



Universidad Autónoma del Estado de México

Plan de manejo de residuos orgánicos universitarios.



Universidad Autónoma del Estado de México

Índice

Introducción	3
Justificación	5
Universo de aplicación del proyecto	7
Objetivo.....	7
Plan de manejo de RSO.	8
Metodología	8
1.-Separación de residuos	8
2- Almacenamiento temporal.....	9
3.- Integración a la composta	11
4.-Proceso de compostaje.....	12
5.- Mantenimiento de composta (Pila o Hilera)	15
6.- Factores que interviene en la composta.....	16
• Temperatura	17
• Oxígeno	18
• Tamaño de partículas	18
7.- Etapas de la composta.....	19
8.-Uso de la composta	20
Normatividad aplicable	22
Mecanismos de revisión y actualización del Plan de Manejo Institucional para la Reducción de Residuos Sólidos Urbanos.....	22
Bibliografía:	24



Universidad Autónoma del Estado de México

Introducción

La creación y el consumo de bienes y servicios generan inevitablemente algún tipo de residuo, éstos pueden ser sólidos (orgánicos o inorgánicos), líquidos y gaseosos, siendo más significativa su generación en los centros poblacionales. De manera particular los residuos generados en las casas-habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en sus actividades domésticas y de los productos que consumen, así como los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que generen **residuos con características domiciliarias** y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos son conocidos como Residuos Sólidos Urbanos (RSU) (DOF, 2018).

La generación de este tipo de residuos se ha incrementado de manera exponencial paralelamente al crecimiento poblacional, hasta ser considerado en la actualidad como un problema de escala internacional (Hoornweg, 2012, SEMARNAT, 2016).

El Banco Mundial prevé que la generación de residuos sólidos urbanos aumente de 2.300 millones de toneladas en 2023 a 3.800 millones de toneladas en 2050 y que derivado del mal manejo de dichos residuos aunado a costes ocultos de contaminación, insalubridad (salud) y cambio climático, existirá un costo de 361,000 millones de dólares (UNEO, 2024).

A nivel nacional, según datos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en el año 2018 se generaron 44 millones de toneladas de residuos, de las cuales sólo se recolectaron 83.93% y de estos solo se reciclaron 9.63% (SEMARNAT, 2019), lo cual denota la problemática en materia de gestión de RSU.

La generación de residuos en el Estado de México en el año 2017 fue de 4.516 millones de toneladas anuales (INEGI, 2017). En lo que respecta a la



Universidad Autónoma del Estado de México

Universidad Autónoma del Estado de México, para el mismo año, se generaron aproximadamente 1,184 toneladas únicamente en los espacios universitarios del Valle de Toluca, de los cuales aproximadamente 140 toneladas son de residuos orgánicos producto del mantenimiento de áreas verdes, estos datos reflejan la importancia de implementar medidas para el adecuado manejo y disposición de los RSU.

De la gama de residuos generados los Residuos Sólidos Orgánicos (RSO), son los menos valorizados, ya que su manejo presenta mayores dificultades que los inorgánicos; sin mencionar su acelerada tasa de descomposición, sin embargo, los RSO tienen un alto potencial de aprovechamiento por medio de tecnologías como el compostaje, lombricultivo y biodigestión, mismas que de implementarse correctamente disminuyen la afectación ambiental que pudiera generar esta materia orgánica en tiraderos o rellenos sanitarios.



Universidad Autónoma del Estado de México

Justificación

Actualmente existe una gran problemática con el manejo y acumulación de Residuos Sólidos Urbanos, ya que los sitios destinados para su disposición final se ven sobrepasados dado que la vida útil que ofrecen es de entre 10 y 15 años, de acuerdo con su capacidad (UNAM-DGCS-056; 2008).

Esta disposición en tiraderos a cielo abierto o rellenos sanitarios, ocupan una superficie que propicia fauna nociva, contaminan mantos freáticos y cuerpos de agua, además de generar contaminación visual y atmosférica; sin mencionar que son reducidos los sitios aptos para este tipo de actividades.

Por lo que, la Reducción, Reutilización y Reciclaje (3R) de los componentes que integran los RSU es de suma importancia para contrarrestar esta problemática. Los RSU se dividen en dos grandes grupos, los Residuos Sólidos Inorgánicos (RSI) y los Residuos Sólidos Orgánicos (RSO), de estos últimos la degradación de estos puede suceder principalmente de manera aeróbica (en presencia de oxígeno) y anaeróbica (en ausencia de oxígeno), la primera la realizan organismos que utilizan el oxígeno como elemento necesario para la metabolización de energía a partir de las macromoléculas que la contiene y como subproductos generan calor y CO₂ principalmente, el proceso anaeróbico también conocido como fermentación, es el que ocurre normalmente en los tiraderos o rellenos sanitarios, dado que se apilan los residuos y los RO quedan atrapados en ausencia de oxígeno, este tipo de prácticas propicia la generación de contaminantes y gases de efecto invernadero.

La descomposición anaeróbica de los RO produce biogases que resultan nocivos no sólo por los olores que generan, sino que pueden ser peligrosos debido a su toxicidad o por su explosividad. Algunos de ellos son gases de efecto invernadero, que contribuyen al cambio climático global. Entre estos



Universidad Autónoma del Estado de México

gases destacan el bióxido y monóxido de carbono (CO_2 y CO , respectivamente), metano (CH_4), ácido sulfhídrico (H_2S) y compuestos orgánicos volátiles (COVs, como la acetona, benceno, estireno, tolueno y tricloroetileno) (1).

Particularmente los Residuos Sólidos Orgánicos (RSO) representan una gran proporción del volumen total de los Residuos Sólidos Urbanos que se genera, se estima que hasta el 47% de los residuos de casa habitación son orgánicos; En la Universidad Autónoma del Estado de México (valle de Toluca), se genera una media de 1,184 toneladas de residuos anuales de los cuales un 12% aproximadamente correspondiente a RSO.

El hecho de desviar el flujo de residuos sólidos orgánicos para su manejo en procesos de compostaje y/o digestión anaeróbica, no sólo contribuye a conservar el valioso y cada vez más reducido espacio destinado a los rellenos sanitarios, sino que también aporta beneficios económicos y ambientales, entre los que figuran la generación de energía renovable, la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, y mejores condiciones de los recursos hídricos y el suelo.

Actualmente dentro de la Universidad Autónoma del Estado de México no se contempla de manera institucional la separación de RSO para su estabilización por medio de alguno de los procesos de compostaje o digestión anaeróbica, sin embargo, la Dirección de Protección al Ambiente de nuestra universidad desde el año 2019 a través del Programa de Manejo de Residuos Orgánicos Universitarios a propiciado el manejo de los RSO producto del manejo de áreas verdes en los espacios universitarios en donde se generan, con resultados que exceden la inversión implementada en dicho programa.



Universidad Autónoma del Estado de México

En el presente plan para el manejo de residuos sólidos orgánicos se traza la ruta para llevar a cabo el proceso de bioestabilización de los residuos sólidos orgánicos, abordando la problemática en el corto, mediano y largo plazo.

Universo de aplicación del proyecto

Se implementará en los Planteles de la Escuela Preparatorias, facultades y espacios académicos universitarios.

Objetivo

Eliminar la disposición en rellenos sanitarios de los residuos sólidos orgánicos generados en los espacios universitarios, por medio de un proceso de bioestabilización (compostaje).



Universidad Autónoma del Estado de México

Plan de manejo de RSO.

Metodología

El compostaje, replica el proceso de degradación de la materia orgánica que sucede en bosques, desiertos o selvas, etc., en los cuales la materia orgánica cae al suelo y es consumida por microorganismos que transforman los compuestos orgánicos en minerales y moléculas orgánicas más sencillas; esta transformación estabiliza el material orgánico original en componentes que permiten una asimilación más sencilla por parte de las plantas, así como su almacenamiento para un uso posterior.



Ilustración 1.- Micelio de hongo saprobio (en amarillo), consumiendo una vaina de semillas de Chiranthodendron pentadactylon, (Plantel Nezahualcóyotl).

En el proceso de compostaje se aceleran las condiciones naturales reduciendo el tiempo de degradación, esto se logra controlando variables como la humedad, oxígeno, temperatura y volumen de materia, permitiendo manejar un mayor volumen de residuos orgánicos en un espacio menor al que requeriría su degradación natural y controlar la calidad del compost.

1.-Separación de residuos

La separación de residuos sólidos orgánicos se llevará a cabo en dos rubros, el primero serán los residuos generados por los alimentos que consumen los



Universidad Autónoma del Estado de México

universitarios, esta separación la realizará cada universitario depositando los residuos de sus alimentos en el contenedor indicado como residuos sólidos orgánicos, los contenedores de residuos orgánicos estarán bajo la responsabilidad del encargado de protección al ambiente, así como por los integrantes de la brigada ambiental de cada espacio Universitario.

El segundo rubro, serán los residuos generados por las actividades de mantenimiento de áreas verdes, poda de pasto, deshierbe, recolección de hojarasca, ramas y troncos.

Estos deberán separarse en: plantas herbáceas (hierbas-pastos) y leñosas (ramas-troncos), ya que tiene una tasa de degradación diferente, que para fines del compostaje su mezcla dificulta una degradación homogénea de los residuos.

2- Almacenamiento temporal

Los residuos sólidos orgánicos poseen una tasa de degradación mucho mayor que los residuos sólidos inorgánicos, dado que se encuentran compuestos de macromoléculas propensas a la degradación microbiana de los cuales estas se alimentan, por lo cual su almacenaje debe ser temporal ya que de no ser así podría comenzar una degradación de tipo anaerobio causando los subproductos que deseamos omitir.

Para los casos de residuos generados en el mantenimiento de las áreas verdes pueden tener un almacenamiento prolongado, no sobrepasando tres semanas en la época de lluvia, esto con la finalidad de evitar la presencia de fauna nociva, debe mantenerse por separado herbáceas y leñosas, como ejemplo se menciona las siguientes:

- Plantas del huerto o jardín
- Hierbas adventicias o mal llamadas "malas hierbas"



Universidad Autónoma del Estado de México

- Hojas caídas de árboles y arbustos.
- Hierbas
- Pasto

En todos los casos es recomendable picar o de ser posible triturar el material, de tal modo que tenga un tamaño de 1 a 5 cm., este proceso acelera la descomposición al incrementar la superficie de degradación.

En el caso de troncos y ramas es muy importante separarlas, debido a que impiden dar volteo a la composta e inclusive representan un riesgo ya que pueden proyectar material a la cara.

El material leñoso (ramas), se encuentra compuesto de materia orgánica, por lo que se puede tratar para poderlo integrar al proceso de compostaje, o picándolas con algún machete o cerote asta alcanzar la medida de 10 cm o bien triturándolas.



Ilustración 2.- Proceso de trituración de ramas para su integración en el proceso de compostaje.



Universidad Autónoma del Estado de México



Ilustración 3.- El tamaño del material triturado alcanza de 1 a 5 cm. lo que favorece inclusive el proceso de aireación del material.

Las imágenes anteriores ilustran una forma de triturar el material, de forma mecanizada y el tamaño deseado de las partículas recomendado.

En el caso de los residuos derivados de alimentos deben permanecer en el tambo separador máximo dos días, un ejemplo de estos son:

- Restos de frutas y hortalizas
- Cáscaras de frutos secos
- Cáscaras de naranja, cítricos o piña (pocos y troceados)
- Cáscaras de plátano
- Restos de café (se pueden incluir los filtros de papel)
- Restos de té.

No se compostarán productos de origen animal, dado que la degradación de estos residuos conlleva un nivel de riesgo biológico-infeccioso dadas las características del proceso sugerido.

3.- Integración a la composta

Las técnicas aquí descritas son propositivas y no restrictivas, la forma de integración de la composta queda a decisión del encargado de protección al ambiente de cada espacio universitario.



Universidad Autónoma del Estado de México

Para los residuos generados por el **mantenimiento de las áreas verdes** se realizarán pilas o hileras, como se ejemplifica en la ilustración siguiente, estas dependerán de la superficie con la que se cuente y del volumen generado en cada espacio, esta técnica permitirá controlar la humedad y facilitará el volteo del material.



Ilustración 4.- Ejemplificación de pila de compost de pasto y hojas (Facultad de Humanidades).

En el caso particular de la hojarasca y pasto seco se realizará una humidificación al material nuevo agregado como se visualiza en la imagen anterior, con la finalidad de que este no absorba humedad del material previo.

4.-Proceso de compostaje

Para el compostaje en pilas o hileras, se requerirá de un espacio donde se deposite y volteé la materia orgánica preferentemente cerca de una toma de agua, para proveer de una adecuada humidificación, el área y la elección del tipo de proceso compostador (pila o hilera), se determinará con base al volumen de residuos orgánicos que genere cada espacio.

En ambos casos se recomienda una base de 3 a 5 mt. y que la altura no sobrepase los 1.6 mt., como se ejemplifica en la ilustración siguiente.



Universidad Autónoma del Estado de México

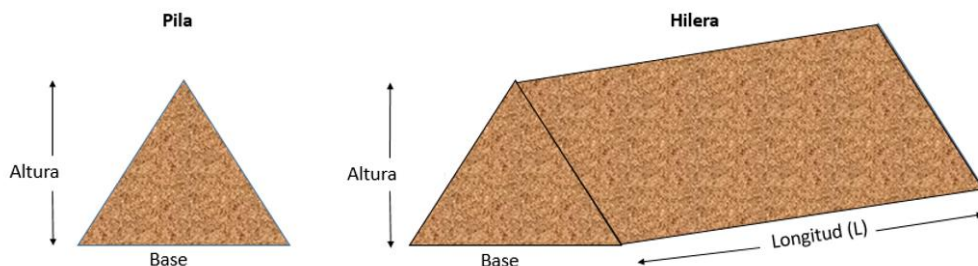


Ilustración 5.- Ejemplificación de hilera y pila de composta.

La composta en pila se recomienda que se use en espacios donde se generen volúmenes mensuales de entre $2m^3$ y $3m^3$ si el volumen es mayor a $3m^3$, se puede implementar una composta en hilera, aunque se puede hacer más de una composta en pila, si se cuenta con el espacio para darle el mantenimiento necesario.

Para el caso del **tambo compostador** se colocará en un sitio en el cual se cuente con el espacio del doble de su superficie que es de $0.28m^2$, libre de maleza y pasto, se agregaran los residuos orgánicos conforme se generen, colocando la tapa después de cada adición de material.

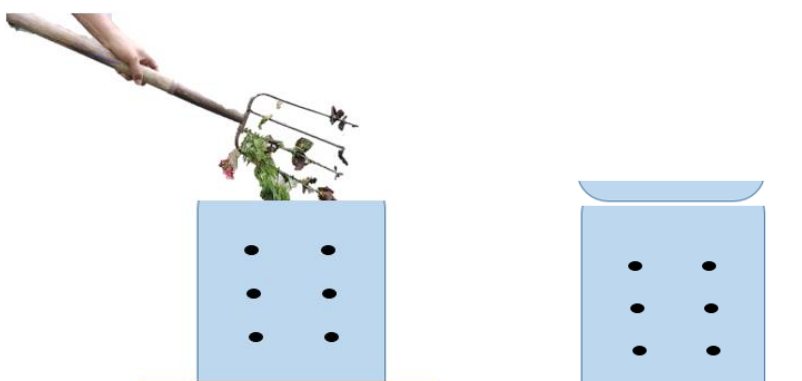


Ilustración 6.- Se muestra la adición del material y posterior colocación de la tapa del tambo compostador.

Al paso de una semana del inicio del proceso se levantará el tambo de tal manera que la materia orgánica quede expuesta.



Universidad Autónoma del Estado de México

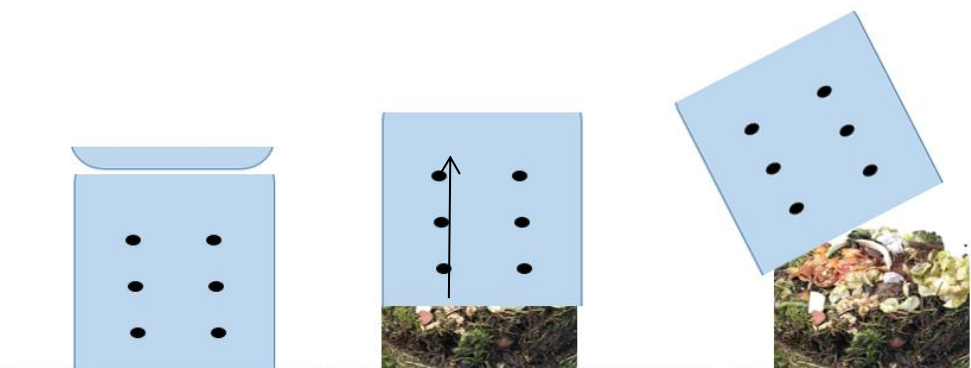


Ilustración 7.- Se desmolda la materia orgánica colocando el tambo a un lado de la pila de residuos.

Una vez separado el tambo de la materia orgánica se coloca el tambo a un lado de esta para proceder con el volteo-oxigenación, con ayuda de un biello o pala se reintroducirá el material al tambo, en este punto se verificará la humedad del material por medio de la “técnica del puño” la cual consiste en, sacar un puñado de material, apretar y abrir la mano. El material debe quedar aglomerado, pero sin escurrir agua. Si escurre agua, se debe voltear y/o añadir material secante (hojas secas o pasto seco), o contrariamente después de apretar la mano el material queda suelto en la mano, entonces se debe añadir agua y/o añadir material fresco (restos de hortalizas o césped húmedo).

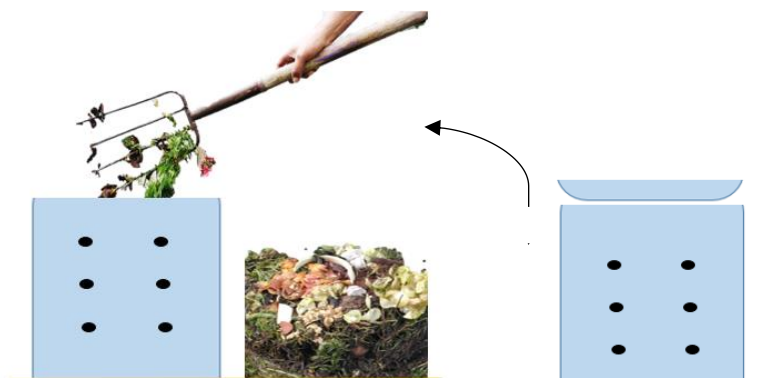


Ilustración 8 Se reintroduce la materia orgánica y de esta manera airea, por último, se coloca de nuevo la tapa.

Terminada la integración del material en el tambo, se colocará la tapa nuevamente. Este proceso se realizará hasta lograr 4/5 del volumen del tambo



Universidad Autónoma del Estado de México

después de lo cual se realizará un volteo cada mes durante 2 meses, tiempo en el cual se revisará la humedad del material cada 15 días.

5.- Mantenimiento de composta (Pila o Hilera)

Para dar mantenimiento a la composta se requiere de utensilios como una toma de agua (con manguera), pala y biello, para mover el material que conforma la composta, lo cual permitirá airar y humedecer el material para que tenga un correcto proceso de degradación.



Ilustración 9.- Volteo-aireación de la composta con ayuda de biellos (Facultad de Odontología).

Con ayuda de un biello o pala se moverá el material, trasladándolo de un punto a otro, en este proceso se revisará que el material cuente con la humedad necesaria para el proceso de degradación utilizando la técnica del puño, de requerir humidificación se rociará con la manguera hasta alcanzar la humedad necesaria.

La técnica de puño consiste en sacar un puñado de material, apretar y abrir la mano, si escurre agua, se debe voltear y/o añade material secante (hojas o pasto secos), si contrariamente después de apretar la mano el material queda suelto, entonces se debe añadir agua y/o añadir material fresco (restos de hortalizas o césped húmedo).



Universidad Autónoma del Estado de México

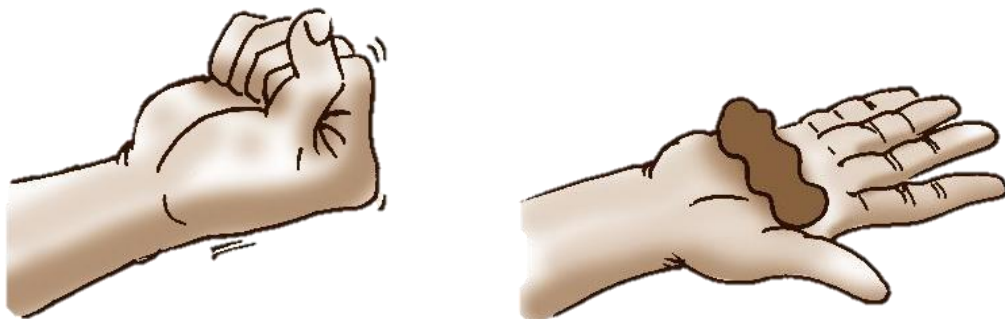


Ilustración 10.- Ejemplificación de la aplicación de la técnica del puño.

6.- Factores que interviene en la composta

Para la degradación de los residuos sólidos orgánicos en cualquiera de los métodos anteriores es necesaria la medición de los parámetros que se describen a continuación, esto con la finalidad de que el material obtenido cumpla con la totalidad del proceso de descomposición y los requerimientos necesarios en el proceso de la degradación.

- **Humedad:** en el compostaje es importante evitar la humedad elevada ya que cuando está muy alta, el aire de los espacios entre partículas de residuos se desplaza y el proceso pasa a ser anaerobio lo que genera malos olores. Por otro lado, si la humedad es muy baja, disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso se retarda. Se consideran niveles óptimos de humedades entre 40% - 60%, éstos dependen de los tipos de material a utilizar. Una manera sencilla de monitorear la humedad del compost, es aplicar la “técnica del puño”.

Cuadro 1.-Posibles problemas y soluciones en relación con la humedad.

Problema	Señal	Solución
Baja aeración o exceso de humedad.	Malos olores y acidez por la presencia de compuestos como el ácido acético, ácido	Se debe voltear la mezcla para propiciar la aeración.

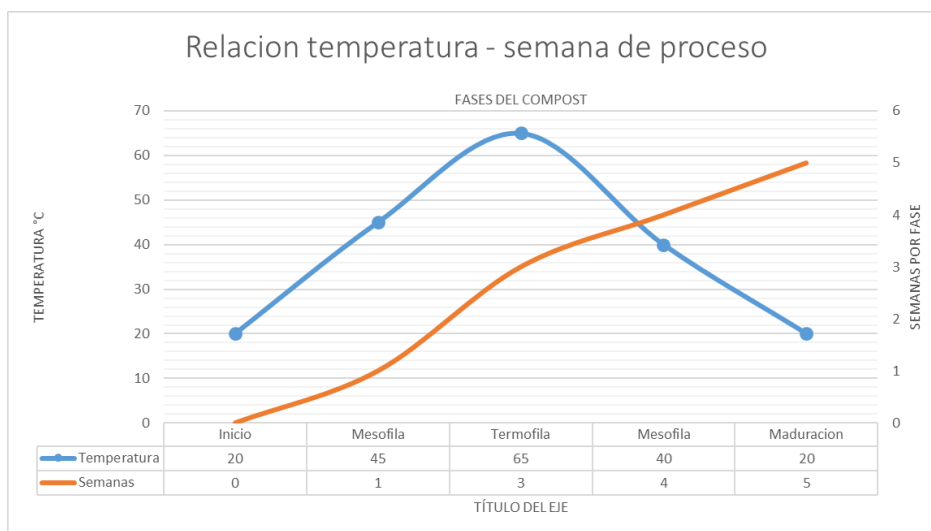


Universidad Autónoma del Estado de México

Problema	Señal	Solución
	sulfhídrico (H ₂ S) o metano (CH ₄) en exceso.	
Falta de humedad y Exceso de aeración	Descenso de temperatura y evaporación del agua	Agregar agua o material fresco húmedo.

- **Temperatura** La temperatura tiene un amplio rango de variación en función de la fase del proceso. Es deseable que la temperatura no decaiga demasiado rápido, ya que, a mayor temperatura y tiempo, mayor es la velocidad de descomposición y mayor higienización.

Para su comprobación se introduce un termómetro al centro del material, dependiendo de la fase del compost debe coincidir o acercarse a los parámetros.



Grafica 1.- Relación temperatura tiempo de degradación.

Dependiendo del problema que se presente en relación con la temperatura y fase se pueden hacer lo siguiente.

Cuadro 2.- Posibles problemas y soluciones en relación a la temperatura.

Problema	Señal	Solución
----------	-------	----------



Universidad Autónoma del Estado de México

Temperatura baja	Humedad insuficiente.	Agregar agua o material fresco húmedo.
	Material insuficiente.	Añadir más material al compost.
Altas temperaturas	Ventilación y humedad insuficiente.	Se debe voltear la mezcla para propiciar la aeración.

- **Oxígeno:** los microorganismos deben disponer de oxígeno suficiente para que se dé el proceso aerobio, esto se logra mediante la aireación. Por el contrario, una baja aireación, impide la suficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis.

Cuadro 3.- Posibles problemas y soluciones en relación con la oxigenación.

Problema	Señal	Solución
Baja aeración	Malos olores y acidez por la presencia de compuestos como el ácido acético, ácido sulfhídrico (H ₂ S) o metano (CH ₄) en exceso.	Se debe voltear la mezcla para propiciar la aeración.
Exceso de aeración	Descenso de temperatura y evaporación del agua	Agregar agua o material fresco húmedo.

- **Tamaño de partículas:** el tamaño de partículas no debe ser entre 1 y 15 cm, dado que, si es muy fina, se obtiene un producto apelmazado, lo que impide la entrada de aire al interior de la masa y no se llevará a cabo una fermentación aerobia completa. Si las partículas son muy grandes, la fermentación aeróbica tendrá lugar, solamente en la superficie de la masa triturada.

Cuadro 4.- Rangos óptimos de los parámetros de la composta.

Condición	Rango aceptable	Condición óptima
Humedad	40% - 65%	50% - 60%
Oxígeno	+5%	Aproximadamente 8%
Temperatura °C (fase termófila)	55°C - 75°C	65°C - 70°C
Tamaño de partícula	1 – 15 cm	En el rango
Relación C.N	20:1 – 40:1	25:1 – 30:1



Universidad Autónoma del Estado de México

7.- Etapas de la composta

El proceso de degradación presenta cuatro etapas principalmente, dentro de las cuales ocurren los cambios químico-biológicos que permiten la degradación de los diferentes compuestos de los cuales se compone la materia orgánica, las fases son las siguientes.

- **Mesófila:** es la primera fase y se caracteriza por la presencia de bacterias y hongos, siendo las primeras quienes inician el proceso; ellas se multiplican y consumen los carbohidratos más fácilmente degradables, produciendo un aumento en la temperatura desde la del ambiente a más o menos 40 grados centígrados.

- **Termófila:** en esta fase la temperatura sube de 40 a 60 grados centígrados, desaparecen los organismos de la etapa anterior, se inactivan semillas preexistentes, e inician la degradación los organismos termófilos. En los seis primeros días la temperatura debe llegar y mantenerse a más de 40 grados centígrados a efecto de reducción o supresión de patógenos. Es de suma importancia que la temperatura no exceda los 80 grados centígrados dado que en ese punto muere parte de la micro-biota necesaria para el proceso de degradación.

- **Enfriamiento o Mesófila II:** la temperatura disminuye desde la más alta alcanzada durante el proceso hasta llegar a la del ambiente, se va consumiendo el material fácilmente degradable, desaparecen los hongos termófilos y el proceso continúa gracias a los organismos esporulados y actinomicetos. Cuando se inicia la etapa de enfriamiento, los hongos termófilos que resistieron en las zonas menos calientes del proceso realizan la degradación de la celulosa.



Universidad Autónoma del Estado de México

- **Maduración:** la maduración puede considerarse como complemento final de las fases que ocurren durante el proceso de fermentación disminuyendo la actividad metabólica. El producto permanece más o menos 20 días en esta fase.

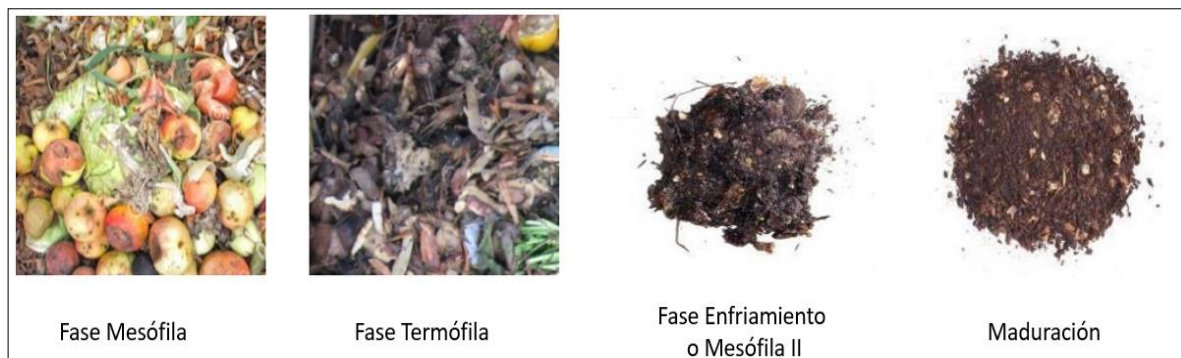


Ilustración 11.- Ejemplo de la apariencia en cada fase del compostaje.

El tiempo en el que requieren estas etapas depende de los parámetros siguientes, sin embargo, el tiempo promedio establecido para este proceso es de cuatro meses.

8.-Uso de la composta

Una vez terminado el proceso de degradación (Mesófila II) viene una etapa de Maduración en la cual disminuye la actividad metabólica.

Posterior a la etapa de maduración, es decir finalizado el proceso de compostaje se realizará un tamizado del material para unificar la textura del mismo y separar cualquier partícula que aún no se hubiera degradado por completo, esto se realizará con un tamizador de un tamaño que permita manejar el volumen de compost acumulado y un claro de .5 cm X .5 cm. en la malla del mismo.



Universidad Autónoma del Estado de México

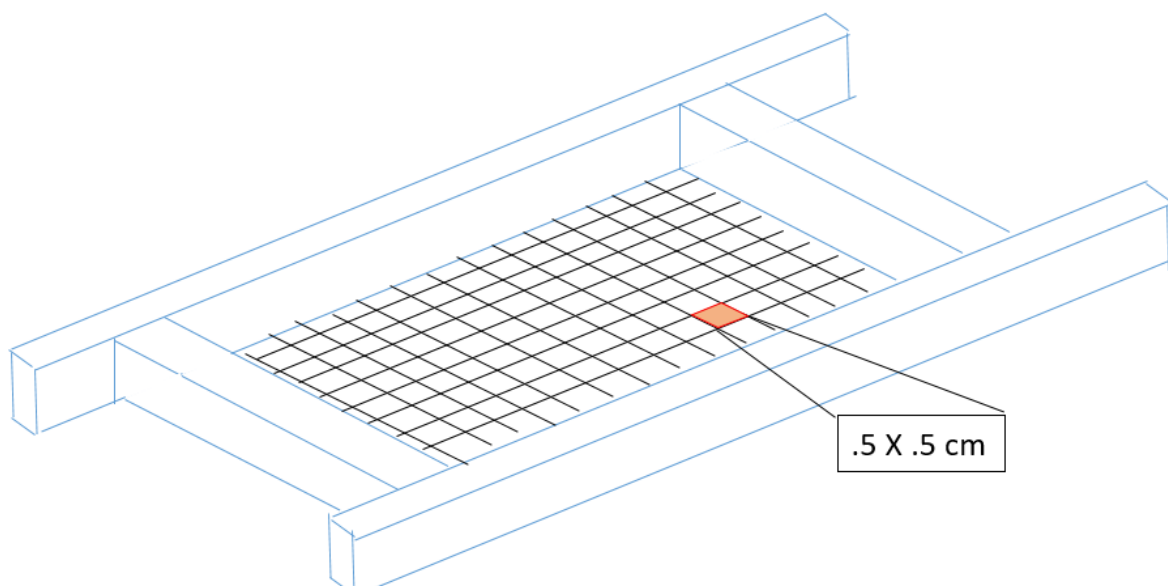


Ilustración 12.- Ejemplo de cernidor.

El tamizado se realizará colocando paladas del compost maduro sobre el cernidor y pasándolo por el mismo, se recomienda que se haga sobre un recipiente que contenga el material cernido, con la finalidad de no tener que traspalear el producto final. El material que no pase por el tamiz será regresado al compost, para continuar con su proceso de degradación.



Ilustración 13.- Cernido del compost maduro (Facultad de Lenguas).



Universidad Autónoma del Estado de México

El material producto de este tamizado puede ser utilizado como abono orgánico en áreas verdes y en la base de árboles frutales, aplicándolo en una relación a 1 kg/m², esto con la finalidad de nutrir estos espacios.



Ilustración 14.- Aplicación del compost durante el mantenimiento de un área forestada, para mejorar las características del suelo circundante.

Normatividad aplicable

Existen dos normas que aplican a la producción de mejoradores de suelo, una federal (NMX-AA-180-SCFI-2018) y una estatal (NTEA-006SMA-RS-2006), mismas que hacen referencia a parámetros en el proceso de compostaje y de salida del producto que se deben cumplir para que este producto sea comercializado, por lo que de ser posible pueden tomarse como una referencia para cuantificar los parámetros de calidad del producto, sin embargo este tipo de cumplimientos aplican a procesos industriales de compostaje en donde cuentan con las facilidades de un laboratorio específico para dichas pruebas.

Mecanismos de revisión y actualización del Plan de Manejo Institucional para la Reducción de Residuos Sólidos Urbanos



Universidad Autónoma del Estado de México

La Dirección de Protección al Ambiente, llevará un registro de las propuestas de mejora para la operatividad del presente Manual, las cuales serán sometidas a análisis y consideración, tomando en cuenta lo siguiente:

- Presentar propuesta por escrito al Responsable del Programa de Manejo de Residuos Orgánicos Universitarios de la DPA, especificando punto(s) de mejora y aportación
- Contar con el visto bueno del titular del espacio universitario, o bien, en caso de ser alumno, deberá estar firmado por el Responsable de Protección al Ambiente
- La propuesta considerará la legislación y reglamentos Institucionales y el cumplimiento a la legislación nacional

Elaborado por:

M. en A.EG: Víctor Escutia Parra

Responsable del Programa de Manejo de Residuos Orgánicos Universitarios

Vo. Bo.

M. en Ing. Raúl Vera Noguez

Director de Protección al Ambiente



Universidad Autónoma del Estado de México

Bibliografía:

- ARC, A. d. R. d. C. (2016). Guía práctica para el diseño y la explotación de plantas de compostaje. ARC.
- Bueno, M. (2010). Como hacer un buen compost, manual para horticultores ecologicos. Kamissi.
- Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión. (2018). LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS. Diario Oficial de la Federacion.
- CONAPO. Conciliación Demográfica México, 1950-2015 y Proyecciones de la Población de México y Entidades federativas, 2016-2050.
- De Erice, E., & González, J. (2012). *BIOLOGÍA, La ciencia de la vida*. (McGrawHill Ed. Segunda edición ed.). México D.F.
- FAO. (2014). Una huerta para todos Manual de auto-instrucción: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Freeman, S., Allison, L., Black, M., Podgoski, G., Quillin, K., Monroe, J., & Taylor, M. (2013). *Fundamentos de Biología* (S. A. Pearson educación Ed. Quinta ed.).
- INEGI, 2017, Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2017, <https://www.inegi.org.mx/programas/cngmd/2017/default.html#Tabulados>, fecha de consulta 10 de Octubre 2019.
- Jimenez, E. I. (2015). Aspectos fisico quimicos bioquimicos y microbiologicos del proceso de compostaje. Evaluacion de la calidad. Unidad tematica 4, metodos y parametros para evaluar la madures del compost. Master Universitario, en gestion, tratamiento y valorizacion de residuos organicos.
- Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos (2018). Diario Oficial de la Federacion.
- Luege., J., Fernández., A., & Macht., A. (2006). Manual de compostaje municipal, Tratamiento de residuos sólidos urbanos. SEMARNAT, INE, GTZ.



Universidad Autónoma del Estado de México

Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor, Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

SEMARNAT 2016, Informe de la situación del medio ambiente en México compendio de estadísticas ambientales indicadores clave, de desempeño ambiental y de crecimiento verde edición 2015.

SEMARNAT 2017, fecha de consulta 31 de octubre del 2019, Pagina en linea <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/residuos-solidos-urbanos-rsu>

SEMARNAT (2019). "Visión nacional hacia una gestion sustentable: cero residuos."

UNAM-DGCS-056 Boletines universitarios (2008); https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2008_056.html, fecha de consulta 10 de marzo 2025.

United Nations Environment Programme (UNEP) (2024). Global Waste Management Outlook 2024: Beyond an age of waste – Turning rubbish into a resource. Nairobi. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/44939>

Yao, K., Bhada-Tata, L., & Woerden, P. (2018). What a Waste 2.0: una instantánea global de la gestión de residuos sólidos para 2050 . Desarrollo Urbano. Banco Mundial.

(1)

https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Cap7_residuos.pdf



Universidad Autónoma del Estado de México

DIRECTORIO

RECTOR

Carlos Eduardo Barrera Díaz

Doctor en Ciencias e Ingeniería Ambientales

SECRETARIO DE DOCENCIA

José Raymundo Marcial Romero

Doctor en Ciencias Computacionales

SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS

Martha Patricia Zarza Delgado

Doctora en Ciencias Sociales

SECRETARIO DE RECTORÍA

Marco Aurelio Cienfuegos Terrón

Doctor en Ciencias de la Educación

SECRETARIA DE DIFUSIÓN CULTURAL

María de las Mercedes Portilla Luja

Doctora en Humanidades

SECRETARIO DE EXTENSIÓN Y VINCULACIÓN

Francisco Zepeda Mondragón

Doctor en Ciencias del Agua

SECRETARIO DE FINANZAS

Octavio Crisóforo Bernal Ramos

Doctor en Educación

SECRETARIA DE ADMINISTRACIÓN

Eréndira Fierro Moreno

Doctora en Ciencias Económico Administrativas

SECRETARIO DE PLANEACIÓN Y DESARROLLO INSTITUCIONAL

María Esther Aurora Contreras Lara Vega

Doctora en Ciencias Administrativas

ABOGADA GENERAL

Luz María Consuelo Jaimes Legorreta

Doctora en Derecho

SECRETARIA TÉCNICA DE LA RECTORÍA

Trinidad Beltrán León

Maestra en Salud Animal

DIRECTORA GENERAL DE COMUNICACIÓN UNIVERSITARIA

Ginarely Valencia Alcántara

Licenciada en Comunicación

DIRECTOR DE CENTROS UNIVERSITARIOS Y UNIDADES ACADÉMICAS PROFESIONALES REGIÓN "A" Y ENCARGADO DE DESPACHO REGIÓN "B"

Luis Raúl Ortiz Ramírez

Doctor en Ciencias Sociales

DIRECTOR GENERAL DE EVALUACIÓN Y CONTROL DE LA GESTIÓN UNIVERSITARIA

Jorge Rogelio Zenteno Domínguez

Maestro en Derecho Fisco



Universidad Autónoma del Estado de México

