biotecnológico. –México:UAM-Iztapalapa, 1994.
- Casanova, A.. et al. Tecnología de producción de posturas de hortalizas en cepellones. En: Ramírez, Neyda (ed.) Producción de cultivos en condiciones tropicales. –La Habana: IIHID, 1998. pp 41-44
- Colectivo de autores. (2000). Determinación de la tecnología de fabricación de un biofertilizante sólido o concentrado a base de ***Azotobacter*** para sustituir los productos líquidos a base de esta bacteria que hoy se utilizan en el país. Informe final del proyecto Nacional 30 000 44. 88 pp.
- Cuba (2001). Manual BIOCEN de Medios de Cultivo. La Habana. Centro Nacional de Biopreparados. BIOCEN.
- Cuevas J. Ramón, et. al (1996) La Lombricultura I. Una opción ecológica. Agricultura Orgánica Año 2 No.1

- Dibut, B., Martínez, R y Glez, R. (1994). Dimargón, nuevo medio de cultivo para la producción industrial de biopreparados a base de ***Azotobacter chroococcum***. *Cultivos Tropicales* 15 (1): 14-15.
- Dibut, Bernardo. (2003). INIFAT. Laboratorio de Fermentadores. Comunicación personal.
- Fundación Esculapio (1997): Gestión de Residuos Sólidos Urbanos. 463p.
- Gumizzio, J. Aspectos ambientales de la aplicación de residuos urbanos. En: Curso Master Fertilizantes y Medio Ambiente. –España: Universidad Autónoma de Madrid, 1994. –p. 46
- Iglesias, E. and V. Pérez. Determination of maturity indices for city refuse composts. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 38: 331-343, 1992.
- IIS.(1994): Manual de técnicas de análisis químico para el humus de lombriz. 24p.
- ISO 4833: 1991 (E). (1991). Microbiology-general guidance for the enumeration of microorganism-colony count technique at 30°C.
- ISO 6887-1993 (E). (1993). International Standard. Microbiologically-General guidance for the preparation of dilutions for microbiology examination.
- Mathur, S. P. et al. Determination of compost biomaturity. I Literature Review. *Biological Agriculture and Horticulture* 10: 65-85, 1993.
- Peña, J. C.; I. García y A. Carmona. La composta: un producto biotecnológico. *Productos Naturales* (1): 31-38, 1993.
- Singh, J. and S. N. Rai. Vermitech approach for waste management. –India: Institute of Agricultural Sciences (Banaras Hindu University), 1997. –9 pp.
- Subba Rao, N.S. (1982). Biofertilizers in Agriculture. Oxford and IBN, publ. Co, New Delhi, 186 pp.