



Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias Química e Ingeniería

**Manual de Operación del Centro Universitario de
Compostaje**

Elaborado por:

M.C. Rita María Zurita Frías

Dra. Mydory Oyuky Nakasima López

Dr. José Luis Mijangos Montiel

Dr. Javier Emmanuel Castillo Quiñones

Tijuana B.C. a 19 de Septiembre de 2018



**CERO
RESIDUOS**



Manual de Operación del Centro Universitario de Compostaje

Antes de iniciar con la elaboración de las pilas de compostaje, es muy importante verificar que se cuenta con los materiales y equipos que se describen en lista del Anexo 1.

PROCESO:

1. Recepción:

A) Verificar, clasificar y pesar la materia prima recibida.

En el caso de los materiales como pasto y hojas frescas se evitará su almacenamiento en bolsas de plástico, debido a que estas promueven la fermentación prematura de la materia prima.

Nota 1: No se recibirán: Bolsas de plástico, recipientes de plástico, vidrio, metales, grasas y residuos de alimentos procesados (ya que estos últimos generan focos de infección). Así mismo se verificará que no exista la presencia de residuos con características de peligrosidad CRETIB (residuos corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y biológico-infecciosos).

Nota 2: Los materiales que se puede compostar son: cáscaras de frutas y vegetales, residuos de café, cáscara de huevo, papel triturado (sin mucha tinta) y poda de jardín (excepto pino, pirul y eucalipto ya que por su alto contenido en aceites, mataría a los microorganismos que descomponen la materia orgánica).

En caso de contar con exceso de residuos de pino, pirul y eucalipto, se deben dejar secar al sol durante 1 año y después pueden ser incorporados a una pila de compostaje como material café (material seco), para asegurar la calidad de la composta. Estos materiales deberán ser colocados en el área designada separados por cada tipo de árbol, así como registrar el día de ingreso (Anexo 2).

B) Describir la calidad y cantidad de la materia prima recibida. Registrar la información en la bitácora (Anexo 3).

2. Trituración:

C) Todos los residuos deben triturarse y tener un tamaño de entre 10 y 20 mm, de acuerdo en lo establecido en la Tabla 1.

Tabla 1. Proceso de trituración en base al tipo de materia prima

| Tipo de materia | Trituración | Notas |
|----------------------------|---|--|
| Pasto | No se tritura. | Integrarlo lo más rápido posible a las pilas de compostaje. Máximo dos días después de su recepción. |
| Hojas verdes | Se procesan una vez en la trituradora fina. | Integrarlo lo más rápido posible a las pilas. Máximo 2 días después de su recepción. |
| Ramas hasta 3 pulgadas | Se procesan una vez en la trituradora fina. | Integrarlo en un máximo de 5 días después de su trituración. |
| Ramas entre 3 y 5 pulgadas | Se procesan una vez en la trituradora gruesa y posteriormente en la trituradora fina. | Integrarlo en un máximo de 5 días después de su trituración. |

Fuente: Plan Calidad CCU; Centro de Composteo de Tijuana (2013)

D) Registrar en la bitácora correspondiente la siguiente información: Fecha de trituración, tipo de material, volumen antes y después de la trituración, así como el nombre de la persona que realizó y verificó el cumplimiento del tamaño adecuado (Anexo 4).

3. Formulación:

E) Formar las pilas de residuos con proporciones de 30 cm / 15 cm de residuos cafés y verdes, a fin de tener una proporción de Carbono/Nitrógeno de 30:15. SAGARPA recomienda manejar una variación de 26 a 35:1 Carbono/Nitrógeno.

Nota 1: La pila de compostaje se hace por capas y estará conformada por tres componentes principales: material café, verde y estiércol, el cual tendrá una relación total de 30:15:3. Donde la primer capa debe ser formada por material café (material seco), que representa a la cantidad de Carbono, con una altura de 30 cm. La segunda capa debe ser de material verde (material fresco), que representa la cantidad de Nitrógeno, con una altura de 15 cm. La tercera capa debe ser de estiércol, que representa a los microorganismos, con una altura de 3 cm (cumple la función de degradar la materia orgánica). Al finalizar con la altura recomendada de la pila de compostaje (1.5 m), esta debe ser sellada con tierra en la parte superior, con una altura de 1 cm.

Nota 2: Cuando se cuenta con composta madurada (estabilizada/finalizada), se puede utilizar para inocular las nuevas pilas que se elaboren, ya que servirá para asegurar la calidad de la composta en un menor tiempo, este material sustituye el estiércol mencionado en la Nota 1.

Nota 3: Se recomienda colocar varias ramas con un diámetro de 5 pulgadas aproximadamente en el centro de la pila, todo esto durante la formulación. Una vez alcanzada la altura señalada en el inciso F, las ramas deben ser retiradas. Esto ayuda a mantener la aireación de la pila durante el tiempo que no es volteada.

F) Se recomienda formar pilas triangulares de no mayor de 1.5 metros de altura y entre 1.5 a 3 m de ancho (Röben, 2002, Wang, et al., 2007), mantener suficiente espacio entre ellas para el tránsito de maquinaria o personal para llevar a cabo el volteo y movimiento (Figura 1). Se recomienda seguir el plano de distribución del centro de compostaje, tal como se muestra en la Figura 1a.

G) Realizar volteo de las pilas. Se recomienda realizar el volteo de la pila cada 15 días, asegurando que lo de arriba quede totalmente hasta abajo. Registrar en la bitácora correspondiente, agregando la fecha en que se realizó el volteo y observaciones (Anexo 9).

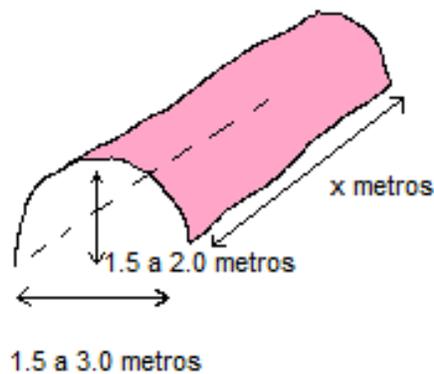


Figura 1. Dimensiones de pila de compostaje

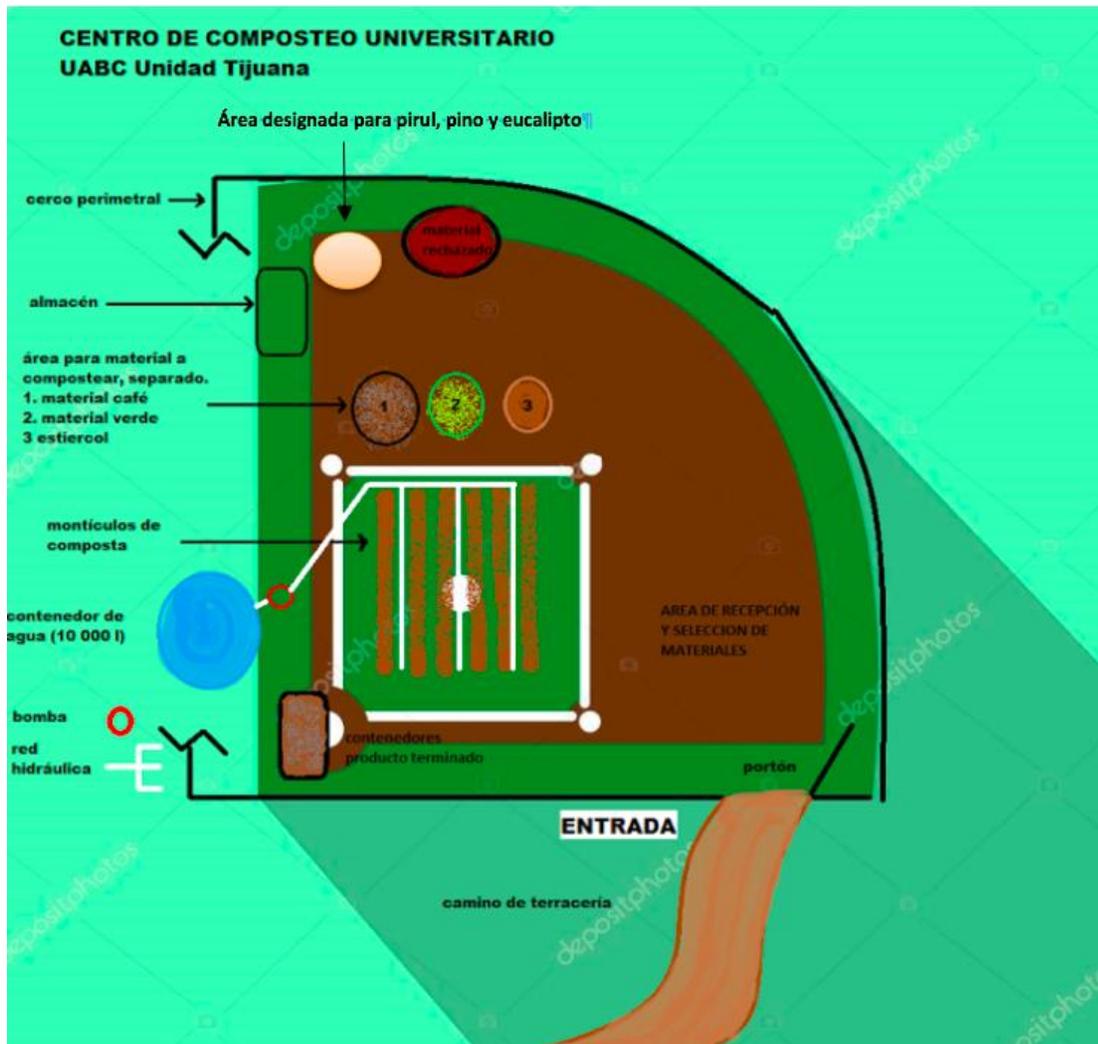


Figura 1a. Distribución del Centro de Compostaje Universitario, UABC Campus Tijuana.

H) Al inicio, puede colocarse una capa delgada de residuos de pasto para conservar la temperatura y la humedad durante la primera semana o si se cuenta con material suficiente podrá tapar con plástico o lona durante los primeros tres días. Se estima que en esta fase, la temperatura puede alcanzar hasta los 75 °C y además contribuye a la disminución de emisiones del proceso (Röben, 2002).

Nota: A una temperatura de 70 °C se inhibe la actividad microbiana, por lo que es importante la aireación de la pila de compostaje para disminuir la temperatura y evitar la muerte de los microorganismos (Jaramillo y Zapata, 2008). Una vez formada la pila, no deben agregarse residuos.

I) Registrar en la bitácora la siguiente información: Fecha de formulación, tipo y cantidad de materia verde, tipo y cantidad de material café, Relación Carbono: Nitrógeno (C:N) obtenida (Anexo 4).

4. Degradación:

Consiste en la degradación aeróbica de los componentes orgánicos de mezcla. Un conjunto de diversos organismos ataca los residuos, transformándolos bioquímicamente durante varios días (Rodríguez-Salinas et al., 2006) tal y como se muestra en la Figura 2. En cada una de las fases de degradación se debe controlar la temperatura volteando la pila cada 15 días.

Debido que este proceso es llevado a cabo por microorganismos, se deben tener en cuenta los parámetros que interfieren en su crecimiento y reproducción, estos factores incluyen: La relación C:N, oxígeno, humedad, temperatura, pH y patógenos (Roman et al., 2013). Los análisis se llevarán a cabo mediante los procedimientos señalados en la NADF-020-AMBT-2011.

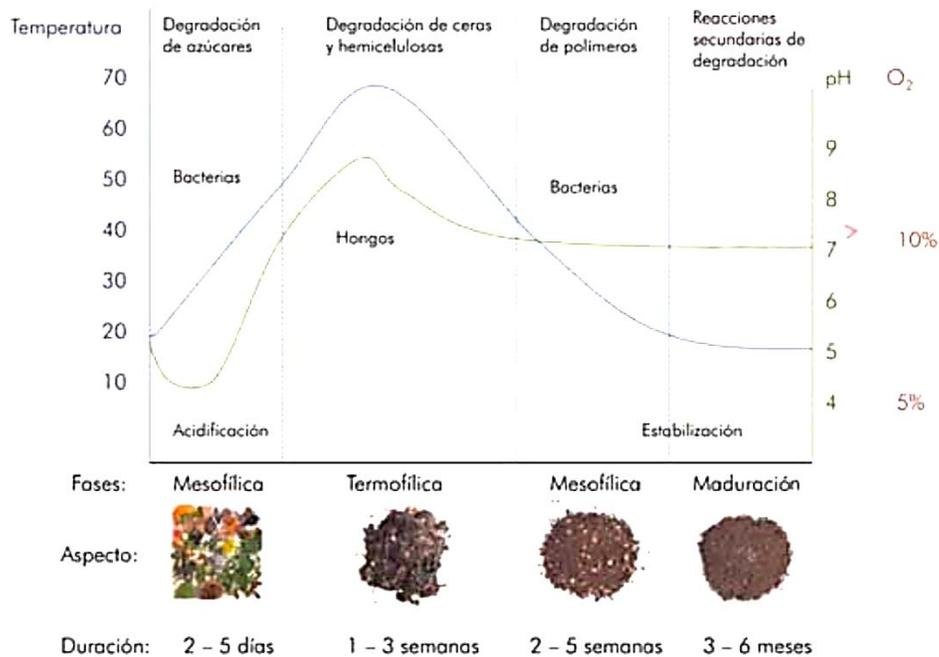


Figura 2. Variación de temperatura, oxígeno y pH durante el proceso de compostaje (Roman et al., 2013)

Nota: Para incrementar la temperatura de la composta, se recomienda utilizar estiércol de caballo, chivo y borrego. El estiércol de vaca no se recomienda porque contiene una gran cantidad de hormonas y no es bueno para producir composta que será utilizada en huertos (producción de alimentos), únicamente dicho estiércol se recomienda utilizarlo

para producir composta para áreas verdes y plantas de ornatos (sin embargo ésta solo es adicionada en la etapa de formulación).

J) Control de la relación C:N. La relación C:N varía en función del material de partida y se obtiene la relación numérica al dividir el contenido de C (%Total) sobre el contenido de N total (% total) de los materiales a compostar. Esta relación varía a lo largo del proceso, siendo una reducción continua (Román et al., 2013).

Nota: Los materiales cafés (material seco), se considera que son los que tienen mayor cantidad de Carbono y los materiales verdes (material fresco) tienen mayor cantidad de Nitrógeno. Por lo tanto, en caso de que la pila de compostaje empiece a emitir mal olor, quiere decir que hay un exceso de Nitrógeno por lo que debe añadirse material seco para incrementar la cantidad de Carbono y disminuir la cantidad de Nitrógeno presente en la pila.

En la Tabla 2 se muestran las posibles causas y soluciones para un exceso de carbono o nitrógeno.

Tabla 2. Parámetros de la relación de Carbono:Nitrógeno

| Relación C:N | Causas Asociadas | | Soluciones |
|--------------|---------------------|---|---|
| >35:1 | Exceso de carbono | Existe en la mezcla gran cantidad de materiales ricos en carbono. El proceso tiende a enfriarse y a ralentizarse. | Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C:N. |
| <15:1 | Exceso de Nitrógeno | En la mezcla hay una mayor cantidad de material rico en nitrógeno, el proceso tiende a calentarse en exceso y se generan malos olores por el amoniaco liberado. | Adición de material con mayor contenido de carbono (restos de poda, hojas secas). |

Fuente: Manual de Compostaje del Agricultor; Román et al. 2013)

K) Control de la concentración de oxígeno. El compostaje es un proceso aerobio y se debe mantener una aireación adecuada para permitir la respiración de los microorganismos, liberando a su vez, dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera. Las necesidades de oxígeno varían durante el proceso, alcanzando la mayor tasa de consumo durante la fase termofílica (Roman et al., 2013), tal y como se muestra en la Figura 2.

El nivel óptimo de oxígeno que deben contener las pilas de compostaje para su correcta degradación, debe de estar en un rango del 5% al 15%, en caso de no estar dentro del rango recomendado, en la Tabla 3 se muestra cómo controlar el porcentaje de oxígeno en caso de tener insuficiencia o exceso de oxígeno.

L) Registrar los datos obtenidos en la Bitácora correspondiente (Anexo 6).

Tabla 3. Control de oxígeno

| Porcentaje de aireación | Problema | | Solución |
|--------------------------|---------------------|--|--|
| <5% | Baja aireación | Insuficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis. Se producen entonces malos olores y acidez por la presencia de compuestos como el ácido acético (CH ₃ COOH), ácido sulfhídrico (H ₂ S) o metano (CH ₄) en exceso. | Volteo de la mezcla y/o adición de material estructurante que permita la aireación. |
| 5-15% Rango ideal | | | |
| >15% | Exceso de aireación | Descenso de temperatura y evaporación del agua, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua. | Picado del material a fin de reducir el tamaño de poro y así reducir la aireación. Se debe regular la humedad, ya sea proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de fruta y verduras, pasto y otros). |

Fuente: Manual de Compostaje del Agricultor; Román et al. 2013

M) Control de humedad. La humedad se divide en dos categorías:

Humedad inicial. La mezcla de materiales se debe humedecer hasta tener un valor inicial comprendido en un rango de 50 a 60%. La mezcla resultante debe ser homogénea (NADF-020-AMBT-2011).

Humedad durante el proceso. Durante el composteo, la humedad de la mezcla debe mantenerse en un rango de 45 a 60%. No se debe rebasar el 60% de humedad, con el objeto de evitar el escurrimiento de líquidos fermentados y la formación de condiciones anaerobias que pudieran generar olores desagradables (Roman et al., 2013).

N) Registrar los datos obtenidos en la Bitácora correspondiente (Anexo 7). Se deben registrar la humedad diariamente durante al menos hasta la tercera semana después de haber iniciado el proceso y posteriormente, al menos 2 veces por semana. La Tabla 4 señala algunos problemas que pueden presentarse durante el proceso y las posibles soluciones.

Tabla 4. Parámetros óptimos de humedad

| Humedad (%) | Problema | | Solución |
|----------------------------|----------------------|---|---|
| <45% | Humedad insuficiente | Puede detener el proceso de compostaje por falta de agua para los microorganismos. | Se debe regular la humedad, ya sea proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de fruta y verduras, pasto, etc.). |
| 45-60 % Rango ideal | | | |
| >60% | Oxígeno insuficiente | Material muy húmedo, el oxígeno queda desplazado, lo que puede dar lugar a zonas de anaerobiosis. | Volteo de la mezcla y/o adición de material con bajo contenido de humedad y con alto contenido en carbono (paja, hojas secas). |

Fuente: Manual de Compostaje del Agricultor; Román et al. 2013

Nota 1: En la estación seca se recomienda protección del sol utilizando plásticos perforados, composta inmadura, material de poda o residuos cafés en la superficie y aumentar la humectación (Rodríguez-Salinas et al., 2006).

Nota 2: En la estación húmeda se recomienda la protección de la lluvia utilizando plásticos o material de poda. Cambiar la pendiente de la pila y adecuar el drenaje (Rodríguez-Salinas et al., 2006).

Ñ) Control de temperatura. Durante el proceso de composteo se debe registrar la temperatura en una bitácora. La temperatura alcanzada por el material en composteo es un indicador de que el proceso se está llevando a cabo de forma adecuada, la Tabla 5 muestra el control de temperatura óptima en el cual se debe mantener la pila de compostaje en relación con el tiempo.

Tabla 5. Relación de la temperatura y tiempo para garantizar la inocuidad del producto final

| Temperatura promedio | Tiempo |
|----------------------|-----------|
| 55 °C | 2 semanas |
| 60 °C | 1 semana |
| hasta 65 °C | 3 días |

Fuente: NADF-020-AMBT-2011

O) Registrar los datos obtenidos en la Bitácora correspondiente (Anexo 7). Se debe registrar la temperatura diariamente durante al menos hasta la tercera semana después de haber iniciado el proceso y posteriormente, al menos 2 veces por semana. La Tabla 6 señala algunos problemas que pueden presentarse durante el proceso y las posibles soluciones.

Tabla 6. Parámetros óptimos de temperatura

| Temperatura | Causas asociadas | | Soluciones |
|-----------------------------|--|---|--|
| Bajas temperaturas (<35 °C) | Humedad insuficiente | Las bajas temperaturas pueden darse por varios factores, como la falta de humedad, por lo que los microorganismos disminuyen la actividad metabólica y por tanto, la temperatura. | Humedecer el material o añadir material fresco con mayor porcentaje de humedad (restos de fruta y verduras u otros). |
| | Material insuficiente | Insuficiente material o forma de la pila inadecuada para que alcance una temperatura adecuada. | Añadir más material a la pila de compostaje. |
| | Déficit de nitrógeno o baja relación C:N | El material tiene una alta relación C:N, por lo tanto, los microorganismos no tienen el N suficiente para generar enzimas y proteínas, lo que disminuye o ralentiza su actividad. La pila demora en incrementar la temperatura más de una semana. | Añadir material con alto contenido en nitrógeno como estiércol. |
| Bajas temperaturas (>70 °C) | Ventilación y humedad insuficiente | La temperatura es demasiado alta y se inhibe el proceso de descomposición. Se mantiene actividad microbiana pero no la suficiente para activar a los microorganismos mesofílicos y facilitar la terminación del proceso . | Volteo y verificación de la humedad (55-60%). |

Fuente: Manual de Compostaje del Agricultor; Román et al. 2013

P) Control de pH. Registrar los datos obtenidos en la Bitácora correspondiente (Anexo 8). Se deben registrar las mediciones de pH diariamente durante al menos hasta la tercera semana después de haber iniciado el proceso y posteriormente, al menos 2 veces por semana. La Tabla 7 señala algunos problemas que pueden presentarse durante el proceso a diferentes niveles de pH y las posibles soluciones.

Tabla 7. Parámetros óptimos de pH

| pH | Causas asociadas | | Soluciones |
|------------------------------|----------------------------|---|---|
| <4.5 | Exceso de ácidos orgánicos | Los materiales vegetales como restos de cocina, frutas, liberan muchos ácidos orgánicos y tienden a acidificar el medio. | Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación de C:N. |
| 4.5 - 8.5 Rango ideal | | | |
| >8.5 | Exceso de nitrógeno | Cuando hay un exceso de nitrógeno en el material de origen, con una deficiente relación C:N, asociado a humedad y altas temperaturas, se produce amoníaco alcalinizando el medio. | Adición de material seco y con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín). |

Fuente: Manual de Compostaje del Agricultor; Román et al. 2013

Q) Control de patógenos. Es de suma delicadeza el asegurar que no se desarrollen patógenos (hongos, parásitos y diferentes a los que propician la correcta degradación de los materiales orgánicos) ni tampoco vectores (roedores tales como ratas, ratones e insectos como cucarachas). En este caso se asegura que no haya patógenos cuidando las temperaturas para llegar hasta el punto de pasteurización de la materia a degradar.

En el caso de aparición de vectores se debe revisar y cambiar el diseño de la pila, humectación, aireación y/o formulación. Por otro lado es necesario que se instalen trampas para plagas o se realice una fumigación periódica del predio.

En la Tabla 8 se muestran diferentes microorganismos que son eliminados a diferentes niveles de temperatura en relación con el tiempo.

Tabla 8. Temperatura necesaria para la eliminación de algunos patógenos

| Microorganismo | Temperatura | Tiempo de exposición |
|--------------------------------|-------------|----------------------|
| Salmonella spp | 55 °C | 1 hora |
| | 65 °C | 15-20 minutos |
| Escherichia coli | 55 °C | 1 hora |
| | 65 °C | 15-20 minutos |
| Brucella abortus | 55 °C | 1 hora |
| | 62 °C | 3 minutos |
| Parvovirus bovino | 55 °C | 1 hora |
| Huevos de ascaris lumbricoides | 55 °C | 3 días |

Fuente: Jones and Matin, 2003

R) Tamizar la composta. Una vez que se haya cumplido el tiempo de degradación (3 a 6 meses aproximadamente) y las variables de pH, C:N, humedad, temperatura, patógenos, entre otros, se encuentren dentro de los niveles recomendados, se debe cernir la composta. Se debe tener especial cuidado en retirar las larvas (gusano blanco) y añadirlos a una pila que apenas va iniciando su proceso, ya que de lo contrario, si no se retira dicha larva de la composta final, al tirar el abono en las áreas verdes, ese gusano se come las raíces de las plantas.

S) Pesarse la composta, registrar en bitácora (Anexo 10) y almacenar en contenedores.

Nota: Por lo general, 100 Kg de materia orgánica generan 30 Kg de composta.

T) Analizar la composta final de acuerdo a la Tabla 5.1 y 5.4 de la NTEA-006-SMA-RS-2006 (Anexo 11).

ANEXO 1

MATERIALES Y EQUIPO:

- Palas (redonda y cuadrada de mango largo)
- Biello mango "D" (herramienta para volteo)
- Tabla de colores Munsell
- Tamiz/criba de 15 y 50 mm de abertura para separar el compost de materiales gruesos
- Contenedores para humus
- Contenedores para residuos orgánicos
- Mesa de trabajo
- Trituradora para diferentes tamaños de residuos procedentes de la poda de áreas verdes
- Manguera
- Tijeras de podar
- Carretilla
- Balanza (bascula) electrónica de 50 Kg
- Cámara fotográfica y de video para evidencia de programa
- Equipo para medición de parámetros de control:
 1. **Físico-químicos.**- Nitrógeno total, materia orgánica, relación C/N, pH, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico, densidad aparente sobre materia seca, fósforo, potasio, temperatura, humedad, tamaño de partícula, conductividad eléctrica.
 2. **Microbiológicos.**- Determinación de *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, huevos de helmintos, hongos fitopatógenos.

ANEXO 11

Tabla 5.1

| Característica | Método de determinación ⁽²⁾ | Resultado |
|--|--|---|
| Parámetros Químicos ⁽²⁾ | | |
| pH | NMX-AA-025-1984 | 6.5 a 8.0 |
| Materia orgánica | NMX-AA-021-1985 | mayor al 15% |
| Relación carbono-nitrógeno | NMX-AA-067-1985 | menor a 12 |
| Fósforo | NMX-AA-094-1985 | mayor a 0.10% ó 1,000 partes por millón |
| Potasio | Acetato de amonio pH 7 Anexo I | mayor a 0.25% o 2,500 partes por millón |
| Relación potasio-sodio | Extracción con Acetato de amonio pH 7 y determinado por absorción atómica o flamometría Anexo I | mayor a 2.5 |
| Parámetros Microbiológicos ⁽¹⁾ | | |
| Hongos fitopatógenos | Siembra en agar dextrosa papa Anexo II | ausente |
| Huevos de helmintos/ g en base seca ⁽¹⁾ | Anexo III | menor a 10 |
| Coliformes fecales NMP ⁽²⁾ /g en base seca | Anexo IV | menor a 1000 |
| Salmonella spp/ g en base seca | Anexo V | menor a 3 |

(1) Huevos de helmintos viables

(2) Número más probable

Tabla 5.4

| Volumen de mejoradores de suelos (Toneladas por día) | Volumen de mejoradores de suelos (Toneladas por año en base seca) | Frecuencia de muestreo y análisis | Parámetros a determinar |
|--|---|-----------------------------------|---|
| menor o igual a 5 | Hasta 1,800 | Una vez al año | Requisitos estipulados en las tablas 5.1 y 5.2 |
| mayor a 5 y menor o igual a 20 | Mayor de 1,800 hasta 7,500 | Una vez por semestre | Requisitos estipulados en las tablas 5.1, 5.2 y 5.3 |
| mayor a 20 | Mayor de 7,500 | Una vez por trimestre | Requisitos estipulados en las tablas 5.1, 5.2 y 5.3 |

Referencias

- C. L. Calva-Alejo and R. I. Rojas-Caldelas, "Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en el Municipio de Mexicali, México: Retos para el Logro de una Planeación Sustentable," *Inf. Tecnológica Aceptado Dic*, vol. 25, no. 11, 2014.
- Comisión Nacional de Medio Ambiente, Departamento descontaminación, Planes y Normas, "Norma de Calidad de Compost", República de Chile, 2000.
- Gobierno del Estado de México. Anteproyecto de Norma Técnica Estatal Ambiental PROY-NTEA-006-SEGEM-RS-2005 Que establece los requisitos para la producción de los mejoradores de suelos elaborados a partir de los residuos orgánicos. *Gaceta del Gobierno, Periódico Oficial del Gobierno del Estado de México*, 19 de Septiembre del 2005.
- I. Borraz Ortega, C. Ivette Romo, "Plan de Aseguramiento de calidad para el Centro de Composteo Urbano, Tijuana Calidad de Vida", Julio de 2013.
- Jaramillo Henao Gladys, Zapata Márquez Liliana María, "Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia, Universidad de Antioquia, 2008.
- Jones P, Martin M. 2003. A review of the literature on the occurrence and survival of pathogens of animals and humans in green compost. In: *Health IfA*, editor. Oxon, UK2003. p. 33
- L. Marcela, A. Barceló, Q. I. Alma, and P. T. Ávila, "INFORME FINAL Programa de manejo de residuos en instituciones educativas en la ciudad de Tijuana."
- Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-020-AMBT-2011, Que Establece los Requerimientos Mínimos para la Producción de Composta a partir de la Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos, Agrícolas, Pecuarios y Forestales, así como las Especificaciones Mínimas de Calidad de la Composta Producida y/o Distribuida en el Distrito Federal. *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, 30 de Noviembre de 2012.
- NTEA-006-SMA-RS, (2006). Norma Técnica Estatal Ambiental. http://sma.edomex.gob.mx/sites/sma.edomex.gob.mx/files/files/sma_pdf_ntea_006_sma_rs_2006.pdf
- M. A. Rodríguez Salinas and Córdova y Vázquez Ana, *Manual de compostaje municipal*, Primera edición. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006.
- Pilar Roman, Maria M. Martinez, Alberto Pantoja, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Oficina Regional para América Latina y el Caribe, "Manual de Compostaje del Agricultor; Experiencias en América Latina", Santiago Chile, 2013.
- Röben Eva, "Manual de Compostaje para Municipios" Ilustre Municipalidad de Loja, Loja, Ecuador, 2002.
- Rodríguez Salinas Marcos Arturo, Córdova y Vázquez Ana "Manual de compostaje municipal; Tratamiento de residuos sólidos urbanos, México, Septiembre 2006.
- SEMARNAT, "Residuos," in *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental*, 2013, pp. 319–361.