



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

CARRERA DE BIOLOGÍA

**DEGRADACIÓN DE COMPOSTA POR MEDIO DE LA
INOCULACIÓN DE LA COCHINILLA DE HUMEDAD
(Oniscidea)**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

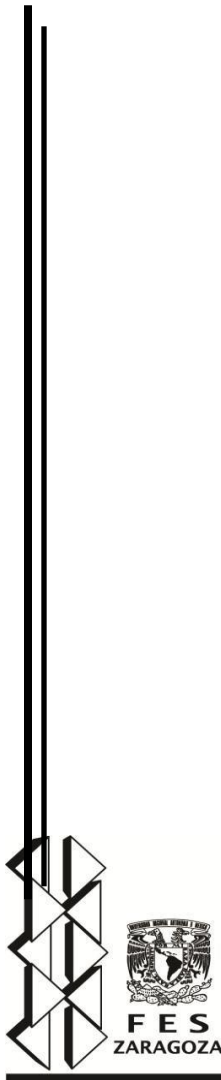
P R E S E N T A:

SOLEDAD ARACELI PAVÓN RODRÍGUEZ

**DIRECTORA DE TESIS:
BIÓL. LETICIA LÓPEZ VICENTE**

MÉXICO D.F.

AGOSTO 2015





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria

A mis padres, porque todo lo que soy se los debo a ellos, por inculcar en mi la importancia de estudiar.

A mi esposo y mi hijo por ser el estímulo y apoyo incondicional en todo momento, y por ser ellos la inspiración para finalizar este proyecto.

Agradecimientos

A Dios.

Por darme la sabiduría y fuerza para culminar este proyecto.

A mi directora de tesis Bióloga Leticia López Vicente

Por su guía, comprensión, paciencia, entrega y valiosos consejos a lo largo del proceso de investigación.

Al Maestro en C. Armando Cervantes Jefe de la carrera de biología, por su grata colaboración, por su apoyo y por sus valiosos consejos sobre este trabajo. También deseo agradecer a los sinodales encargados de revisar y corregir este trabajo, Dra. Esther Matiana García Amador, Biol. Elvia García Santos, Dra. María Socorro Orozco Almanza.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	1
1- INTRODUCCIÓN	2
2- MARCO TEÓRICO	4
2.1 Basura	4
2.2 Composta	5
2.3 Las ventajas de una buena composta	7
2.4 Tipos de composta	10
2.5 Descripción general del proceso de composteo caliente	10
2.5.1 Etapa de latencia	10
2.5.2 Fase mesófila	11
2.5.3 Fase termófila o de higienización	11
2.5.4 Fase de enfriamiento o mesófila II	12
2.6 Descripción general del proceso de la composta fría	13
2.7 Relación Carbono-Nitrógeno (C/N)	13
2.8 Factores que intervienen en el proceso de composteo	14
2.8.1 Humedad	14
2.8.2 pH	15
2.8.3 Aireación	15
2.8.4 Control de humedad	15
2.8.5 Posibles problemas durante el composteo y posibles soluciones	17
2.8.6 Usos de la composta	18
2.8.7 Diferencias entre composta domestica madura e inmadura	19
2.9 Cochinilla de la humedad (<i>Oniscidea</i>) y su función como descomponedores de la materia orgánica durante el proceso de compostaje	19
2.9.1 Morfología	20
2.9.2 Características	21

3-	Justificación	24
4-	Hipótesis	25
5-	Objetivo general	25
	5.1 Objetivo particular	25
6-	Zona de estudio	25
7-	Método	26
	7.1 Recolección de materia orgánica	26
	7.2 Recolección de estiércol	27
	7.3 Recolección de hojarasca y pasto seco	27
	7.4 Trituración de materia orgánica	28
	7.5 Preparación de los botes compostadores	28
	7.6 Recolección de cochinilla de humedad (<i>Oniscidea</i>)	28
	7.7 Establecimiento de los tratamientos	29
	7.8 Registro de temperatura de los tratamientos	29
	7.9 Determinación de humedad por la técnica del puño cerrado	30
	7.10 Aireación de la materia orgánica	30
	7.11 Peso de la composta madura	31
	7.12 Tamizado de la composta	31
	7.13 Secado de la composta	32
8-	Análisis estadísticos	32
9-	Resultado y discusión	33
	9.1 Tiempo de transformación de los residuos orgánicos para obtener la composta.	33
10-	Conclusiones	37
11-	Sugerencias	37
12-	Referencias	38
13-	Anexos	44
	13.1 Método	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Micro y macroorganismos descomponedores de la materia orgánica en el proceso de composteo	7
Figura 2	Cochinilla en la composta observadas a través del microscopio	20
Figura 3	Ciclo biológico de la cochinilla de humedad (<i>Oniscidea</i>)	23
Figura 4	Vista del centro en Agricultura Urbana Ecológica "Chimalxochipan	26
Figura 5	Residuos orgánicos en los contenedores de la Central de Abastos de la Ciudad de México	26
Figura 6	Recolecta de equinaza en el Agrupamiento a Caballo de la Policía Montada.	27
Figura 7	Recolecta de material café (hojas y pasto seco)	27
Figura 8	Recolecta de cochinilla	28
Figura 9	Protección de los tratamientos	29
Figura 10	Medición de la temperatura a cada uno de los tratamientos	29
Figura 11	Prueba de humedad por la técnica del puño cerrado	30
Figura 12	Aireación de los tratamientos	30
Figura 13	Pesado de la composta madura en cada tratamiento	31
Figura 14	Tamizado de la composta madura	31
Figura 15	Secado de las compostas de cada tratamiento	32
Figura 16	Tiempo de transformación de la composta	33
Figura 17	Temperaturas registradas durante el proceso de composteo para cada tratamiento	34
Figura 18	Diferencias visuales entre cada tratamiento	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Micro y macroorganismos que intervienen en el proceso del compostaje	6
Cuadro 2	Clasificación de residuos orgánicos para el compostaje doméstico de acuerdo a la clasificación de los residuos según su aptitud para el compostaje	9
Cuadro 3	Relación C/N de los principales materiales utilizados para la composta	14
Cuadro 4	Cuidados de la composta	16
Cuadro 5	Posibles incidencias y soluciones	17
Cuadro 6	Usos de la composta	18
Cuadro 7	Diferencias entre la composta domestica madura e inmadura	19
Cuadro 8	Clasificación científica	19
Cuadro 9	Numero de cochinillas por tratamiento	35
Cuadro 10	Peso de materia orgánica al inicio de los tratamientos y pesos de las composta al final del proceso	35
Cuadro 11	Variables de respuesta	36
Cuadro 12	Porcentaje de humedad	36

RESUMEN

En la ciudad de México una familia promedio de cinco integrantes, produce un metro cúbico mensualmente de basura, de la cual se considera que el 50% son residuos orgánicos y el 34% son reciclables. Una alternativa de solución para aprovechar los residuos orgánicos, es producir composta, para el cultivo de plantas y como mejorador del suelo. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la presencia de cochinilla (*Oniscidea*) en el tiempo de descomposición de la materia orgánica durante el proceso de compostaje, así como cuantificar el rendimiento en kg/m^3 y el porcentaje de transformación de cada uno de los tratamientos de la composta. La composta se elaboró en botes de 20 L y para evaluar el efecto descomponedor de la cochinilla, se trabajó con tres tratamientos: (a) el testigo, (b) aplicación de 20 g. de cochinilla, (c) aplicación de 40 g. de cochinilla. La composta fue elaborada con desechos orgánicos de frutas y verduras, pasto y estiércol de caballo, durante el proceso de composteo se tomó la temperatura cada tercer día, la humedad una vez por semana y sobre un costal se aireaba. Los resultados muestran una reducción en el tiempo del proceso de la composta en presencia de cochinilla (*Oniscidea*), el tratamiento (c) se obtuvo en ocho semanas, en el tratamiento (b) en diez semanas y en el tratamiento (a) en doce semanas. El tratamiento testigo (a) presentó los siguientes resultados: el porcentaje de transformación fue 86.92%, con un rendimiento de 0.53 kg/m^3 , con un tiempo de transformación de doce semanas. En el tratamiento (b) con 20 g. se obtuvo un porcentaje de transformación de 84.86% y un rendimiento de 0.54 kg/m^3 , con un tiempo de transformación de diez semanas. El tratamiento (c) de 40 g. el porcentaje de transformación fue de 84.03% y el rendimiento de 0.55 kg/m^3 , con un tiempo de transformación de ocho semanas. En conclusión el tiempo de transformación presenta una diferencia significativa entre el tratamiento (c) y el tratamiento (a). La composta que tuvo mayor porcentaje de transformación fue la (a), sin embargo no hay una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. El tratamiento (c) mostró un rendimiento mayor que los otros, sin mostrar una diferencia significativa entre estos.

1.- INTRODUCCIÓN:

Día con día, la sociedad tiene la necesidad de subsistir y en este proceso, se generan diversos residuos, por lo que es necesario sumar esfuerzos para minimizar la cantidad de residuos producidos y maximizar la cantidad de reciclaje (Tavera y Alvarado 2011). De acuerdo con Mora (2004), cada habitante de la ciudad de México, produce en promedio 1 kg de basura diaria, por lo que se generan igualmente 20,000 toneladas diarias, por todos los habitantes de la ciudad, del total de ésta, un 30% se queda en barrancas, terrenos baldíos y el resto se recolecta por el sistema de limpia y va a dar a los grandes tiraderos controlados que existen en la ciudad de México (Mora, 2004).

González (2013), menciona que la capital del país genera 13 mil toneladas de residuos sólidos al día, de los que seis mil son material orgánico que se origina en los hogares y mercados principalmente. Una alternativa para su reciclaje es la producción de abonos orgánicos como: compostas y vermicomposta.

Por otro lado, la importancia de los abonos orgánicos surge de la imperiosa necesidad que se tiene de mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo, el cual presenta una baja fertilidad en general, debido al abuso de fertilizantes y plaguicidas químicos, principalmente utilizados en la agricultura tradicional, los cuales se emplean para promover el incremento de su fertilidad y mejoran su estructura y capacidad de retención de agua.

Actualmente se han realizado numerosas investigaciones para la obtención de composta utilizando diferentes residuos orgánicos.

La composta es un abono orgánico, obtenido a partir de la descomposición controlada de la materia orgánica. Es un producto estable, de olor agradable y con multitud de propiedades beneficiosas para los suelos y plantas que se elabora a través de la materia orgánica y su biodegradación en presencia de oxígeno (Mezo, 2006).

La composta es uno de los mejores abonos orgánicos, que le garantiza a las plantas una reserva de sustancias nutritivas y al mismo tiempo favorece la absorción y retención de agua, facilita la circulación del aire y limita los cambios bruscos tanto de temperatura como de humedad (Mezo, 2006).

El proceso del compostaje es llevado a cabo por múltiples organismos descomponedores que comen, trituran, degradan y digieren las células y las moléculas que componen la materia orgánica. Los principales “operarios” de estas labores son las bacterias y hongos microscópicos (Mezo, 2006); sin embargo, en la descomposición avanzada, actúan un gran número de macroorganismos, dentro de los más comunes, están las lombrices, las cochinillas, los insectos y sus larvas (Mezo, 2006).

La práctica del compostaje permite el reciclaje de residuos orgánicos, reduciendo la contaminación ambiental y el costo de los fertilizantes químicos (SEMARNAT, 2013). Representa una alternativa a la problemática de la escasez de suelos de buena calidad para la producción de una agricultura familiar, a través de una estrategia sencilla y de bajo costo y el objetivo de este trabajo es disminuir su tiempo de producción.

2.- MARCO TEÓRICO.

2.1 Basura

Gran parte de la dificultad en la comprensión del sistema de residuos en México, se debe a la gestión de residuos sólidos rudimentarios (Buenrostro y Rocco, 2003).

Recientemente, los investigadores han trabajado para comprender el sistema de manejo de residuos en México, mediante el estudio de la composición de los residuos domésticos en diversas regiones. Uno de estos se llevó a cabo en Guadalajara (Bernance – Pérez, 2001), en este se encontró que el promedio de la tasa de generación diaria per cápita fue de 508 g. Los residuos domésticos consistieron principalmente en residuos putrescibles (53 %), de papel (10 %) y de plástico (9 %). La principal fuente de residuos putrescibles era el desperdicio de alimentos, lo que representaba el 40.7% de la producción general de la basura doméstica. Los residuos domésticos representaron el 55.9% de los residuos municipales.

Respecto a esto, SEMARNAT, (2009), señala que la generación per cápita diaria creció de 850 a 970 g. en el año 2008. Las entidades que generan mayor volumen de residuos sólidos urbanos (RSU) fueron: Estado de México (16.4% del total nacional para ese año), Distrito Federal (12.6%) y Jalisco (7.2%), lo cual representa un grave problema para la salud pública de los habitantes de esa entidad, la contaminación de agua, suelo, aire y consumo de energía.

Todos los residuos putrefactos (desperdicios de comida y restos de poda) se pueden compostar, el papel y el plástico se puede reciclar en su gran mayoría. Los programas como el “Community-based social marketing” (McKenzie- Mohr, 2000), han tenido éxito en el aumento de la participación en la práctica de compostaje y el reciclaje doméstico; sin embargo, muchos investigadores han encontrado que la participación en el reciclaje depende en gran medida de la ayuda estructural e institucional, como el suministro de contenedores para reciclaje en la acera y los hogares (Redman, 2013). Cuando el objetivo es la gestión de la basura doméstica

como un punto de intervención, existe la necesidad de una amplia gama de enfoques que deben adoptarse, incluyendo proporcionar contenedores de reciclaje, promover incentivos para desviar los residuos de los vertederos, el fomento de una norma social de compostaje por medio de avisos en el punto de acción para aumentar la clasificación adecuada y muchos más.

Una correcta separación de los residuos podría reducir de forma importante los desechos que se envían a los rellenos sanitarios. La cantidad de residuos que se podrían reutilizar sería mayor, una parte en la realización de nuevos artículos de material reciclado y otra en la producción de composta para uso casero.

2.2 Composta

La composta es un abono orgánico, que se forma por la degradación microbiana de materiales acomodados en capas y sometidos a un proceso de descomposición; los microorganismos que llevan a cabo la descomposición o mineralización de los materiales, ocurren de manera natural en el ambiente, el método para producir este tipo de abono es económico y fácil de implementar (SAGARPA, 2012).

La FAO define como compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes (Román, 2013).

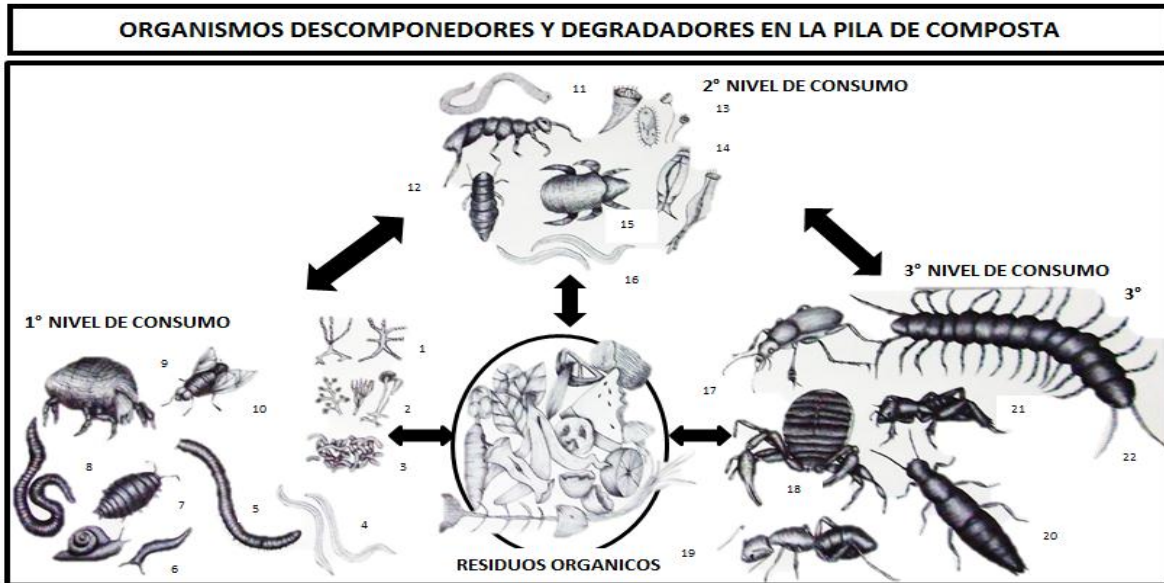
Es posible interpretar el compostaje como el sumatorio de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos, que en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa. En este proceso adicionalmente los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos carbono y nitrógeno, pero más estable, que es llamado compost (Román, 2013).

El proceso del compostaje es llevado a cabo por múltiples organismos descomponedores (Cuadro 1) que comen, trituran, degradan y digieren las células

y las moléculas que componen la materia orgánica. Los principales “operarios” de estas labores son las bacterias y hongos microscópicos (Román, 2013).

Cuadro 1. Micro y macroorganismos que intervienen en el proceso de compostaje (Román, 2013).

MICROORGANISMOS	MACROORGANISMOS
<p>Consumidores primarios: Son aquellos que consumen directamente materia orgánica muerta como:</p> <ul style="list-style-type: none"> Bacterias Hongos Actinomicetos Protozoos 	<p>Consumidores secundarios: Macroorganismos que se alimentan de los anteriormente citados consumidores primarios. Dentro de este grupo podemos citar tijeritas, ácaros de molde, rotíferos, escarabajos, etc.</p> <p>Consumidores terciarios: Van alimentarse de materia orgánica viva, tanto de consumidores primarios como secundarios. En este grupo encontramos arañas, pseudoescorpiones, ácaros predadores, ciempiés, hormigas y escarabajos.</p> <p>Macroorganismos fermentadores: Lombrices, moscas, ácaros, cochinillas etc. (Fig. 1), (Mezo, 2006).</p>



Los organismos en la composta se clasifican en tres niveles de consumo, el primer nivel corresponde a los descomponedores, en el segundo y tercer nivel de consumo se encuentran los degradadores.

1. ACTINOMICETOS	12. COLEMBOLOS (Collembola)(0.5-3mm)
2. HONGOS	13. PROTOZOOS
3. BACTERIAS	14. ROTIFEROS
4. NEMATODOS (1mm)	15. ACAROS (Acari)(1mm)
5. MILPIES (Diplopoda) (20-80mm)	16. NEMATODOS (1mm)
6. CARACOLES Y BABOSAS (<i>Gastropoda</i>) (2-25mm)	17. ESCARABAJOS DEL SUELOS(Carabidos)(8-20mm)
7. COCHINILLA DE HUMEDAD (Isopodo) (10mm)	18. PSEUDOESCORPIÓN (Pseudoscorpionida)(1-2mm)
8. LOMBIRZ DE TIERRA (Haplotaxida) (50-150mm)	19. HORMIGA (Hymenoptera)
9. ACAROS (Acari)(1mm)	20. ESTAFILÍNIDOS (10mm)
10. MOSCA(Diptero)(1-2mm)	21. CARA DE NIÑO (Stenopelmatus)
11. PLATELMINTOS DE SUELO (70-150mm)	22. CIENPIES (Quilópodos)

Figura 1. Micro y macroorganismos descomponedores de la materia orgánica en el proceso de composteo. Ilustración realizada por Luis Germán Escartín Velázquez (2013)

2.3 Las ventajas de una buena composta

- 1)- Mejora considerablemente las características del suelo, evitando usar fertilizante químico y pesticidas (Mezo, 2006).
- 2)- Es fácil de hacer y con un coste económico mínimo, comparado con otros sistemas de tratamiento de los residuos (Mezo, 2006).
- 3)- Aumenta la capacidad de retención de humedad del suelo y la capacidad de intercambio de cationes en el mismo.
- 4)- Es una fuente de alimentos para los microorganismos.

5)- Amortigua los cambios de pH en el suelo.

6)- Disminuye los cambios bruscos de temperatura.

7)- Las plantas pueden absorber más nitrógeno como consecuencia de la relación C/N en el suelo (SAGARPA, 2012).

Los materiales para realizar la composta requiere de cuatro elementos básicos: residuos “verde” (con alto contenido de nitrógeno), residuos “café” (con alto contenido de carbono), agua y aire (oxígeno). En la casa, los residuos verdes provienen principalmente de la cocina (residuos de alimento) y los residuos café son básicamente plantas secas (puede incluirse papel cortado en tiras delgadas). El carbón y nitrógeno son dos elementos principales presentes en la materia orgánica y la cantidad contenida en los residuos suele ser diferente. Esto es muy importante para el proceso, ya que demasiado carbón hace lento el proceso y por el contrario, un exceso de nitrógeno origina malos olores generando una mezcla viscosa. Para separar los materiales según esta cualidad, es bueno saber que, por lo general, el material rico en nitrógeno es húmedo y de color verde, como lo es el pasto recién cortado, así mismo, los materiales café y secos por lo general tienen mayor cantidad de carbono. En el (Cuadro 2) se muestra una clasificación de los residuos según su aptitud para el compostaje.

Cuadro 2. Clasificación de residuos orgánicos para el compostaje doméstico de acuerdo a la clasificación de los residuos según su aptitud para el compostaje (Manual de compostaje casero, 2003).

Material	Residuo	Observaciones
Café	Aserrín, viruta de madera	No usar si proviene de madera tratada con productos químicos.
	Hoja perennes (no se cae en el otoño)	Es mejor añadir las picada
	Hoja seca	Se recogen en otoño para utilizarla todo el año
	Paja y heno	Picar y mojar. Favorecen la aireación.
	Pasto cortado y seco	Cuando es necesario material café, se puede secar al sol el pasto recién cortado.
	Poda de árboles	Ayudan a la aireación. Deben ser cortadas en astillas menores de 5cm.
Verde	Cítricos	Se requiere de buena aireación
	Estiércol de animales herbívoros	Muy útil si se requiere de materiales verdes
	Frutas, verduras, residuos de comida	Picar en trozos pequeños principalmente la cascara
	Hojas y bolsas de té	Esparcir dentro de la mezcla
	Maleza verde	Pasteurizarla al sol dentro de una bolsa negra de 7 a 10 días para eliminar semillas
Pequeñas cantidades	Aceite, grasas y productos lácteos	Al podrirse generan malos olores
	Carne, hueso, pescado	Generan malos olores y atraen roedores y moscas
Riesgo sanitario (no incluir)	Excremento de animales carnívoros y humano	Contienen microorganismos peligrosos para la salud
	Plantas enfermas	La composta resultante puede seguir infectada
	Maleza y plantas persistentes	Las plantas con raíces persistentes y maleza con semilla son muy difíciles de pasteurizar.

2.4 Tipos de composta:

Cogger *et al.* (1999) y Sztern y Pravia (1999), sugieren dos tipos de procesos para la creación de composta de acuerdo a la velocidad de la degradación de los residuos: el composteo lento (frio) y el composteo rápido (caliente).

2.5 Descripción general del proceso del composteo caliente

El proceso del composteo se caracteriza por el predominio de los metabolismos respiratorios aerobios y por la alternancia de etapas mesotérmicas (10-40°C) con etapas termogénicas (40-75°C) y con la participación de microorganismos mesófilos y termófilos respectivamente. Las elevadas temperaturas alcanzadas, durante la descomposición son consecuencia de la relación superficie/volumen de las pilas o camellones y de la actividad metabólica de los diferentes grupos fisiológicos participantes en el proceso. Durante la evolución del proceso se produce una sucesión natural de poblaciones de microorganismos que difieren en sus características nutricionales (quimioheterótrofos y quimioautótrofos) (Román, 2013).

Es necesario mencionar que durante la descomposición de la materia orgánica, se presenta un incremento de la temperatura, lo que permite clasificar el proceso en varias etapas: latencia, mesófila, termófila o de higienización y mesófila II.

2.5.1 Etapa de latencia

Es la etapa inicial del compostaje, considerada desde la conformación de la pila hasta que se constatan incrementos de temperatura, con respecto a la temperatura del material inicial. Esta etapa, es notoria cuando el material ingresa fresco al compostaje. Si el material tiene ya un tiempo de acopio puede pasar inadvertida. La duración de esta etapa es muy variable, dependiendo de numerosos factores (temperatura, aireación, tamaño de partícula, humedad, pH, relación C/N). Con una temperatura ambiente entre los 10 y 12 °C, en pilas adecuadamente conformadas, esta etapa puede durar de 24 a 72 hrs. (Román, 2013).

2.5.2 Fase mesófila

El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de carbono y nitrógeno generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días) (SEDESOL, 2001).

2.5.3 Fase termófila o de higienización.

Cuando el material alcanza temperaturas mayores a los 45 °C. los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de carbono, como la celulosa y la lignina (Sztern y Pravia, 1999).

Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. En especial, a partir de 60 °C. aparecen las bacterias que producen esporas y actinobacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de carbono complejos. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas del lugar y otros factores (Román, 2013).

Esta también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* Igualmente, esta fase es importante pues las temperaturas por encima de los 55°C. eliminan los quistes y huevos de helminto, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado (Román, 2013).

Uno de los problemas del uso del compost está relacionado con la posibilidad de contener bacterias patógenas como *Salmonella spp.* y *Escherichia coli* (Islam,

2005, Lasaridi, 2006) así como *Listeria monocytogenes* (Oliveira, 2011) y huevos de parásitos que pueden llegar a los consumidores a través del consumo de frutas y vegetales contaminados. Por eso es importante asegurar que un compost que se utilice, en especial para el cultivo de hortalizas de tallo corto o de hoja, así como para la producción de frutas, no contenga estos patógenos e indicadores de contaminación fecal.

La presencia de los patógenos en el compost viene en gran medida por el uso de estiércoles, seguido del uso de aguas contaminadas y de las personas que manipulan el compost (Bernal, 2009). Uno de los métodos para el control de estos es el empleo de temperaturas elevadas, de ahí la importancia en el control del tiempo y temperatura de la fase termofílica.

La inocuidad biológica del compost, depende de la temperatura que alcance el material, pero también de la humedad, la aireación y el tamaño de partícula. En una pila con adecuada humedad, la actividad microbiana hace que la temperatura se incremente, siendo mayor en el interior que en el exterior (Gong, 2007). De esta forma, al airear la pila o al realizar el volteo, se homogeniza la temperatura y la humedad y se pueden eliminar patógenos. Del mismo modo, el tamaño de partícula a compostar, la forma y tamaño de la pila también afectan la velocidad de aireación y la tendencia del material a retener o liberar calor. También debe considerarse la temperatura del lugar y las prácticas de gestión aplicadas en cada caso. Otro aspecto importante es la cantidad de microorganismos patógenos presentes en el compost pues si esta cantidad es alta se requerirá mayor tiempo para la eliminación de éstos.

2.5.4 Fase de enfriamiento o mesófila II.

Agotadas las fuentes de carbono, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40 °C los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general

se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración (Román, 2013).

2.6 Descripción general del proceso de la Composta fría

Para el composteo por medio lento o frío se maneja el sistema de cubo o bote, el cual ayudará a impedir la entrada de insectos y animales indeseados. Se colocan los componentes (estiércol, residuos orgánicos, hojarasca y agua) y se cubre el bote con una malla flexible para que se realice el proceso de descomposición y maduración por medio de la aireación manual (Cogger *et al.*, 1999).

Para este tipo de composteo, es difícil conseguir en su totalidad las condiciones letales para organismos patógenos ya que las temperaturas durante el proceso no llegan a las requeridas para acabar con ellos. Para asegurar la muerte de patógenos, parásitos y elementos germinativos se pueden realizar las llamadas pilas o camellones (Cogger *et al.*, 1999). Triturar o cortar los desechos ayuda a que se acelere el proceso de descomposición (Cruz, 2010).

2.7 Relación carbono-nitrógeno (C/N)

La relación C/N, expresa las unidades de carbono por unidades de nitrógeno que contiene un material. El carbono es una fuente de energía para los microorganismos y el nitrógeno es un elemento necesario para la síntesis proteica.

Una relación adecuada entre estos dos nutrientes, favorecerá un buen crecimiento y reproducción (Cuadro 3).

La relación C/N, 30/1 es adecuada para favorecer el compostaje (Villarruel, 2014); sin embargo Román, (2013) menciona que a lo largo del proceso hay una reducción continua desde 35:1 a 15:1.

Cuadro 3. Relación C/N de los principales materiales utilizados para la composta (Martin, 1992; FAO, 1991, FIECh 1995)

Material	Relación C/N
Desecho del ganado	
Orina	0.8
Estiércol de bovino	20-25
Estiércol de caballo	25
Desechos de cosecha	
Residuos de leguminosas	15
Alfalfa verde	15
Desechos vegetales	
Follaje de pino	5
Residuo fresco de jardín	12
Residuo fresco de huerto	30
Hoja seca	50-80
Desechos agroindustriales	
Aserrín	200-500

2.8 Factores que intervienen en el proceso de composteo

2.8.1 Humedad

La humedad idónea para una biodegradación con franco predominio de la respiración aeróbica, se sitúa en el orden del 15 al 35 % (del 40 al 60 %, si se puede mantener una buena aireación). Humedades superiores a los valores indicados producirían un desplazamiento del aire entre las partículas de la materia orgánica, con lo que el medio se volvería anaerobio, favoreciendo los metabolismos fermentativos y las respiraciones anaeróbicas. Si la humedad se sitúa en valores inferiores al 10%, desciende la actividad biológica general y el proceso se vuelve extremadamente lento (Sztern y Pravia, 1999).

El carácter osmótrofo de la gran mayoría de grupos fisiológicos, implica que con humedades inferiores al 20%, las poblaciones pasan a fases estacionarias o en condiciones extremas a fase de muerte, retardando o deteniendo el proceso de compostaje. La humedad adecuada para cada etapa, depende de la naturaleza, compactación y textura de los materiales de la pila (Cuadro 4). Los materiales

fibrosos y finos retienen mayor humedad y aumentan la superficie específica de contacto (Sztern y Pravia, 1999).

2.8.2 pH

El pH cercano al neutro (pH 6.5-7.5) ligeramente ácido o ligeramente alcalino nos asegura el desarrollo favorable de la gran mayoría de los grupos de microorganismos descomponedores. Valores de pH inferiores a 5.5 (ácidos) inhiben el crecimiento de la gran mayoría de los grupos fisiológicos. Valores superiores a 8 (alcalinos) también son agentes inhibidores del crecimiento, haciendo precipitar nutrientes esenciales del medio, de forma que no son asequibles para los microorganismos. Durante el proceso de compostaje se produce una sucesión natural del pH, que es necesaria para el proceso y que es acompañada por una sucesión de grupos fisiológicos (Sztern y Pravia, 1999).

2.8.3 Aireación

Como consecuencia de una mala aireación, la concentración de oxígeno alrededor de las partículas, baja a valores inferiores al 20% (concentración normal en el aire) y se producen condiciones favorables para el inicio de las fermentaciones y las respiraciones anaeróbicas (Sztern y Pravia, 1999).

2.8.4 Control de humedad

Para el control del contenido de humedad, puede aplicar el siguiente procedimiento empírico:

1. Tomar con la mano una muestra de material.
2. Cerrar la mano y apretar fuertemente el mismo.
3. Si con esta operación se verifica que sale un hilo de agua continuo del material, se establece que el material contiene más de un 40% de humedad.
4. Si no se produce un hilo continuo de agua y el material gotea intermitentemente, podemos establecer que su contenido en humedad es cercano al 40%.

5. Si el material no gotea y cuando se abre el puño de la mano permanece moldeado, se estima que la humedad se presenta entre un 20 a 30 %.

6. Finalmente si se abre el puño y el material se disgrega, asumimos que el material contiene una humedad inferior al 20 % (Sztern y Pravia, 1999).

Si la composta presenta un olor desagradable se deben voltear los residuos orgánicos para oxigenar; así mismo la composta debe mantener una temperatura homogénea. Los residuos orgánicos deben de tener un tamaño de partícula de 2-5 cm y la humedad no debe pasar del 60 % (Cuadro 4).

Cuadro 4. Cuidados de la composta (Mezo, 2006).

<p>Aire.</p> <p>Es recomendable remover el contenido del composteo siempre que sea posible y al menos, cada vez que se hace un aporte, para asegurar que los organismos descomponedores puedan respirar y no se den procesos de fermentación por ausencia de aire.</p>	<p>Temperatura</p> <p>La composta debe de proteger de cambios bruscos de temperatura externa y viento manteniendo su tapa cerrada y en un lugar resguardado, protegido del viento. Mantenerla llena como mínimo hasta la mitad</p>
<p>Humedad</p> <p>Es recomendable mantener una proporción de dos partes de restos húmedos (restos de frutas y verduras) por una de seco (ramas y hojas secas) mantendremos la humedad adecuada del compostador.</p>	<p>Restos triturados</p> <p>Es importante incluir residuos periódicamente. Cuando más pequeños sean los trozos que incorporamos al compostador, menos espacio ocuparan, más fácilmente removeremos su mezcla y mayor superficie tendrán para que bacterias y microorganismos puedan actuar y la descomposición sea más rápida.</p>

2.8.5 Posibles problemas durante el composteo y posibles soluciones

Para mantener el compostaje correctamente elaborado, se deben de cuidar ciertos factores que podrían ocasionar un problema en el compost final (Cuadro 5).

Cuadro 5. Posibles incidencias y soluciones (Mezo, 2006).

Efecto apreciado	Posible causa	Soluciones
No se descompone la temperatura no sube	Falta nitrógeno o humedad, demasiado aire	Añadir más restos hasta llegar a las 2/3 partes del compostador. Si está abierto protéjelo temporalmente con un plástico.
Huele a podrido	Falta oxígeno, exceso de humedad, proceso anaerobio	Agregar material seco y remover. Si es necesario, sacar dejar secar y volver a llenar.
Muy seco no disminuye el volumen	Sequedad en el ambiente, demasiados materiales secos	Añadir material humeado, (mejor de rápida descomposición). Regar un poco con agua (si está muy seco) reutilizada si se puede.
Hay muchas moscas	Exceso de humedad. Restos de comida sin cubrir.	Cubrir restos frescos con material seco. En un vermicompostador Pueden cubrirse los restos con una tela transpirable.
Presencia de muchas hormigas	Sequedad en el ambiente y en la materia, abandono de la composta	Remover y voltear, regar perímetro del compostador, añadir resto fresco
Presencia de roedores	Abandono del compostador restos inadecuados de comida	Eliminar los restos temporalmente, remover y voltear. Cubrir los restos secos.

2.8.6 Usos de la composta

El compost maduro se usa en gran medida para plántulas, jardineras y macetas (Cuadro 6). Se suele mezclar (20%-50%) con tierra y otros materiales como turba y cascarilla de arroz como preparación de sustrato (Román, 2013).

Cuadro 6. Usos de la composta (Mezo, 2006).

COMPOST FRESCO		
APLICACIONES	MÉTODO	PROPIEDADES
Acolchado	Esparcir en capas de 5 cm alrededor de la planta	Aporta nitrógeno y otros nutrientes. Mejora la estructura del suelo
Abono verde	Enterrar una capa de 2 a 5 cm superficialmente.	Aporta nitrógeno y otros nutrientes. Mejora la estructura del suelo.
COMPOST MADURO		
APLICACIONES	MÉTODO	PROPIEDADES
Huerta y jardín	Mezclar con los primeros 15 cm de suelo (0.5-4 kg/m ²)	Aportar nutrientes asimilables para las plantas
Semillero	Mezclar a partes iguales con tierra y arena	Aporta nutrientes asimilables para las plantas
Maceta	Mezclar compost, tierra, vegetal y perlita en partes iguales	Aportar nutrientes asimilables para las plantas
Césped	Extender una fina capa en la superficie en primavera (renovación del césped)	Aporte nutrientes y equilibra la estructura del suelo
Árboles	En el trasplante: mezclar a partes iguales el compost y la tierra vegetal, compactar el sustrato resultante alrededor de la raíz y presionar para evitar huecos. Abono: una capa de unos 3 cm alrededor del tronco en un diámetro semejante a la copa o al follaje.	Aporta nutrientes asimilables, crea un sustrato óptimo para el enraizamiento.
Insecticida natural	Dilución lexivermi al 5%. Pulverizar sobre envés de las hojas.	Reduce la presencia del pulgón, mosca blanca y otras plagas.

2.8.7 Diferencias entre la composta doméstica madura e inmadura

No es recomendable mezclar la composta inmadura con el suelo o adicionarlo a las plantas ya que podría dañarlos. Al principio puede parecer difícil saber cuándo está madura la composta y lista para su uso (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Diferencias entre la composta doméstica madura e inmadura.
(CONAMA, 2003)**

	Composta doméstica inmadura	Composta doméstica madura
Olor	Más o menos pronunciado	Sin olor fuerte
Composición	Hay lombrices y hongos (filamentos brillantes); material orgánico identificable	No hay material orgánico identificable, tampoco organismos; se asemeja a tierra
Uso	Alrededor de arbustos y árboles perennes	Incorporándolo en suelo
Cantidad	Poca cantidad para no dañar el suelo o la planta	No hay riesgo, pueden realizarse varias aplicaciones.

2.9 Cochinilla de humedad (*Oniscidea*) y su función como descomponedores de la materia orgánica durante el proceso de compostaje

La cochinilla de humedad es un crustáceo perteneciente a la familia de los isópodos (*Oniscidea*, 2014) (Cuadro 8).

Cuadro 8. Clasificación científica (Latreille, 1802)

Clasificación científica	
Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Subfilo:	Crustacea
Clase:	Malacostraca
Orden:	Isopoda
Suborden:	Oniscidea
Género:	<i>Oniscus sp</i>

2.9.1 Morfología

El cuerpo de la cochinilla, se divide en tres partes: cabeza, tórax, y abdomen, a lo que se le suman siete pares de patas, un par de antenas y un par de ojos. Al ser un crustáceo la Oniscidea está dotada de exoesqueleto rígido de carácter calcáreo, el cual se divide en siete segmentos. Miden entre 10 y 12 milímetros. Para reproducirse cuentan con una bolsa o saco abdominal especial en el que incuban sus huevos, dando lugar a versiones en miniatura de los adultos, que crecen mudando de piel hasta alcanzar el estado adulto (Barnes, 1969).

Su hábitat natural son zonas de alta humedad, debajo de piedras o troncos, en mantillo de hojas o fisuras, ya que la Oniscidea respira por medio de agallas lo cual hace indispensable vivir en ambientes altamente húmedos. Su dieta alimenticia incluye materia orgánica y restos animales y tienen la capacidad de masticar comida sólida gracias a la estructura de su boca, lo que le da una mayor versatilidad a la hora de buscar alimento ya que puede ser desde hojas o materia vegetal, hasta pequeños insectos muertos (Figura 2) (Barnes, 1969).



Figura 2. Cochinitas en la composta observadas a través del microscopio. Foto de Araceli Peña Miguel (2015).

2.9.2 Características

Por el hecho de ser crustáceos poseen un exoesqueleto tipo calcáreo, el cual le otorga rigidez al cuerpo y una protección importante frente a depredadores o adversidades naturales. Este acorazado se divide en siete segmentos dorsales y uno final, el cual posee cinco segmentos pequeños. Todas estas segmentaciones hacen que no sea un cuerpo completamente rígido y le otorgan una mayor movilidad, ya que si fuera un exoesqueleto rígido como el de algunos coleópteros las funciones motrices de la Oniscidea estarían mucho más restringidas. Esta puede ser clasificada como una característica física de la Oniscidea. Cumple una doble función, estructural y defensiva. Esta estructura le otorga la rigidez necesaria para sustentarse ya que carece de estructura ósea interna. Esta característica tiene otros usos e importancias para la cochinilla de la humedad, por ejemplo le permite estabilizarse y darse vuelta cuando esta queda de espaldas, cosa que no logran algunos animales con un caparazón rígido (Irrarrazabal, 2014).

Una característica representativa de la Oniscidea es la capacidad de protegerse, esto bajo situaciones amenazantes o en espacios reducidos. Como su exoesqueleto presenta una forma de acordeón (posee “placas” segmentadas). Este mecanismo cumple una función de protección y regulación, ya que sirve también para la conservación de líquidos en el caso de estar en un ambiente insuficientemente húmedo. Esta es otra aptitud bajo el ámbito de un funcionamiento físico esta función se relaciona estrechamente con la característica anterior ya que su forma de funcionamiento básico se basa en la estructura segmentada de su exoesqueleto. Esta característica es de suma utilidad ya que puede lograr un cambio en su forma y estructura para adaptarse a ciertas situaciones en las cuales le otorga una mayor seguridad (Irrarrazabal, 2014).

También son reguladores y pieza importante en los ecosistemas con la función de descomposición y reciclaje de nutrientes y además toleran algunos metales pesados acumulándolos en vesículas del hepatopáncreas. Son sensibles a la aplicación de pesticidas y su biomasa varía dependiendo de factores como este, existe una diferencia entre la Oniscidea que habitan en zonas naturales o

plantaciones orgánicas frente a las de áreas con un mayor impacto químico en el suelo. Esta característica basa sus principios en un carácter biológico/químico y en algunos casos sirve de indicador con respecto ciertos niveles de concentraciones químicas en el suelo. Esta capacidad de captar agentes pesticidas se da principalmente porque la Oniscidea se alimenta de materia orgánica en descomposición y su hábitat se encuentra al nivel de la mayoría de las raíces de las plantas donde la cantidad de materia orgánica en descomposición es la más elevada en el mayor de los casos (Irrarrazabal, 2014).

Por medio de la emulación del sistema de la Oniscidea para acumular y detectar metales pesados y su capacidad para captar el uso de agentes pesticidas se puede crear un indicador que ayude a dar cuenta de niveles incluso instantáneamente, sin la necesidad de hacer estudios a nivel de suelo. Esto puede ser de utilidad en diversos ámbitos como lo puede ser la agricultura, minería y varios campos que necesiten saber con exactitud niveles de concentraciones químicas o de ciertos metales a nivel del suelo (Irrarrazabal, 2014).

La característica más sobresaliente es la presencia del marsupio o bolsa marsupial, en la faz ventral de las hembras, donde depositan los huevos.

Huevos: Se incuban de tres a siete semanas. Mide aproximadamente 0.7 mm de diámetro y son de color blanco. Los huevos son inoculados en el marsupio. Las hembras pueden llevar de 7 a 200 huevos (Saluso, 2015).

Manca Marsupial: de seis a nueve semanas. Luego de la eclosión de los huevos las mancas permanecen en el marsupio, son de color blanco con los ojos negros saltones.

Manca juvenil: Desde que salen del marsupio hasta la segunda muda, recién en esta etapa son capaces de autoabastecerse. Las mancas juveniles tienen 1 mm de longitud, son de color blanco, con su característica típica de enrollarse, luego de tres semanas de emerger tienen una longitud de 2-3 mm las mancas juveniles no emergen del marsupio todas al mismo tiempo, sino que lo hacen por camadas.

Juvenil: Luego de la segunda muda. Son similares a los adultos, desde el punto de vista de su morfología, pero difieren en su tamaño (Saluso, 2015).

Adulto: Luego de los dos años un mes, son capaces de reproducirse. Tiene un ciclo máximo de vida de 41 meses, es decir tres años y cuatro meses (Figura 3). Los isópodos inmaduros mudan de cuatro a cinco veces y los maduros cada dos meses, mudan su exoesqueleto en dos secciones, primero la mitad posterior y luego de dos o tres días la mitad anterior, esto es así por dos razones, una de ellas para reducir la vulnerabilidad a la predación y la otra para evitar la desecación (Saluso, 2015).

Si las condiciones bioclimáticas son óptimas pueden tener dos generaciones al año (Saluso, 2015).

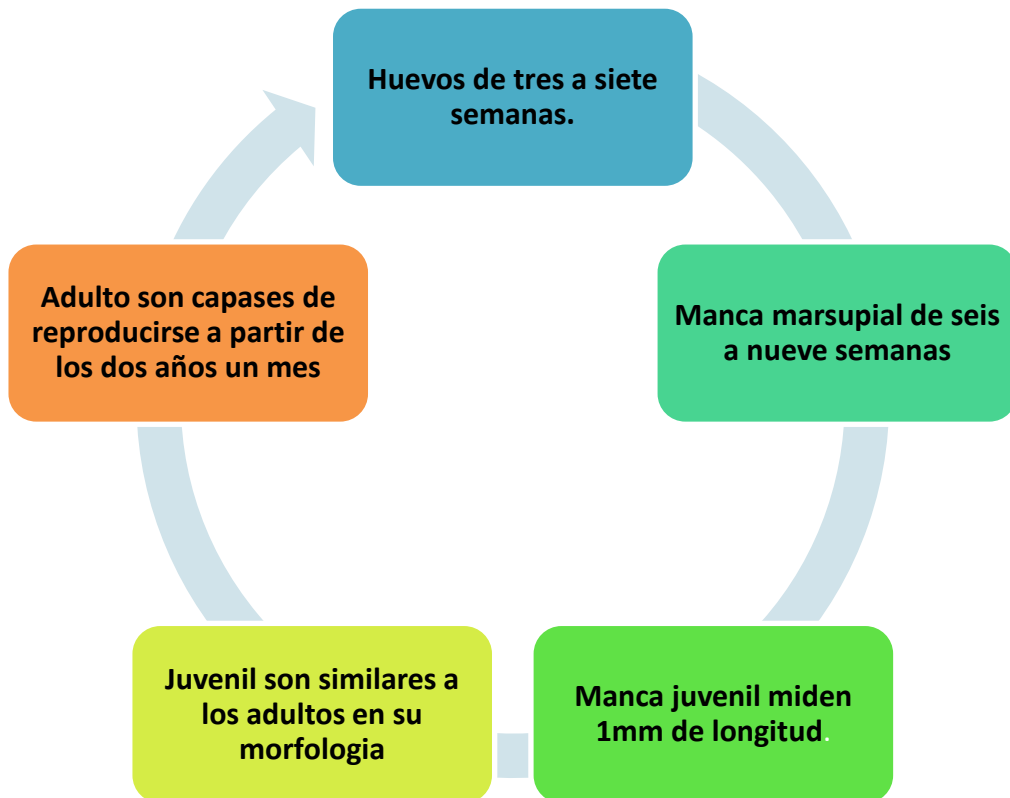


Figura 3. Ciclo biológico de la cochinilla de humedad (*Oniscidea*)

Las mudas son cambios de piel o exuvia, técnicamente. Su piel es rígida y actúa como esqueleto. Este esqueleto es externo, a diferencia del nuestro, que es interno. Pero como es rígido y no se puede estirar, no permitiría que el animal creciese. La solución es romper esta piel vieja, que se ha quedado pequeña y fabricar otra nueva, más acorde con las nuevas medidas del individuo. Esta muda, o écdisis, tiene lugar en varias ocasiones a lo largo de la vida del animal, mientras esté en crecimiento. Otro aspecto remarcable de las cochinillas es que no mudan toda la piel de golpe, sino que lo hacen en dos veces separadas unos cuantos días, primero el abdomen, cabeza y tórax. Por eso, no sorprende ver algunos individuos con coloraciones diferentes entre estas partes del cuerpo. Después de mudar, se comen la piel vieja para reaprovechar sus componentes (Barnes, 1969).

Desde el punto de vista ecológico, las cochinillas son piezas importantísimas en el proceso de transformación de la materia orgánica en la naturaleza, además de materia orgánica en descomposición, pueden comerse sus propios excrementos y los de otros organismos. De esta manera, aprovechan mucho los restos y aceleran su transformación, lo que ayuda a conseguir composta en poco tiempo y de muy buena calidad. Son muy poco exigentes en las condiciones que necesitan para vivir, precisando solo humedad y oscuridad, tanto comen restos frescos como los que llevan más tiempo en la composta, lo que permite que se repartan por todo el contenido del mismo, Prefieren los restos vegetales, pero también consumen los animales. Son, por tanto, unos grandes aliados de los compostadores (Ecosystems y Environment, 2006).

3.- Justificación

Con el compostaje doméstico se consigue un producto de alta calidad, mucho mejor que otros productos comerciales utilizados. Al ser un producto natural, evitamos tener que utilizar productos químicos, que son contaminantes y a la larga perjudiciales. De esta forma se puede abonar el jardín o huerto de una manera ecológica, sencilla y económica. En la búsqueda de estrategias para el mejoramiento de las propiedades de la composta y la reducción del tiempo en su preparación para mejorar el sustrato suelo, se agregaron cochinillas a la materia

orgánica para acelerar el proceso de degradación de los residuos orgánicos debido a que estas son excelentes degradadores de materia orgánica por su eficiente sistema bucal, para obtener composta en menor tiempo.

4.- Hipótesis

Debido a las características funcionales de las cochinillas, como descomponedores de la materia orgánica, se espera que al incrementar sus poblaciones naturales durante la sucesión de micro y macroorganismos durante el proceso de compostaje desde la fase inicial de la descomposición (fase mesófila), se reduzca el tiempo de transformación, de manera significativa.

5.- Objetivo general

Evaluar el efecto de la presencia de cochinilla (*Oniscidea*) en el tiempo de descomposición de la materia orgánica durante el proceso de compostaje

5.1 Objetivos particulares

Determinar el tiempo de transformación de los residuos orgánicos en composta inoculada con cochinilla de humedad (*Oniscidea*).

Cuantificar el porcentaje de transformación de las compostas inoculadas con cochinilla y sin cochinilla.

Cuantificar el rendimiento en kg/m³ de las compostas obtenidos en cada uno de los tratamientos.

6.- Zona de estudio

El trabajo se realizó en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza Campus II, en la Ciudad de México, la cual está ubicada en la cuenca del valle de México en el Área de composteo del Centro de Capacitación de Agricultura Urbana (CCAU) “Chimalxochipan” de la Unidad de Investigación en Ecología Vegetal (Figura 3a) de acuerdo a las condiciones del terreno se ubicó en un lugar protegido del sol y del viento bajo la sombra de un árbol y cerca de una toma de agua (Figura 3b).



Figura 4. a) Vista del Centro en Agricultura Urbana Ecológica “Chimalxochipan, b) área de estudio donde se realizó la investigación.

7. Método

7.1 Recolección de materia orgánica

La recolección de residuos orgánicos (materia prima de la composta) se realizó en la Central de Abastos de la Ciudad de México. Los residuos recolectados fueron de frutas y verduras: lechuga, calabaza, melón, tomate, pepino, zanahoria, sandía, espinaca. (Figura 5).



Figura 5. Residuos orgánicos en los contenedores de la Central de abastos de la Ciudad de México.

7.2. Recolección de estiércol

Se recolectó estiércol de caballo (equinaza) en el Agrupamiento a Caballo de la Policía Montada, ubicado en la avenida Guelatao (Eje 7 Oriente 100, Álvaro Obregón, 09230, Iztapalapa, D.F) (Figura 6).



Figura 6. Recolección de equinaza en el Agrupamiento a Caballo de la Policía Montada.

7.3 Recolección de hojarasca y pasto seco

La recolección de hojarasca y pasto seco se realizó en la artesa de la Facultad de Estudios Superiores “Zaragoza”, Campus II (Figura 7).



Figura 7. Recolección de material café (hojas y pasto seco).

7.4 Trituración de materia orgánica

Se pesaron 50 kg de materia orgánica, y se cortaron con una pala recta, dejando un tamaño de 5 cm; se agregaron 28.61 kg. de hojarasca, pasto y tronco de poda a este material posteriormente y se agregó 31.82 kg. de estiércol de equino (equinaza) y se desmenuzo con la pala recta. Se humedeció para evitar que al mezclar los materiales estuvieran secos. La cantidad de materiales de cada tipo se calcularon para obtener una relación carbono-nitrógeno 30/1. Todo el material orgánico se mezcló para tener una mejor superficie de contacto y que la masa alcanzara una consistencia hidratada y homogénea (Anexo 13.1).

7.5 Preparación de los botes compostadores

Se lavaron 24 cubetas de 20 L a 12 de ellas en la parte inferior se le realizaron ocho orificios de aproximadamente 0.8 cm de diámetro, posteriormente se colocó una cama de paja en el fondo de 12 cubetas. Después se le agrego 11 kg. de la mezcla de materia orgánica preparada para tener una relación C/N 30:1.

7.6 Recolecta de cochinilla de humedad (*Oniscidea*)

La recolecta de las cochinillas se realizó en el vivero “Chimalxochipan”, considerando el tamaño de muestra en función a dos medias encontradas en varios muestreos de suelo, para ello se contaron las cochinillas en círculos de 400 cm², equivalente al diámetro de los botes de composteo.

Con base en esto, se decidió trabajar con dos tratamientos, uno con 215 cochinillas (20 g.) y otro con 430 (40 g.) y ambos se compararon con un testigo (Figura 8).



Figura 8. Recolecta de cochinillas

7.7 Establecimiento de los tratamientos

Las cubetas compostadas, se colocaron en una zona fresca y sombreada del vivero, además las cubetas se cubrieron con costales de plástico para protegerlas del viento, frio. También se colocó un plástico como techo para protección del sol y lluvia (Figura 9).



Figura 9. Protección de los tratamientos.

7.8 Registro de temperatura de los tratamientos

Para la toma de temperatura de las muestras se utilizó un termómetro marca Taylor de -20° C. a 150° C. la cual se realizó cada tercer día con la ayuda de una pala de jardinería (Figura 10).



Figura 10. Medición de la temperatura a cada uno de los tratamientos.

7.9 Determinación de humedad por la técnica del puño cerrado

Se registró el porcentaje de humedad por la “técnica del puño cerrado” que consistió en introducir la mano en la cubeta, sacar un puñado de material y abrir la mano. El material debe de quedar apelmazado sin escurrir agua. Si corre agua se debe voltear y/o añadir material secante (aserrín o paja). Si el material queda suelto en la mano, entonces se debe añadir agua y/o añadir material fresco (restos de hortaliza o césped) (Román, 2013) (Figura 11).



Figura 11. Prueba de humedad por la técnica del puño cerrado.

7.10 Aireación de la materia orgánica

Una vez por semana la materia orgánica se aireó cubeta por cubeta sobre un costal cuidando que las cochinillas no se escaparan (Figura 12).



Figura 12. Aireación de los tratamientos.

7.11 Peso de la composta madura

Una vez madura la composta en cada uno de los tratamientos se procedió a pesarla para determinar el rendimiento (Figura 13).



Figura 13. Pesado de la composta madura en cada tratamiento.

7.12 Tamizado de la composta

Se realizó un tamizado del material con el fin de eliminar los elementos gruesos y otros contaminantes (Román, 2013) (Figura 14)



Figura 14. Tamizado de la composta madura.

7.13 Secado de la composta

Se realizó el secado de la composta a temperatura ambiente, para determinar el porcentaje de humedad (Figura 15).



Figura 15. Secado de las compostas de cada tratamiento

8. Análisis estadístico.

A los resultados obtenidos se les aplicaron pruebas estadísticas de varianza (Kruskal-Wallis y múltiples rangos), con el programa Stat Graphics Centurion XVI, que se basaron en la comparación de medidas entre los tratamientos con cochinilla (20 g. y 40 g.) contra el tratamiento testigo.

9.- Resultados y discusión

9.1 Tiempo de transformación de los residuos orgánicos para obtener la composta.

El tiempo de obtención de la composta testigo fue de 12 semanas, el tratamiento con 20 g. de cochinilla, fue de 10 semanas y en el tratamiento que se le agregaron 40 g. el tiempo fue de ocho semanas (Figura 16).

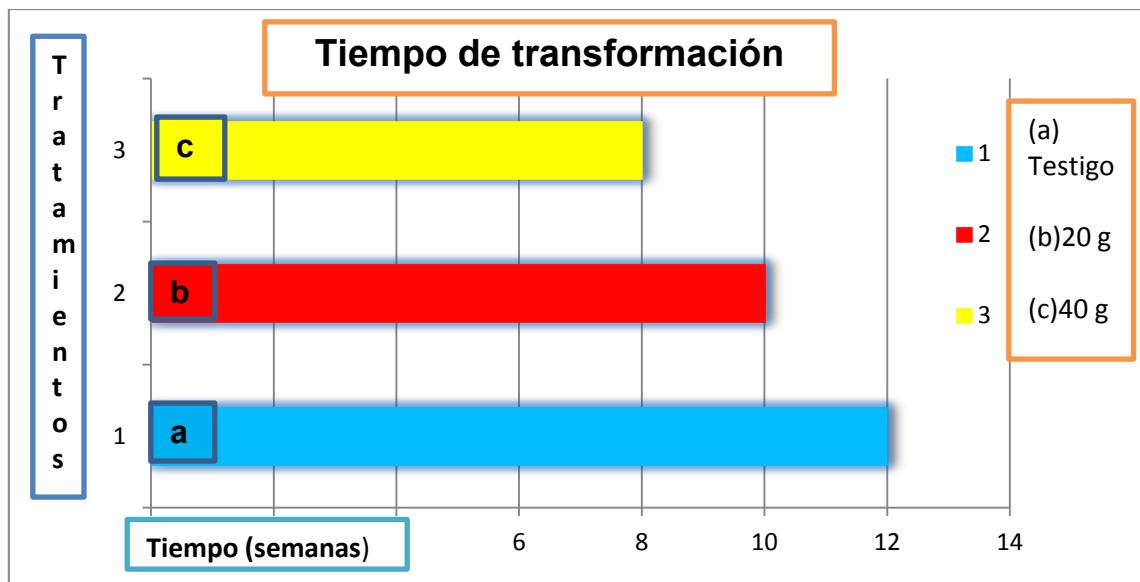


Figura 16 -Tiempo de transformación de la composta.

La diferencia entre el tratamiento (a) con el tratamiento (b), fue de dos semanas y con el tratamiento (c), de cuatro semanas, fueron estadísticamente significativas (Anexo). Esto nos indica que la presencia de cochinilla acelerar el tiempo de transformación de la materia orgánica.

Cabe mencionar que los tiempos de transformación de una composta por la técnica de bote se obtienen en 45 días si el clima es cálido y en 90 días si el clima es frío. Esta investigación se llevó a cabo en época fría y el testigo efectivamente se obtuvo en 12 semanas que correspondería a 90 días a diferencia de los tratamientos con cochinilla (López, 2010).

El nivel máximo de temperatura durante el composteo fue de 20.3 °C después descendió la temperatura en la quinta semana y en la octava semana se obtuvo el tratamiento de composta (c) con una temperatura de 15.5°C. (Figura 17) sin mostrar una diferencia estadísticamente significativa (Anexo) entre los tratamientos.

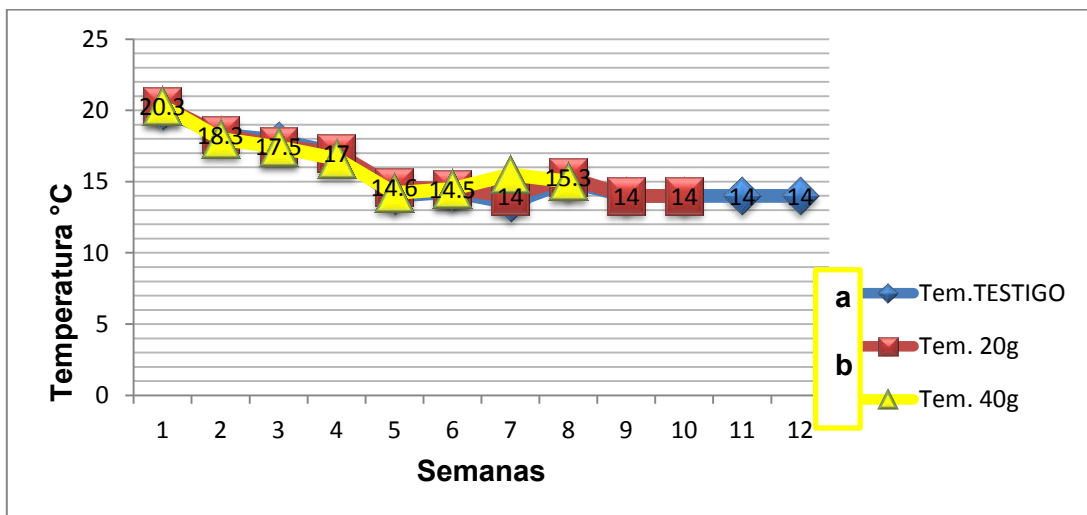


Figura 17. Temperaturas registradas durante el proceso de composteo para cada tratamiento

La composta al término de los tratamientos presentó un aspecto suelto, como de suelo, con olor agradable a tierra húmeda. Los dos tratamientos y el testigo, presentaron diferencias visuales (Mezo, 2006) (Figura 18).



Figura 18. Diferencias visuales entre cada tratamiento.

El número de cochinillas que se agregó al inicio del experimento permaneció constante, durante la etapa fría, esto significa que las cochinillas no se reprodujeron y que solamente aumentaron su tamaño (Cuadro 9), Saluso, (2015) cita que las cochinillas sólo pueden tener dos camadas al año.

Por otro lado, es importante resaltar que en la etapa de maduración no se encontraron cochinillas en la composta (b) y (c), debido a que la cochinilla (Oniscidea) se alimenta de materia orgánica en descomposición como cita CONAMA, (2003)

Cuadro 9. Número de Cochinillas por tratamiento.

	No. de cochinillas	Etapa Fría	Etapa maduración
(a) Testigo	0	0	0
(b) Tratamiento (20 g)	215	215	0
(c) Tratamiento(40 g)	430	430	0

En relación al rendimiento obtenido de composta en cada tratamiento, es importante señalar, que al inicio en los tratamientos y testigo se pusieron 11 Kg. de materia orgánica en cada cubeta, estos fueron por cuadruplicado y finalmente se obtuvo 7.20 Kg. en promedio para el tratamiento (c) y 7.13 Kg. para el tratamiento (b) y la menor cantidad se obtuvo con el tratamiento (a) de 6.96 Kg. (Cuadro 10) sin que se muestre una diferencia estadísticamente significativa con el rendimiento entre estas.

Cuadro 10. Peso de materia orgánica al inicio de los tratamientos y pesos de las compostas al final del proceso.

	Peso de la materia orgánica (Kg.)	Peso de la composta (Kg.)
(a) Testigo	11	6.96
(b) Tratamiento (20 g)	11	7.13
(c) Tratamiento(40 g)	11	7.20

Con respecto a la eficiencia de transformación, el tratamiento (a) presentó mayor eficiencia (86.92%) y el que tuvo menor eficiencia de transformación fue el (c) (84.03%) sin mostrar una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos (Cuadro 11). Se registró que el rendimiento en Kg/m³ fue a la inversa, teniendo que el tratamiento (a) fue menor con 0.53 kg/m³ y el del tratamiento (c) fue mayor el rendimiento con 0.55 Kg/m³ sin ser significativa esta diferencia.

Cuadro 11. Variables de respuestas

Tratamientos	Obtención de composta (semanas)	Eficiencia de transformación %	Rendimiento Kg/m ³	Número final de cochinillas
(a) Testigo	12	86.92	0.53	0
(b) 20 g	10	84.86	0.54	0
(c) 40 g	8	84.03	0.55	0

El tratamiento (b) mostro el porcentaje mayor de humedad en comparación con los otros dos tratamientos, mostrando una diferencia estadísticamente significativa con el tratamiento (c) (Cuadro 12).

Durante el composteo, la humedad de la mezcla debe mantenerse en un rango de 40 a 70%, no se debe rebasar el 70% de humedad, con el objeto de evitar el escurrimiento de líquidos fermentados y la formación de condiciones anaerobias que pudieran generar olores desagradables (NADF-020 AMBT-2011).

Cuadro 12. Porcentaje de humedad (%)

Porcentaje de humedad (%)	
(a) Testigo	43.78
(b) Tratamiento (20 g)	46.7
(c) Tratamiento (40 g)	32.28

10.- Conclusiones

La materia orgánica con cochinilla (*Oniscidea*) acelera el tiempo de la obtención de composta en comparación con la testigo por una diferencia de cuatro semanas.

La composta que tuvo mayor porcentaje de transformación fue el tratamiento (a) con 86.92% y el mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento (c) con 0.55kg/m³.

El porcentaje de humedad fue más alto en el tratamiento (b) 46.7%, mostrando en el análisis estadístico una diferencia significativa en comparación con el tratamiento (c) 32.28%.

En cuanto al número final de cochinillas no se encontró ninguna debido a que en la composta madura, no hubo material orgánico identificable ni organismos.

11. Sugerencias

Utilizar paja en sustitución de pasto seco y poca cantidad de poda de árbol (5 cm) en los materiales composteados, para obtener un mayor porcentaje de rendimiento.

Agregar a los tratamientos de composta una mayor cantidad de cochinilla para acelerar el proceso de degradación de la materia orgánica.

Realizar el cultivo de cochinilla (*Oniscidea*) con anticipación a la preparación de la materia orgánica.

12. Referencias

- Bernance-Pérez, G., Sánchez-Colón, S., Garmendia, A. M., Dávila-Villarreal, A., y Sánchez-Salazar, M. E. (2001). Solid waste characterisation study in the Guadalajara Metropolitan Zone, Mexico. *Waste Management y Research*, 19(5), 413-424.p
- Bono, M. E. Tomás, C. J. (2006). Residuos urbanos y sustentabilidad ambiental. Instituto Mediterráneo para el desarrollo sostenible. España. 240p.
- Bueno, M. (2009). ¿Cómo hacer un buen compost?. Manual de horticultores ecológicos. 5 Ed. 172p.
- Buenrostro, O. Cram, S. Bernance, G. y Bocco, G. (2000). La digestión anaerobia como alternativa de tratamiento a los residuos sólidos orgánicos generados en los mercados municipales. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 16 (1): 19-26p.
- Buenrostro, O. y Rocco, G. (2003). Solid waste management in municipalities in Mexico: goals and perspectives. *Resources, Conservation and Recycling*, 39 (3), 251-263 p.
- Castellanos, R. J. Z. (1980). El estiércol como fuente de nitrógeno. Torreón Coahuila, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias
- Castrillón, Q. O. Bedoya, M. O. y Montoya, M. D. (2006). Efecto del pH sobre el crecimiento de microorganismos durante la etapa de maduración en pilas estáticas de compost. *Producción+ Limpia*, 1(2):87-98p.
- CEAMA. Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente. (2006). Plan de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Gobierno del Estado de Morelos. México. 10p.

- Chimal, T. Delgado, E., Boullard, B. I Martínez, C.Romero, L., Corlay Chee, L. y Calivá Esquivel, J. (1999). Lombricompostaje comparativo de las especies *Eisenia andrei*, *Eisenia foetida* y *Perionyx excavatus* en pulpa de café.[Documentos del simposio]. 1. Simposium Internacional-1. Reunión Nacional Lombricultura y Abonos Orgánicos (No. IICA-F04 1). Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, México, DF (México). Unidad de Identificación y Promoción de Mercados, Chapingo (México). IICA, México, DF (México).
- Cogger, C.G., Sullivan, D.M., Bary, A. y Fransen, S.C. (1999). Nitrógeno la recuperación de los biosólidos secados al calor aplicado a las gramíneas forrajeras. J. Enviro. Qual. 28: 754-759.
- Contreras, L. J. (2003). Generación de residuos sólidos urbanos en el municipio de Victoria Tamaulipas. Tesis Ingeniero en Ciencias Ambientales. UAT.
- Cruz, S. A. M. (2010). La composta como alternativa para la gestión de residuos sólidos municipales en Miahuatlán de Porfirio Díaz, Oaxaca, 2009. Tesis, Universidad de la Sierra Sur.
- Escamilla, P. A. (2010). La composta como alternativa para el aprovechamiento de los residuos orgánicos en México. Centro de Investigación del Ozono. Cuba.
- FAO. (2013). Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina; Román. P. Martínez. M., Pantoja. A; F.A.O; Santiago de Chile
- Jiménez, B. E. (2002). La contaminación ambiental en México. Ed. Limusa, S.A de C.V. México. 453-500p.
- Komilis, D. P. (2004). A kinetic analysis of solid waste composting at optimal conditions. Elsevier Waste Management. 26 (2006): 82-91p.
- López, V. (2010). Composta Casera. El Manual de prácticas para la enseñanza de la horticultura orgánica. Volumen 2. Ed. Orozco Almanza UNAM.

- McKenzie-Mohr, D. (2000). New Ways to Promote Proenvironmental Behavior: Promoting Sustainable Behavior: An Introduction to Community-Based Social Marketing. *Journal of Social Issues*, 56(3) ,543–554.p.
- Mora, R. J. A. (2004). El problema de la basura en la ciudad de México. Adolfo Christileb Ibarrola. Fundación de estudios Urbanos y Metropolitanos. México. 82p.
- Ochoa, S. I. (2013). Curso de compostaje de la UAM: Tipos de compost. Asociación Ferrer i Guardia, Universidad Autónoma de Madrid. España.
- Redman, E. (2013). Advancing educational pedagogy for sustainability: Developing and implementing programs to transform behaviors. *International Journal of Environmental y Science Education*, 8(1) 1-34.p.
- Reza, B. G., Sauri, R. M., Castillo, B. E. y Méndez, N. R. (2006). Aprovechamiento de la composta para la oxidación de metano. *Revista AIDS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*. 1(1): 1-13p.
- Rodríguez, S. M. y Córdova, V. A. (2006). Manual de compostaje municipal. Tratamiento de residuos sólidos urbanos. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE). México. 104p.
- Ruíz, F. J. F. (2011). Ingeniería del Compostaje. México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Saluso A. (2015). Cátedra de Zoología Agrícola. Fac. Ciencias Agropecuarias-UNER. Participante del Proyecto Nacional Desarrollo de Tácticas de Manejo de Plagas Emergentes en Siembra Directa. INTA PARANA.
- Shogo, S. (1999). Técnicas Básicas de Agricultura Orgánica. República Dominicana. 39p.
- Sullivan, D. M., Bary, A., Thomas, D.R., Fransen, S.C. y Cogger, C.G. (2002). Efectos de Alimentos de compost de residuos sobre la eficiencia de fertilizantes N, N disponible y festuca de alto rendimiento. *Ciencia del Suelo*. 66: 154-161

Sztern, D. y Pravia, M. A. (1999). Manual para la elaboración de composta bases conceptuales y procedimientos. Organización panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. 5-22.p.

Tchobanogolus, G., Theisen, H. y Vigil, S. (1994). Gestión integral de residuos sólidos. Madrid: Mc Graw-Hill.

Trejo, V. R. (1996). Procesamiento de la basura urbana. Ed. Trillas, S.A de C.V. México 186-213p.

Truebas, C.S., (1996). Fertilizantes Orgánicos y Composta. En Memorias Agricultura Orgánica: Una Opción Sustentable para el Agro Mexicano. UACH. Texcoco, México. 163p.

PÁGINAS WEB CONSULTADAS

Compostadores. (2014). Sostenibilidad en estado puro. Las cochinillas. <http://www.compostadores.com/h/biodiversidad/las-cochinillas>. (Consultado el 28 de octubre del 2014).

González, S. (2013). Analizan en la UNAM nuevas posibilidades de generar biogás a partir de residuos orgánicos, Boletín UNAM-DGCS-195. http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013_195.html.

Instituto Nacional de Ecología. (2004). Producción de composta doméstica. México. 5-12p. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/499/produccion.html#top>. (Consultado el 20 de octubre del 2014)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2002) Medio Ambiente; Basura. <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/ambiente/basura.aspx?tema=T> (Consultado el 20 de octubre del 2014).

Maldonado. (2014). Productos de la composta. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/laec/maldonado_z_r/capitulo6.pdf. (Consultado el 22 de octubre del 2014)

Mezo, B. (2006). Manual Básico para hacer Compost. Amigos de la Tierra. pp. 1-12. http://www.tierra.org/spip/IMG/pdf/compost_esp_v04.pdf. (Consultado el 20 de octubre del 2014).

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. <http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/images/archivos/sedema/leyes reglamentos/normas/locales/NADF-020-AMBT-2011.pdf>.

Irrazabal, J.D. (2014). http://web.ing.puc.cl/~ing1004/Homeworks/SeresVivos_E3/g34_Juan_Diego_Irrazabal_Oniscidea.pdf http://www.botanical-online.com/animales/cria_cochinilla_humedad.htm. (Consultado el 20 de octubre del 2014).

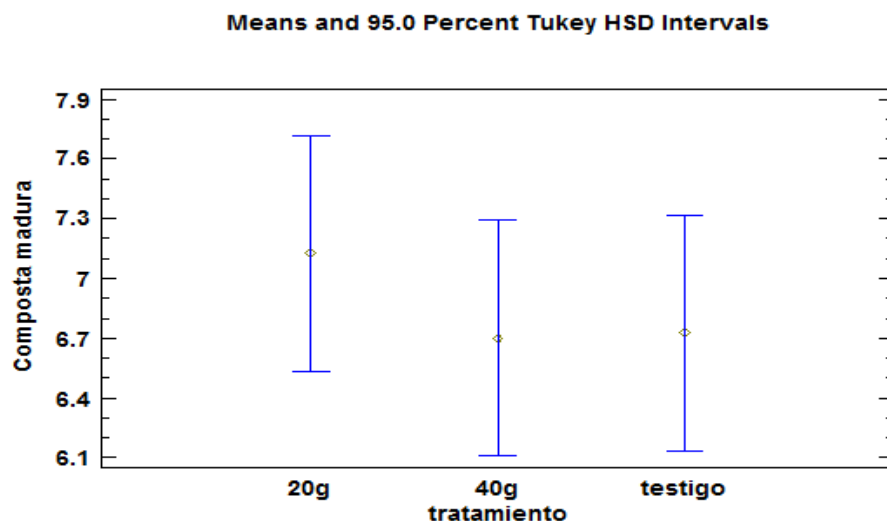
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2012). Manual de elaboración de composta. México. 2-5p. <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrollorural/documents/fichasaapt/elaboraci%C3%B3n%20de%20composta.pdf>. (Consultado el 24 de octubre del 2014)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México. (2008). Informe de la situación del medio ambiente en México. http://www.elecolegista.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=32&Itemid=40. (Consultado el 22 de octubre del 2014)

Zuleta, R; Trejo, D; Lara, L; López, H; Moreira, C; (2006). Los abonos naturales.<http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol19num2/articulos/abonos/>

https://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/eeymar/default_archivos/7.TIPOS%20DE%20COMPOST.pdf (Consultado el 20 de octubre del 2014).

13. Anexo



Múltiples pruebas de gama para Composta madura por tratamiento

Method: 95.0 percent Tukey HSD

Tratamiento	Count	Mean	Homogeneidad por Grupos
40g	4	6.7	X
Testigo	4	6.725	X
20g	4	7.125	X

Contrast	Sig.	Diferencia	+/- Limite
20g - 40g		0.425	1.17616
20g - testigo		0.4	1.17616
40g - testigo		-0.025	1.17616

* denota una diferencia estadísticamente significativa.

Dentro de cada columna, los niveles que contiene x forman un grupo de medios en que allí no hubo diferencias estadísticamente significativas

ANOVA Tabla para Composta madura por tratamiento

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Razón	P-Valor
Between groups	0.455	2	0.2275	0.64	0.5493
Within groups	3.195	9	0.355		
Total (Corr.)	3.65	11			

La Tabla ANOVA descompone la varianza de composta madura en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupo. La razón de F, que en este caso es igual a 0.640845, es una relación entre la estimación entre los grupos a la estimación dentro de grupo. Puesto que el valor P de la prueba de F es mayor o igual a 0,05, no hay una diferencia estadísticamente

significativa entre la media madura de composta de un nivel de tratamiento a otro, con un nivel de confianza de 95,0%.

Prueba de Kruskal-Wallis para Composta madura por tratamiento

<i>tratamiento</i>	<i>Sample Size</i>	<i>Average Rank</i>
20g	4	7.5
40g	4	6.5
testigo	4	5.5

Test statistic = 0.64 P-Valor = 0.726149

La prueba de Kruskal-Wallis pone a prueba la hipótesis nula que las medianas de composta madura dentro de cada uno de los 3 niveles de tratamiento son los mismos. Los datos de todos los niveles son primero combinados y clasificados de menor a mayor. Luego se calcula el rango promedio de los datos en cada nivel. Puesto que el valor P es mayor o igual a 0,05, no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas en el nivel de confianza de 95,0%.

Prueba de mediana de humor para Composta madura de tratamiento

Total n = 12

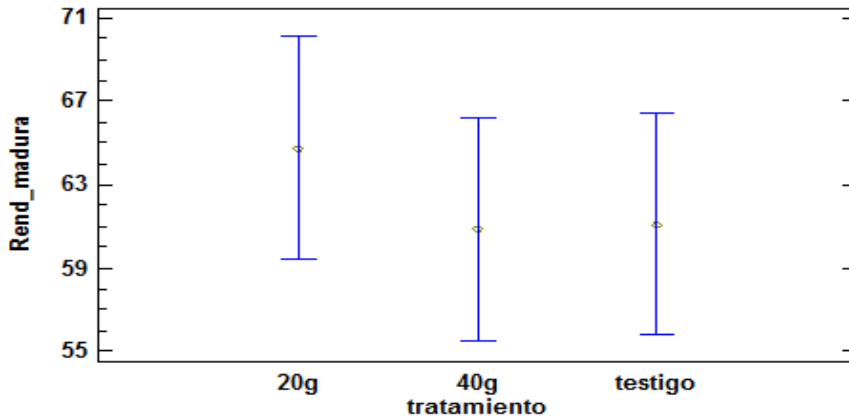
Grand median = 7.0

<i>tratamiento</i>	<i>Sample Size</i>	<i>n<=</i>	<i>n></i>	<i>Median</i>	<i>95.0% lower CL</i>	<i>95.0% upper CL</i>
20g	4	2	2	7.0		
40g	4	3	1	7.0		
testigo	4	4	0	6.95		

Test statistic = 2.66667 P-Value = 0.263597

Prueba mediana del humor pone a prueba la hipótesis de que las medianas de 3 muestras son iguales. Lo hace contando el número de observaciones de cada muestra a ambos lados de la gran mediana, que equivale a 7.0. Puesto que el valor P para la prueba de Chi-cuadrado es mayor o igual a 0,05, las medianas de las muestras no son significativamente diferentes en el nivel de confianza de 95,0%.

Means and 95.0 Percent Tukey HSD Intervals



Múltiples pruebas de gama para Rend_madura por tratamiento

Method: 95.0 percent Tukey HSD

tratamiento	Count	Mean	Homogeneous Groups
40g	4	60.875	X
testigo	4	61.1	X
20g	4	64.75	X

Contrast	Sig.	Difference	+/- Limits
20g - 40g		3.875	10.6775
20g - testigo		3.65	10.6775
40g - testigo		-0.225	10.6775

* denotes a statistically significant difference.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar lo que significa, que es significativamente diferente de las otras. La parte inferior la mitad de la producción muestra la diferencia estimada entre cada par de medios. No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medios en el nivel de confianza de 95,0%. En la parte superior, un grupo homogéneo es identificado por una columna de x, dentro de cada columna, los niveles que contiene x forma un grupo de medias en que allí no hubo diferencias estadísticamente significativas. El método se utiliza actualmente para discriminar entre los medios es procedimiento (HSD) una diferencia honestamente significativa de Tukey. Con este método, hay un riesgo de 5.0% de llamar a uno o más pares significativamente diferentes cuando la diferencia real es igual a 0.

Prueba de mediana de humor para Rend_madura por tratamiento

N total = 12

Gran mediana = 63.6

tratamiento	Sample Size	n<=	n>	Median	95.0% lower CL	95.0% upper CL
20g	4	2	2	63.6		
40g	4	3	1	63.6		
testigo	4	4	0	63.15		

Test statistic = 2.66667 P-Value = 0.263597

Prueba mediana del humor pone a prueba la hipótesis de que las medianas de 3 muestras son iguales. Lo hace contando el número de observaciones de cada muestra a ambos lados de la gran mediana, que equivale a 63,6. Puesto que el valor P para la prueba de Chi-cuadrado es mayor o igual a 0,05, las medianas de las muestras no son significativamente diferentes en el nivel de confianza de 95,0%.

ANOVA Simple - Col_3 por Col_1

Variable dependiente: Col_3 (HUMEDAD)

Resumen Estadístico para Col_3

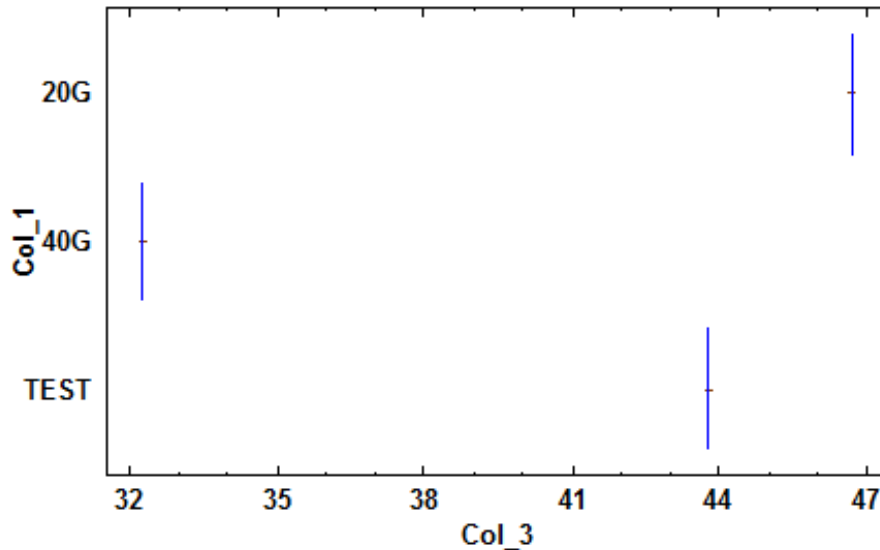
Col_1	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
20G	3	46.7	0	0%	46.7	46.7	0
40G	3	32.28	0	0%	32.28	32.28	0
TEST	3	43.78	0	0%	43.78	43.78	0
Total	9	40.92	6.6022	16.1344%	32.28	46.7	14.42

Col_1	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
20G	-1.73205	
40G		
TEST		
Total	-0.879191	-1.04978

El StatAdvisor

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de Col_3 para cada uno de los 3 niveles de Col_1. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio

Gráfico Caja y Bigotes



Método: 95.0 porcentaje LSD

Col_1	Casos	Media	Grupos Homogéneos
40G	3	32.28	X
TEST	3	43.78	X
20G	3	46.7	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
20G - 40G	*	14.42	0
20G - TEST	*	2.92	0
40G - TEST	*	-11.5	0

* indica una diferencia significativa.

El StatAdvisor

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. En la parte superior de la página, se han identificado 3 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Prueba de Kruskal-Wallis para Col_3 por Col_1

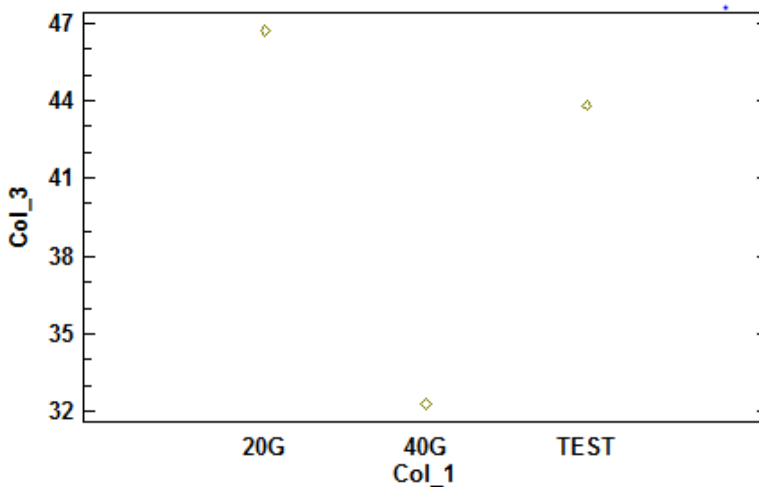
Col_1	Tamaño Muestra	Rango Promedio
20G	3	8.0
40G	3	2.0
TEST	3	5.0

Estadístico = 8.0 Valor-P = 0.0183156

El StatAdvisor

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis de que las medianas de Col_3 dentro de cada uno de los 3 niveles de Col_1 son iguales. Primero se combinan los datos de todos los niveles y se ordenan de menor a mayor. Luego se calcula el rango (rank) promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95.0% de confianza

Gráfico de Medianas



Prueba de la Mediana de Mood para Col_3 por Col_1

Total n = 9

Gran mediana = 43.78

Col_1	Tamaño de Muestra	n<=	n>	Mediana	LC inferior 95.0%	LC superior 95.0%
20G	3	0	3	46.7		
40G	3	3	0	32.28		
TEST	3	3	0	43.78		

Estadístico = 9.0 Valor-P = 0.011109

El StatAdvisor

La prueba de medianas de Mood evalúa la hipótesis de que las medianas de todas las 3 muestras son iguales. Lo hace contando el número de observaciones en cada muestra, a cada lado de la mediana global, la cual es igual a 43.78. Puesto

que el valor-P para la prueba de Chi-cuadrada es menor que 0.05, las medianas de las muestras son significativamente diferentes con un nivel de confianza del 95.0%.

13.1 Método

