
Evaluación del compostaje como alternativa de tratamiento para las tierras de desecho provenientes de la industria aceitera.

Evaluation of composting process as alternative treatment for oil factory soil residues

Dennys García⁽¹⁾ y Yadira Martínez⁽¹⁾

¹Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo
Email: dennitas2003@yahoo.com, ymartine@uc.edu.ve

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo estudiar el compostaje de las tierras de desecho provenientes del proceso de blanqueo del aceite y la mezcla de estos residuos con estiércol de gallina (gallinaza). Los tratamientos evaluados: M1, M2, M3 y M4 corresponden respectivamente al contenido de tierra de desecho en 100%, 75%, 50% y 25%. El proceso de compostaje se llevó a nivel de laboratorio por un período de tres meses durante los cuales se monitorearon la temperatura, pH, color, olor, porcentaje de humedad y contenido de carbono orgánico. Las variables evaluadas a lo largo del tiempo no presentaron el comportamiento ideal de un proceso de compostaje según lo especificado en la literatura. Los resultados señalan que los factores tratamiento, tiempo y la interacción de ambos ejercen un efecto estadísticamente significativo sobre las variables monitoreadas, a excepción de la temperatura.

Palabras clave: compostaje, residuo, tierra de desecho, industria aceitera

ABSTRACT

The main objective of this investigation was to study the composting of the waste coming from oil factory (alone or mixed with poultry manure: hen manure), as an alternative treatment. The evaluated treatments were 100%, 75%, 50% and 25% of waste soil respectively, and the rest of poultry manure in each case. The composting process was carried out at the laboratory by a period of three months. The variable measured were: temperature, pH, color, odor, percentage of humidity and organic carbon content. The variables evaluated did not presented the ideal behavior of a composting process according to that specified in the bibliography. The results shown that the factors proportion of waste, time, and its interaction had an statistically significant effect on the variable measured, with the exception of the temperature.

Keywords: composting, residue, waste, oil factoring.

INTRODUCCIÓN

Gran porcentaje de la materia orgánica que desecha el sector urbano e industrial puede aprovecharse en la agricultura. Sin embargo, el uso directo conlleva a ciertos riesgos, los cuales podrían evitarse mediante un proceso adecuado de compostaje y maduración. El compostaje, es un tratamiento para biotransformar parcial o totalmente la materia orgánica en biomasa y productos estables e inoocuos, lo que permite manejar una diversidad de sustratos independientemente de su origen. Este proceso proporciona un producto final con una materia orgánica más estable, y elimina o reduce el contenido de patógenos y sustancias tóxicas existentes en la misma.

Los principios teóricos sobre los que se soporta el compostaje son simples, pero deben seguirse cuidadosamente durante el mismo si se quiere alcanzar un producto bien estabilizado y con suficiente garantía de calidad. Puesto que el proceso de compostaje es fundamentalmente biológico, todos los factores que influyen, directa o indirectamente, en el metabolismo microbiano le afectan.

En la actualidad una de las actividades industriales que mayor cantidad de residuos genera y a su vez presenta mayor preocupación por la disposición de los mismos, es la producción de aceite (Jiménez, 2004). Entre estos residuos se encuentran las tierras de blanqueo, las cuales representan un importante residuo sólido en el proceso de refinación, se estima que constituyen del 1% a 1,5% del total del volumen de aceite procesado. Este material se considera un gran problema en muchos países (Berbesi, y Brooks, 2002)

La evaluación de las tierras de desecho provenientes del proceso de blanqueo del aceite, se considera necesaria e importante, ya que con ello se busca un uso adecuado de este material de manera de disminuir la carga de contaminantes a los sumideros de basura y al mismo tiempo favorece la conservación del medio ambiente.

Durante el proceso de compostaje determinados factores, como la naturaleza química del sustrato, el contenido de humedad, la disponibilidad de oxígeno, la temperatura, la relación C/N y el pH, hacen que microorganismos específicos se multipliquen para conseguir la optimización de la actividad de producir compost, gracias a un proceso biooxidativo exotérmico. En la etapa inicial del proceso se producen cantidades importantes de calor que elevan la temperatura, la cual decrece rápidamente durante la siguiente etapa de estabilización (Costa et al., 1992).

En este proceso el aumento de temperatura de la masa, produce la esterilización de ésta y la eliminación de agentes patógenos (Domingo, 2002). El tiempo se considera uno de los factores determinantes en el proceso de compostaje, ya que mientras mayor sea el tiempo de permanencia de los materiales en tratamiento dentro de las pilas, mayor seguridad se tendrá de la completa degradación y maduración del compost (Rivero, 1999).

La preocupación por conocer la calidad de un compost, previo a su incorporación al suelo, ha llevado a plantear el uso de una serie de técnicas e índices, que permitan obtener la seguridad de no producir efectos indeseables. Estas técnicas van desde prácticas muy rudimentarias, hasta la determinación de parámetros químicos específicos o instrumentación de bioensayos. En este trabajo se evaluó el compostaje como tratamiento de las tierras de desecho mezcladas con gallinaza. Las pruebas realizadas fueron: evaluación del aspecto, olor, volumen de la pila, contenido de humedad, evolución de la temperatura, pH y contenido de carbono total.

METODOLOGÍA

Obtención del material

El muestreo se realizó una vez por semana durante un mes, en las pilas de las tierras de desecho de una planta de tratamiento de aceite. Se tomaron 10 muestras en las distintas zonas de las pilas de manera de obtener una muestra representativa. Las muestras de gallinaza (estiércol de aves) fueron suministradas por la Avícola La Guasima C.A. Ambos materiales se secaron para evitar la acción de los microorganismos.

Análisis del material

Se determinó el contenido de macronutrientes (N, P, K), de acuerdo a Gilabert *et al.* (1990), para conocer las potencialidades como suministrador de nutrientes al suelo. Se evaluaron los contenidos de Ni y Cd de acuerdo a lo descrito por Martínez y Rivero (2005) para descartar cualquier contaminación con otros residuos de la planta de tratamiento. Adicionalmente se efectuaron mediciones de pH (Instituto de

Edafología, 1993), y carbono orgánico oxidable (Gilbert *et al.*, 1990), así como también se observó el color y se detectó el olor de cada muestra.

Tratamientos

La caracterización de los residuos, arrojó que, con base en los parámetros evaluados no existen limitantes de uso agrícola según las normativa de la legislación española, tomadas como referencia (Costa *et al.*, 1992), por lo que los tratamientos se formularon con el criterio de aprovechar mayor cantidad de tierras de desechos: tratamiento M1 (100% tierra de desecho). Con el fin de evaluar el comportamiento de la combinación de las tierras de desecho con la gallinaza se fijaron distintos porcentajes de tierras de desecho para establecer los tratamientos: M2 (75% de tierra y 25% de gallinaza), M3 (50% de tierra y 50% de gallinaza) y M4 (25% de tierra y 75% de gallinaza).

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental totalmente aleatorizado con un arreglo factorial asimétrico. Los factores considerados fueron: el tiempo (3 meses) y los tratamiento (M1, M2, M3 y M4), cada uno con tres repeticiones, con un total de doce unidades experimentales

Experimento

El experimento se realizó en el Laboratorio Tecnológico del Ambiente (Universidad de Carabobo, Venezuela). Se tamizó y homogenizó la tierra de desecho y la gallinaza, previo a la preparación de las unidades experimentales correspondientes a los tratamientos. Para cada unidad experimental se pesaron 600 g de mezcla que fueron dispuestos en envases de plástico de 1kg de capacidad, los cuales se ubicaron aleatoriamente en un mesón. El tiempo de experimentación fue de tres meses.

Variables evaluadas

Evaluación del aspecto y el olor: Se detectó el olor y se observó la modificación del color, y volumen del material (Cornell University, 2003).

Temperatura: Se determinó la temperatura diaria en dos sitios distintos de cada una de las unidades experimentales, y se obtuvo la temperatura promedio por cada tratamiento (Cornell University, 2003).

pH: Para la determinación de pH se aplicó la metodología utilizada para el análisis de suelos (Instituto de Edafología, 1993). Se mezclaron 5 g de muestra y 25 mL de agua destilada se agitó durante 5 minutos para obtener una mezcla homogénea. Se calibró previamente el Potenciómetro (pH-metro) utilizando soluciones buffer de pH entre 4-10.

Contenido de humedad: El procedimiento consistió en pesar 5g de muestra de cada unidad de tratamiento y se llevó a peso seco en estufa a 100°C, durante un periodo de 24 horas (Cornell University, 2003).

Contenido de carbono orgánico: Para esta variable se empleó el método basado en la oxidación de la materia orgánica con dicromato de potasio en presencia de ácido sulfúrico (Gilbert *et al.*, 1990). La reducción del ión dicromato (color anaranjado en solución) a ión cromo trivalente (color verde) es equivalente a la cantidad de carbono oxidada y el cambio de color se midió en un espectrofotómetro visible a 590 nm. Para cuantificar el contenido de carbono se realizó una curva de calibración (absorbancia vs concentración) a partir de soluciones patrones de glucosa de concentraciones conocidas. Para el cálculo del porcentaje de carbono, se uso de la siguiente ecuación:

$$\%C = \frac{\left(\frac{mgC}{gmuestra} \right)}{10}$$

Donde:

mg C: miligramos de carbono obtenido mediante la curva de calibración.

g muestra: gramos de muestra utilizada en el análisis.

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza con el uso de programa Statistix 8.0 (Statistix 8.0 para Windows, 2000)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis del material

La comparación de los parámetros químicos evaluados, en los materiales originales (Cuadro 1) con lo especificado en la literatura para compost de residuos (Costa *et al.*, 1992) permite inferir que la tierra de desecho constituiría una fuente de P y K. En el caso del N el contenido es bajo por lo que se hace necesario mezclar este residuo con materiales, como la gallinaza, con un contenido mayor de N y cantidades importantes de P y K. El contenido de Na es bajo por lo que no representa una limitante. El porcentaje de humedad, resultó muy bajo lo que es favorable, debido a que evita que estos sustratos sufran degradaciones previas al proceso de compostaje por la acción de microorganismos. En cuanto al pH, las tierras de desechos tienen pH ácido y la gallinaza pH básico. En el caso de los valores Cd y Ni, en las tierras, éstos se encontraron por debajo de la tolerancia para estos elementos (Costa *et al.*, 1992).

Cuadro 1. Parámetros físicos y químicos de las tierras de desecho y gallinaza.

| Parámetros | Tierras de desecho | Gallinaza |
|---|--------------------|---------------------------------|
| Color | marrón claro | marrón oscuro |
| Apariencia | arcillosa | sólida con múltiples partículas |
| Humedad (%) | 25 | 38 |
| Carbono Orgánico (%) | 23,6 | 28,4 |
| pH | 6,09 | 8,10 |
| Nitrógeno Total (%) | 0,38 | 3,12 |
| P ₂ O ₅ Total (%) | 2,21 | 4,05 |
| K ₂ O Total (%) | 0,68 | 4,92 |
| Na | 0,088 | 0,095 |
| Cadmio (mg.kg ⁻¹) | 6,27 | - |
| Níquel (mg.kg ⁻¹) | 85,45 | - |

Aspecto y Olor

A lo largo del compostaje se modificaron el volumen del material, el color y el olor en cada unidad de tratamiento. Al dar inicio al proceso el color era marrón claro (con distintas tonalidades), tornándose cada vez más oscuro al paso del tiempo. El tratamiento que presentó el color más oscuro resultó el de mayor contenido de gallinaza (M4). En cuanto al olor, el tratamiento M1 presentó un olor a grasa rancia durante todo el proceso de compostaje. Por otra parte, los demás tratamientos presentaron un olor, fuerte y penetrante, que después de transcurridas 3 semanas fue disminuyendo, hasta hacerse prácticamente inodoro. En todos los tratamientos se produjo una reducción de su volumen, la mayor reducción la presentó el tratamiento M4.

Humedad

En el cuadro 2 se visualizan los valores de humedad registrados a lo largo del tiempo. El tratamiento M1 (100% tierra de desecho) presentó los mayores inconvenientes para mantener la humedad, debido a que este material es arcilloso de alto contenido graso lo que impidió la penetración del agua adicionada, con la consecuente desuniformidad en la distribución de humedad dentro de la mezcla lo que dificultó el proceso de medición de esta variable. En cuanto a las otras unidades experimentales, M2, M3 y M4, se logró una mejor distribución y control de la humedad (38-54) %. Los tratamientos M2 y M3 se adecuaron mejor al rango óptimo de humedad lo que permite suponer que estos tratamientos mantuvieron una

actividad microbiana estable durante el periodo de compostaje (Costa *et al.*, 1992).

Temperatura

Las temperaturas desarrolladas en todos tratamientos (Figura 1) no sobrepasaron los 31 °C; es decir, que no hubo la evolución de temperatura característica de un proceso ideal de compostaje (etapas mesofílica, termofílica, enfriamiento o estabilidad y maduración o curado). Del análisis de varianza (P<0,01) se deduce que ninguno de los factores considerados (tratamiento y tiempo) ni la interacción entre los mismos tiene influencia estadísticamente significativa sobre esta variable. Las posibles razones de este comportamiento podrían atribuirse a un exceso en el volteo o aireación del material, que origina el enfriamiento de la masa (Costa *et al.*, 1992).

Cuadro 2. Rangos de humedad registrados para cada uno de los tratamientos

| Tratamiento con base a la tierra de desecho | Unidad de tratamiento | Rango del %Humedad |
|---|-----------------------|--------------------|
| 100% | M1A | 18-44 |
| | M1B | 26-46 |
| | M1C | 30-42 |
| 75% | M2A | 42-50 |
| | M2B | 40-52 |
| | M2C | 40-50 |
| 50% | M3A | 40-54 |
| | M3B | 42-52 |
| | M3C | 40-50 |
| 25% | M4A | 38-48 |
| | M4B | 38-48 |
| | M4C | 38-48 |

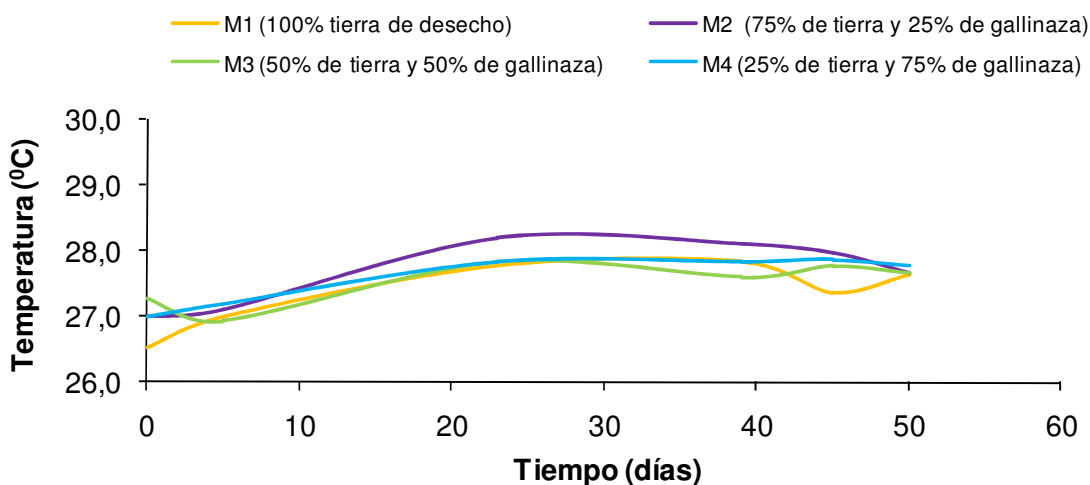


Figura 1. Temperatura desarrollada durante el tiempo de compostaje en los distintos tratamientos

La imposibilidad de configurar verdaderas pilas de compostaje, (las cuales deben medir 50 cm de lado según lo recomendado (Emisión Medio Ambiente, 2003), pudo ser otro factor que influyó en el desarrollo de la temperatura, ya que los sistemas de compostaje de apilamiento requieren gran cantidad de material a compostar y por lo general son de gran volumen con el fin de transformar grandes cantidades de material de desecho (Costa et al., 1992). En este caso no se emplearon grandes cantidades debido a que la evaluación se realizó a escala de laboratorio en donde los recipientes solo tenían capacidad para almacenar 1 kg. Es importante resaltar que estudios realizados a otros residuos (gallinaza y residuos de poda del árbol *Neem*, *Azadirachta indica*), presentaron resultados similares; comportamiento que atribuyen los autores a un posible efecto antibacteriano del sustrato (Romero et al., 2004). Aunque los sustratos analizados no eran iguales a los de esta experiencia, los mismos sirven de referencia para indicar que no siempre se cumple con el comportamiento ideal especificado para esta variable, y no está claro si se compromete o no la calidad sanitaria del compost obtenido.

pH

Los análisis estadísticos permiten inferir que los factores tratamiento, tiempo y la interacción de ambos influenciaron significativamente esta variable ($P < 0,01$). Para los tratamientos M1 y M2 se observó un pH inicial de 4,54 y 5,59; y para los tratamientos M3 y M4 un pH de 6,12 y 6,82 respectivamente. A medida que disminuye la cantidad de tierra de desecho en la formulación, el pH de las mezclas aumenta, lo que corrobora la incidencia del grado de acidez de los sustratos mezclados sobre el cambio de pH en las distintas formulaciones. Esta incidencia permanece a lo largo de todo el compostaje, (Figura 2).

Con el avance del proceso de compostaje esta variable aumenta posiblemente por la degradación de proteínas y la liberación de amoníaco (Osorio y Orozco, 1998) y conforme se estabiliza el material, los valores de pH se suelen situarse entre 7 y 8. A lo largo del tiempo, el comportamiento de esta variable fue irregular, sin embargo se observó similitud entre las curvas de los tratamientos M1, M3 y M4, con tendencia a estabilizarse, no obstante la curva de pH del tratamiento M2 presentó un comportamiento similar al tratamiento M1 hasta el día 60, y a partir de allí se incrementa progresivamente hasta acercarse a un pH 8 al final del proceso. Al finalizar el período de compostaje el pH de las distintas mezclas se ubica dentro del amplio rango de valores de pH permitido (Costa et al., 1992).

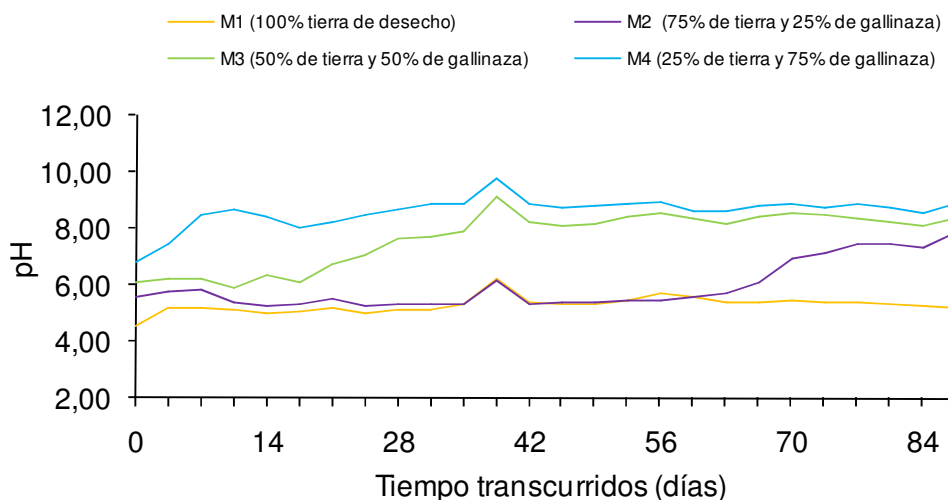


Figura 2. Evolución del pH a lo largo del tiempo de los diferentes tratamientos

Carbono orgánico total

Los factores considerados (tratamiento y tiempo) y su interacción influenciaron significativamente esta variable. Los tratamientos M2, M3 y M4 presentaron un comportamiento similar (Figura 3). El aumento y disminución del contenido de carbono en los tratamientos se atribuiría a que el carbono fácilmente asimilable comienza a escasear y lógicamente se produce un incremento del carbono más resistente a la

acción de los microorganismos, lo cual podría originar un proceso de mineralización de forma lenta y parcial (Cegarra, 2000).

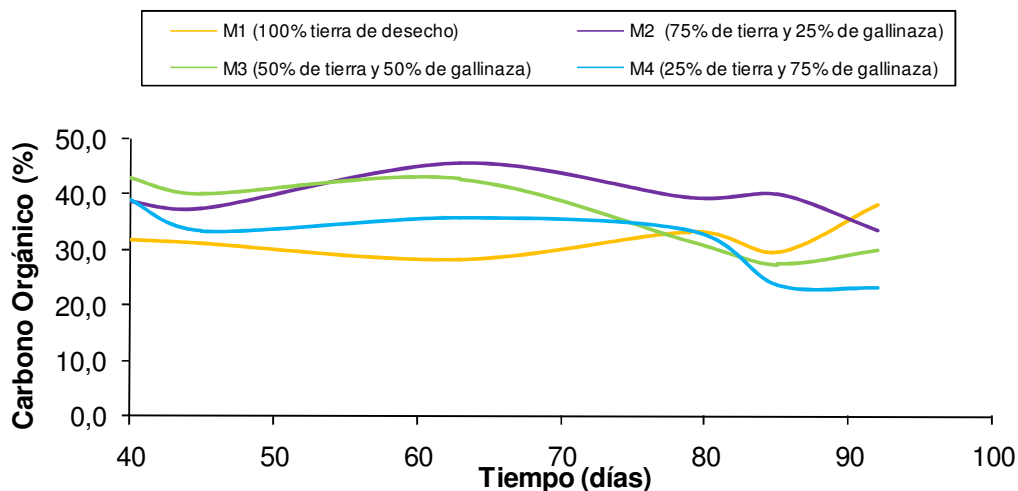


Figura 3. Evolución del porcentaje de carbono orgánico total a lo largo del compostaje

CONCLUSIONES

Los sustratos poseen un contenido de nutrientes que pueden ser aprovechados para elaborar un compost y no presentan ninguna limitación con respecto a las variables evaluadas.

Los cambios detectados son indicio de transformaciones que ocurren a lo largo del compostaje.

Las variables evaluadas no mostraron la evolución típica en un proceso de compostaje y no alcanzaron valores indicativos de madurez, no obstante a medida que el contenido de gallinaza en la mezcla aumenta el comportamiento de las variables se acercaron más a lo considerado como óptimo.

Se recomienda hacer evaluaciones con mezclas con un contenido de tierra menor al 25% y/o con residuos diferentes a la gallinaza y realizar análisis más detallados donde se involucre la actividad microbiana, así como la evaluación de otras alternativas para el tratamiento de estos residuos.

Agradecimiento: Las Autoras expresan su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad de Carabobo CDCH-UC por la ayuda menor otorgada, la cual permitió sufragar parte de los gastos involucrados en esta investigación.

LITERATURA CITADA

Berbesi, R y Brooks, D. 2002. "Tierras de blanqueo agotadas: revisión de prácticas de manejo y posibles alternativas de disposición". Revista Aceites y Grasas. Tomo XII. Volumen 4. Nº 49: 3-8.

Cegarra, J. 2000 "Fertilización Orgánica: compostaje de subproductos del olivar". III Jornadas Mediterráneas Olivar Ecológico – Ecoliva. pp. 58-63.

Cornell University. 2003. Cornell Waste Management Institute. Disponible en el sitio web: <http://compost.css.cornell.edu/science.html>.

Costa, F; García, C; Hernández, T; 1992. "Residuos Orgánicos Urbanos. Manejo y Utilización". Centro de Ciencias Medio Ambientales. Madrid España. pp.: 66-131

Domingo, F. 2002. "Plantas de Jardín". Disponible en el sitio web: <http://personal.iddeo.es>.

Emisión Medio Ambiente. 2003. "Abonos. Compostaje". Barcelona-España. Disponible en el sitio web: <http://www.webdehogar.com/jardineria/compost-compostaje-abono-organico-elaboracion>.

Gilabert J., López I. y Pérez R. 1990. "Manual de métodos y procedimientos de referencia". FONAIAP. Serie D No 26. 180p.

- Instituto de Edafología.** 1993. "Métodos de análisis de suelos y plantas". Cuaderno de agronomía. Facultad de Agronomía UCV- Maracay 87 p.
- Jiménez, J.** 2004. "Procesos de Refinamiento y Manufactura de Grasas y Aceites". Hermosillo. Disponible en el sitio web: <http://www.monografias.com/trabajos16>.
- Martínez, Y. y C. Rivero.** 2005. Evaluación de diferentes métodos para determinar las fracciones de metales pesados presentes en el suelo. *Revista Ingeniería UC.* 12(3):14-20.
- Osorio, N y Orozco F.** 1998. "Residuos Orgánicos. Aprovechamiento agrícola como abono y sustrato". Segunda Edición. Medellín. pp.10-150.
- Rivero C.** 1999. "Uso de residuos orgánicos de origen urbano industrial y el compostaje como alternativa en la agricultura". *Materia orgánica del suelo. Rev. Fac. Agron.(Maracay) Alcance* 57. UCV:127-146.
- Romero, C; R, Chirinos y R, López.** 2004. "Elaboración de un abono orgánico a partir de la cáscara de la semilla del árbol de Neem". *Revista Ingeniería UC.* Vol 11, N° 1: 35- 40.
- Statistix 8.0.** 2000. Manual Statistix 8.0 para Windows. 200 p.