

ARTICULOS GENERALES

Mezclas de cortezas de *Eucalyptus pellita* F. Muell y *Eucalyptus saligna* Smith en la elaboración eficiente de compost

Barks mixtures of species *Eucalyptus pellita* F Muell and *Eucalyptus saligna* Smith to elaboration effectiveness of compost

Liudmila Jiménez Mariña¹, Javier Valdespino Campbell², Noaris Pérez Díaz³, Uvaldo Orea Igarza³.

1. Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", Bayamo, Granma. Cuba.

2. Empresa de Acopio, Beneficio y Torcido de Tabaco, Bayamo, Granma. Cuba

3. Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río. Cuba.

E-mail: orea@af.upr.edu.cu

RESUMEN. Se evaluó el aprovechamiento integral de mezclas de cortezas de las especies *Eucalyptus pellita* F. Mull y *Eucalyptus saligna* Smith para la elaboración de compost. El proceso de compostaje se llevó a cabo después de la extracción de las mezclas de cortezas en diferentes medios (H₂O a 95 °C, H₂O a temperatura ambiente, NaOH al 1 % y sin tratamiento). Para evaluar la factibilidad del compost se determinaron los parámetros físicos y químicos del mismo: % de humedad, temperatura, pH, contenido de materia orgánica y sustancias minerales, carbono, nitrógeno y relación carbono/nitrógeno. Los resultados mostraron la ocurrencia de la degradación de la corteza, observándose los mayores cambios durante las etapas iniciales del proceso. Además, se reveló la factibilidad de emplear dicho material como compostaje, constituyendo una alternativa para el mejoramiento del medio ambiente debido a que este residuo sólido atenta contra la sostenibilidad de los ecosistemas forestales.

Palabras clave: Compost, *Eucalyptus* spp., parámetros fisicoquímicos.

ABSTRACT. Integral advantage of bark mixtures of species *Eucalyptus pellita* F Mull and *Eucalyptus saligna* Smith as compost were evaluated. After extraction of bark mixtures under different medium (H₂O at 95°C, H₂O at room temperature, NaOH at 1% and without treatment), compostaje process was carried out. Physical and chemical parameters of compostaje were determined: percent of humidity (%), pH, temperature, carbon, nitrogen and relationship carbon/nitrogen. The results showed the occurrence of degradation of bark, being observed the highest changes during the initial stages of process. Also, the feasibility of using such material as compostaje was revealed, constituting an alternative for improvement of environment due to this solid residual is a negative element against the sustainability of forest ecosystems.

Key words: Compost, *Eucalyptus* spp., physical-chemical parameters.

INTRODUCCIÓN

La superficie cubierta de bosques alcanza el 38,6 %, y le corresponde en primer lugar a las coníferas. En segundo lugar, por su abundancia, lo ocupa el género *Eucalyptus*, cuyas maderas hasta el momento tienen diversos usos como material de construcción, en la producción de cujes de tabaco y para postes de electricidad, entre otros.

Los residuos forestales desempeñan un importante papel en la ecología y la protección de los

ecosistemas forestales y agrícolas, manteniendo la fertilidad del suelo. En la agricultura son numerosos los reportes científicos acerca de la utilización del serrín y la corteza de especies forestales en la elaboración de compost para la fertilización orgánica y el mejoramiento de los suelos en diferentes países. (Pinto, 2006)

En la industria maderera uno de los principales residuos es la corteza, por lo que la utilización de la

misma sería indispensable, más si se tiene en cuenta, que un obstáculo para la sostenibilidad de los bosques y las industrias forestales es el nivel de desecho producido, tanto en los bosques mismos como en las plantas procesadoras de madera (Noack, 1995). En Chile se han utilizando mezclas de residuos como suelo-serrín-ceniza que posibilitaron la mejora de la fertilidad de los suelos, ya que las mezclas producen un incremento en el nivel de elementos nutritivos. (Cruz, 1990; citado por Pinto, 2006)

En Portugal se demostró la efectividad de las cortezas de pino y eucalipto como sustitutos de la zeolita en calidad de intercambiadores iónicos para la fertilización del suelo, composteada en mezclas. (Guedes de Carvalho, 1994; citado por Pinto, 2006)

En Cuba se han obtenidos abonos orgánicos a partir de residuos boscosos, cepas microbiológicas y agentes químicos (FAO, 2000). Por otra parte, Castillo (2001) y Cobas (2001) refieren el empleo de la corteza de diferentes especies arbóreas para la elaboración de sustratos para viveros forestales. Para profundizar y ampliar esta temática se propone determinar la factibilidad del uso de las mezclas de cortezas de *Eucalyptus pellita* F. Muell y *Eucalyptus saligna* Smith para la elaboración de compost.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en las Empresas Forestales Integrales de Macurije y Guanahacabibes. Se talaron árboles de plantaciones homogéneas de *Eucalyptus saligna* Smith y *Eucalyptus pellita* F. Muell, entre 20 y 22 años de edad con características morfológicas semejantes, los cuales fueron descortezados, obteniéndose así las muestras de cortezas.

La corteza proveniente de cada especie se redujo a partícula y las muestras obtenidas se mezclaron, obteniendo una muestra homogénea, la cual se tamizó y se tomaron porciones entre 0,4 mm y 0,6 mm según Norma Estándar TAPPI T- 25- T- os- 76. (TAPPI, 1998)

A partir de la muestra obtenida, se formaron cuatro pilas de compostaje a las cuales se les realizaron diferentes extracciones (con NaOH al 1 %; con agua

a 95°C; con agua a temperatura ambiente y sin extraer) con el objetivo de eliminar los fenoles que por sus características físicas y químicas inhiben el proceso de germinación y se les añadió un 30 % de gallinaza. Esta mezcla fue sometida a un proceso de compostaje durante treinta (30) días, empleando el método de aplillamiento por volteos (Indore, 1931; Costa *et al.*, 1991; citado por Acosta *et al.*, 2006). Se distribuyó el material, se cubrió con pencas de guano y se añadió abundantes hierbas secas para conservar la humedad.

Se procedió a la determinación de los diferentes parámetros físico-químicos que caracterizan al proceso de compostaje en las diferentes pilas en función del tiempo.

Dentro de los parámetros más importantes que se deben monitorear están:

Parámetros físicos

Humedad: El contenido en humedad se determinó por métodos gravimétricos, (secado a 103 °C durante tres horas, hasta peso constante) en dependencia de los resultados se evaluó la necesidad de riego hasta que la humedad esté entre 40-70 %.

Parámetros químicos

Temperatura: Se realizó medición diaria de la temperatura en distintos sitios de la pila, luego se determinó la temperatura promedio.

pH: El pH se midió diariamente, determinado con un phómetro (se pesaron dos gramos de la muestra y se filtraron), para comprobar que estuviera entre 6,5 y 7,5.

Contenido en sustancias minerales: se colocó la muestra en crisoles de porcelana durante seis horas en mufla a 550 °C hasta peso constante.

$$\% \text{ SM} = \frac{F-G}{B-G} * 100$$

F: masa en gramos del crisol más ceniza

G: masa en gramos del crisol vacío

B: masa en gramos del crisol más muestra

Contenido en materia orgánica: se determinó como la diferencia del 100 % y el contenido en sustancias minerales. $\% \text{ MO} = 100 - \% \text{ en sustancias minerales (SM)}$

Contenido en C: El contenido de C orgánico se determinó por el método de Walkley- Black.

Contenido en N: el contenido de N total se midió en un fotolorímetro.

Relación C/N: se determinaron los por cientos y se calculó la relación C/N.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estos resultados de la caracterización de la materia prima están acorde con los reportados en la bibliografía como óptimos para el comienzo del compost. Con estas características se garantizan las condiciones para que los microorganismos comiencen el proceso de descomposición hasta obtener un compost maduro.

Los valores obtenidos de materia orgánica son altos, correspondientes a materiales orgánicos sin ningún tipo de degradación; así como los correspondientes a la relación C/N aunque en el rango razonable ofrecido por Rynk *et al.* (1992).

Tabla 1. Características físico-químicas del material de partida

Tratamientos	pH	Humedad	Sust. Min.	Mat. Org.	Rel C/N
C. sin extraer	7,7	73,28	9,35	90,65	41,13
C. extr. NaOH	8,4	75,20	10,42	89,58	36,45
C. extr. H ₂ O T. Amb	7,9	78,76	11,13	88,87	38,68
C. extr. H ₂ O a 95°C.	8,1	78,39	9,55	90,45	37,84

Evolución del proceso de compostaje

Temperatura

La evolución de la temperatura es considerada un indicador de la actividad metabólica de las poblaciones de microorganismos involucradas en un proceso de compostaje (Finstein & Morris, 1975; citado por Cereijo *et al.*; 2007). La temperatura de la matriz orgánica en proceso se incrementa durante los primeros días, permanece en rango termofílico durante varios días y después decrece gradualmente hasta alcanzar una temperatura constante (Golueke, 1972; Domínguez & Mato, 2001; citado por Cereijo *et al.*, 2007). Consecuentemente, este parámetro puede ser considerado un buen indicador de la evolución del proceso y de la finalización de la fase biooxidativa en la cual el compost alcanza un cierto grado de madurez (Iglesias-Jiménez & Pérez-García, 1989; citado por Cereijo *et al.*, 2007).

Se aprecia, excepto en el tratamiento con NaOH al 1 %, debido al incremento de la actividad biológica, un aumento de la temperatura hasta 35-45 °C tras unos días de comenzar el

experimento, para posteriormente disminuir lo cual se corresponde con la fase endógena de los microorganismos.

Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55 °C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados. (Acosta *et al.*, 2006)

Los mayores valores de temperatura se alcanzaron en el tratamiento de la corteza extraída con agua a temperatura de 95 °C, seguido de los tratamientos sin extracción, agua a temperatura ambiente y NaOH al 1 %, respectivamente. Estas influencias están dadas por pequeñas variaciones en los volúmenes de las pilas, lo que demuestra la estrecha relación temperatura-volumen. (Peña *et al.*, 2002) Se observa además que pasados 15 días existen variaciones de temperatura lo que indica que el material aún no está completamente degradado. Los pequeños picos están en correspondencia con los volteos de las pilas, lo cual provoca pequeños aumentos de temperatura. (Figura 1)

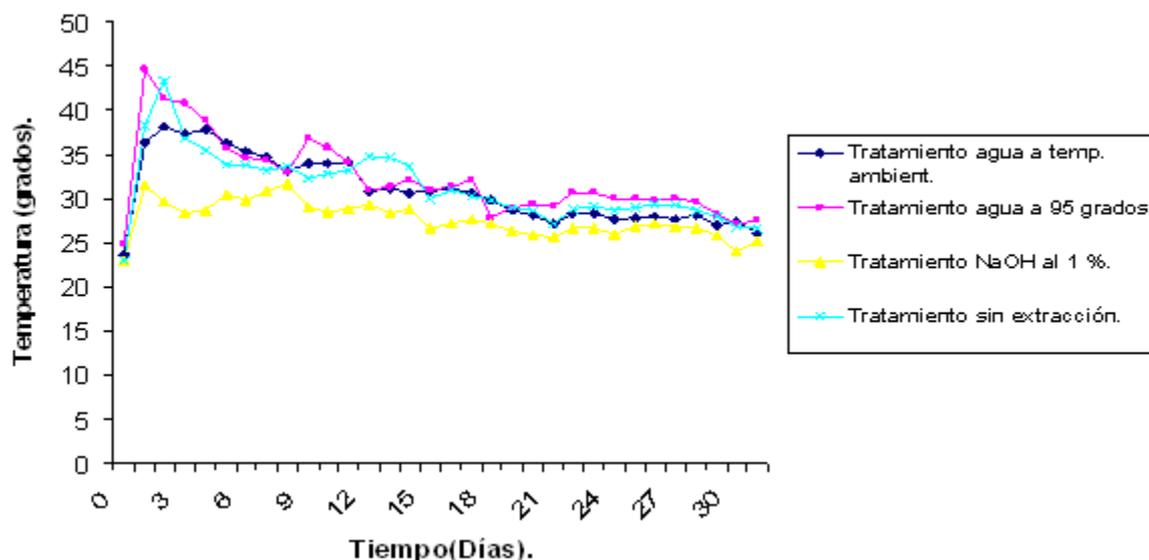


Figura 1. Variación de la temperatura en cada tratamiento con el tiempo de compostaje

Contenido de humedad

El contenido de humedad es un factor limitante del proceso de compostaje. Si la humedad desciende por debajo del 40 %, la actividad microbiana se ralentiza, mientras que si excede el 65 %, se dificulta la circulación de aire a través de la masa (Domínguez *et al.*, 1996b; citado por Cereijo *et al.*, 2007). Varios autores sitúan el contenido óptimo en humedad en torno al 55-65 %, y consideran valores por debajo del 40 % como condiciones de estrés hídrico (Finstein & Miller, 1985; citado por Cereijo *et al.*, 2007). En el experimento se obtuvo un contenido en humedad del 60 %.

pH

El pH de un compost es un buen indicador de cómo ha evolucionado el proceso degradativo. Durante los primeros días el pH desciende ligeramente debido a la formación de ácidos grasos de cadena corta por la descomposición de hidrato de carbono, para subir después a medida que el material se descompone y estabiliza alcanzando valores de alrededor de 8,5, permaneciendo finalmente en valores en torno a 7,0-8 (Rynk *et al.*; 1992). Valores de pH ácidos indican ausencia de madurez debido generalmente a un tiempo de compostaje demasiado corto o a la ocurrencia de procesos anaeróbicos en la masa. En todos los tratamientos fueron observados incrementos significativos de pH.(Figura2)

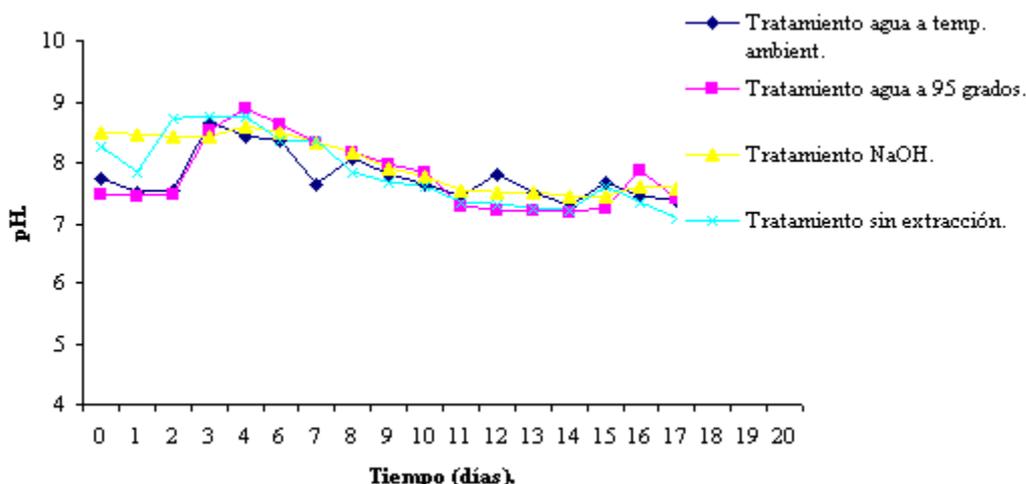


Figura 2. Variación del pH en cada tratamiento con el tiempo de compostaje

Contenido en materia orgánica

El contenido en materia orgánica disminuyó a medida que transcurrió el tiempo de compostaje. Durante el compostaje se produce la degradación de la materia orgánica, produciéndose la mineralización parcial de compuestos orgánicos complejos, que se transforman en agua, CO² y sustancias húmicas. La disminución de este parámetro es más acentuada para todos los tratamientos, en los primeros días del compostaje, debido a que las sustancias fácilmente degradables como azúcares, grasas, almidón y proteínas, son rápidamente consumidas por los microorganismos,

por lo que quedan solamente los compuestos más resistentes como son la celulosa y lignina. (Orea, 2000)

Por tanto, se puede considerar que el compostaje es un proceso controlado en el cual ocurren procesos de mineralización y humificación. Un comportamiento exponencial en la variación del contenido de materia orgánica, similar al presentado aquí, fue encontrado por Martínez-Iñigo y Almendros en un compostaje directo de residuos forestales de roble y por Iglesias y Pérez en residuos urbanos, citado por Farías *et al.* (1999). (Ver figura 2)

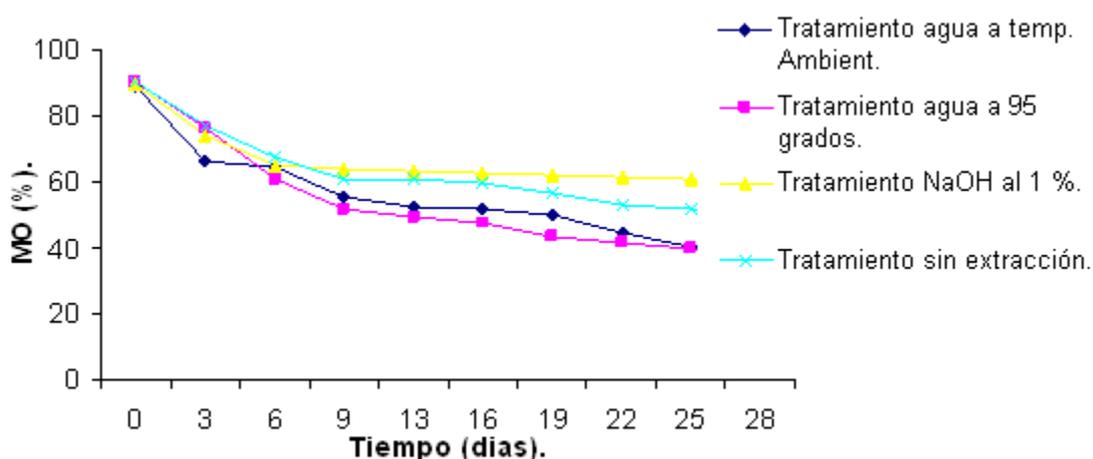


Figura 3. Variación del contenido en materia orgánica en cada tratamiento con el tiempo de compostaje

Contenido en sustancias minerales

De forma contraria, el contenido en sustancias minerales, aumenta a medida que se desarrolla el proceso de compostaje, producido por el avance del proceso de mineralización de elementos como N y P. Resultados similares han sido encontrados por Petrusi *et al.*; Baca *et al.*, citado por Farías *et al.* (1999). (Ver figura 4)

A pesar de que existen variaciones pasados 15 días, se puede apreciar una tendencia a seguir aumentando, correspondiendo los mayores valores a la extracción con agua a temperatura de 95° C, agua a temperatura ambiente, sin extracción y NaOH al 1%, respectivamente. Esto puede estar dado por la descomposición de la materia orgánica en las pilas de compostaje producido por el avance del proceso de mineralización. (Orea, 2000)

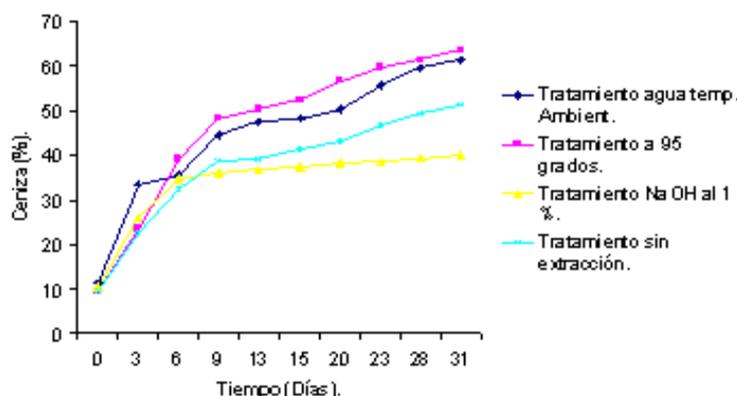


Figura 4. Variación del contenido en sustancias minerales en cada tratamiento con el tiempo de compostaje

Relación C/N

Respecto a la relación C:N existe una tendencia a la disminución de la misma con el tiempo de compostaje. El carbono (C) y el nitrógeno (N) son los dos elementos de mayor importancia en el proceso de compostaje. El carbono es la principal fuente de energía para los microorganismos involucrados en el proceso de degradación. La concentración de C en el compost es un indicador de la cantidad de materia orgánica y de los efectos que el compost tendrá sobre la fertilidad del suelo; y las relaciones entre el C y otros nutrientes vegetales indican la biodisponibilidad de nutrientes e influyen sobre la capacidad fertilizante de liberación lenta de un compost. Por otra parte, el N es un factor limitante de mayor importancia que el C, ya que si la disponibilidad de N está restringida, el tamaño de las poblaciones microbianas será reducido y la cinética del compostaje se ralentizará (Barker, 1997; citado por Cereijo *et al.*; 2007). Los hidratos de carbono son los primeros en ser atacados por los microorganismos, se desprende el carbono en forma de dióxido de carbono (CO²), por lo que la relación C/N disminuye, hecho que se contrarresta

con el consumo de parte del nitrógeno por microorganismos. (Gimeno, 2006)

Diversos autores han reportado que una relación C:N por debajo de 20 es un indicador de una madurez aceptable. (Iglesias-Jiménez & Pérez-García, 1989; Cárdenas & Wang, 1980; citado por Cereijo *et al.*, 2007)

No obstante, la relación C:N de un compost no debería ser utilizada como indicador absoluto del grado de madurez, dado que este parámetro puede oscilar ampliamente en función del material. Por tanto, una relación C:N menor de 20 puede únicamente considerarse condición necesaria, pero no suficiente para determinar la madurez de un compost. Como resultado de ambos procesos se alcanzó un equilibrio en la relación cuyo valor es cercano a 10.

En sentido general, de los tres tratamientos evaluados, el compuesto por NaOH al 1 % mostró mejor degradación de la materia prima, a pesar de tener menor volumen, seguido el tratamiento con agua a temperatura de 95 °C y agua a temperatura ambiente, respectivamente. (Figura 5)

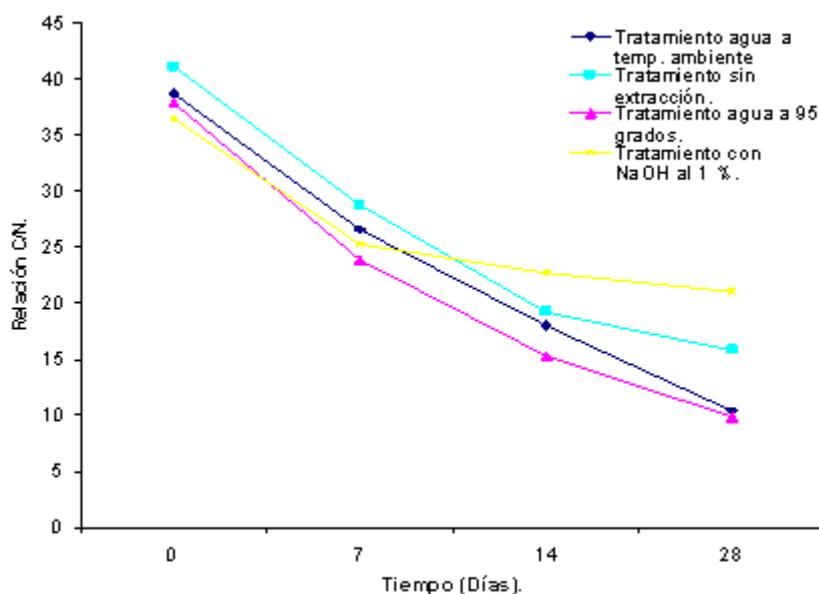


Figura 5. Variación de la relación C/N en cada tratamiento con el tiempo de compostaje

CONCLUSIONES

1. Se realizó la caracterización físico-química del residuo a compostar determinándose que se hizo una mezcla óptima para dar comienzo al proceso de compostaje.

2. El tratamiento con NaOH al 1 %, permitió evolucionar el proceso de compostaje bajo unas condiciones más favorables que el resto de los tratamientos evaluados, obteniendo un compost de mayor calidad agronómica.

3. Tomando en cuenta los resultados obtenidos para los parámetros estudiados en el proceso de compostaje, podía suponerse que este material puede ser usado como una alternativa para la producción de compost y como sustrato en viveros forestales, cuya aplicación exitosa dependerá de la dosis y la frecuencia de aplicación del material.

BIBLIOGRAFIA

1. Acosta, Yudith; J. Cayama ; Eudelyis Gómez ; N. Reyes y otros: "Respiración microbiana y prueba de fototoxicidad en el proceso de compostaje en una mezcla de residuos orgánicos". *Multiciencias* 6(3): 220-227, 2006. Universidad del Zulia, Venezuela. ISSN 1327-2255.

2. Castillo, Iris: Efecto del sustrato en el cultivo de la especie *Eucalyptus grandis* en vivero utilizando tubotes plásticos en la EFI Guanahacabibes, Tesis en opción al grado científico de Master en Ciencias Forestales, UPR, Pinar del Río, 2001.

3. Cereijo, D; J. Ferro ; I. Villar ; A. Rodríguez-Abalde y S. Mato: Estudio comparativo sobre la aptitud para el compostaje de la fracción orgánica de RSU separada en origen y la recuperada por separación mecánica a partir de la fracción inerte. Compostaje pp., 1-7, 2007.

4. Cobas, Milagros: Caracterización de los atributos de calidad de la planta de *Hibiscus elatus* Sw. cultivada en tubetes, Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales, UPR, Pinar del Río, 2001.

5. Farías, D *et al.*: "Variación de los parámetros fisicoquímicos durante el proceso de compostaje," *Revista Colombiana de Química*. 28(1):15-19, 1999.

6. FAO. Anuario de Productos Forestales 1998, Roma, 2000.

7. Gimeno, M.: El compostaje. 2006 [en línea], en sitio web: <http://www.orene.org/compostaje> [consultado: 04/3/07]

8. Ley Forestal. Ministerio de la Agricultura. Ciudad de La Habana, p. 29, 1998.

9. Noack, D.: "Como aprovechar mejor las maderas de los bosques". *Actualidad Forestal Tropical* 3(2):12, 1995.

10. Orea, U.: Caracterización química de la madera y la corteza de tres especies de *Eucalyptus* de la Provincia de Pinar del Río con fines industriales (*Eucalyptus saligna* Smith, *Eucalyptus pellita* F. Muell y *Eucalyptus citriodora* Hook), Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales, UPR, Pinar del Río, 101 pp., 2000.

11. Peña *et al.* Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana, 30 pp., 2002.

12. Pinto, C. :Utilización de residuos forestales, 2006. [en línea] En sitio web: <http://www.gestiopolis.com/canales7/ger/utilizaciónderesiduosforestales.htm> [consultado: 04/9/09]

13. Rynk, R.: On farm composting handbook, Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 1992.

14. TAPPI Test Methodods. Technical Association of the Pulp and Paper Industry. TAPPI Press, Atlanta, 1998.

Recibido: 24/09/2009

Aceptado: 21/12/2009