

**Producción de lombricompost a base de hojarasca obtenida en la Universidad de  
Cundinamarca seccional Girardot.**

**Cesar Abraham Méndez Garzón**

**Universidad De Cundinamarca**

**Facultad De Ciencias Agropecuarias**

**Programa Ingeniería Ambiental**

**Seccional Girardot**

**2017**

**Producción de lombricompost a base de hojarasca obtenida en la Universidad de  
Cundinamarca seccional Girardot.**

**Cesar Abraham Méndez Garzón**

**Trabajo De Pasantía Para Optar Al Título De Ingeniero Ambiental**

**Director**

**Jorge Andrés Reyes Melo**

**Administrador del Medio Ambiente Especialista en Gerencia en Salud**

**Universidad De Cundinamarca**

**Facultad De Ciencias Agropecuarias**

**Programa Ingeniería Ambiental**

**Seccional Girardot**

**2017**

## **Agradecimientos**

Primordialmente a Dios por acompañarme todos los días de la vida, darme fortaleza, sabiduría y guiarme en la trayectoria de mis estudios universitarios y a mi padre que fue un gran ejemplo y que desde el cielo me apoyo para lograr mis metas.

A toda mi familia en general por creer en mí y en mis capacidades en la que se pudieran sentir orgullosos de poder seguir adelante a pesar de cualquier momento de dificultad que se presentara en el camino a alcanzar mi objetivo.

A mis compañeros y amigos de la universidad Julián Suarez, Felipe Rincón, Alejandro Santamaría, Jimmy Ríos, Juan, Jesús, Harold, Nancy, Angie y Daniela por su gran incondicionalidad, orientación y ayuda en este proceso académico.

A la Universidad de Cundinamarca seccional Girardot por brindarme la oportunidad de realizar las pasantías, al personal de mantenimiento y servicios generarles, al sistema de gestión ambiental por todos sus conocimientos brindados.

A mi tutor Jorge Andrés Reyes Melo, la ingeniera Johana Ruiz, Daniela Flores, Angie Cuevas por motivarme y darme la mano cuando más lo necesitaba. Por otra parte, a los docentes del programa de ingeniería ambiental de la Universidad de Cundinamarca seccional Girardot por sus conocimientos y experiencia en cada uno de sus núcleos temáticos brindados.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de grado primeramente a Dios por permitirme culminar con éxito mi carrera profesional, a mi madre, hermanos, hijos y en especial a mi gran impulsadora mi esposa quien me ha apoyado moral y económicamente haciendo grandes esfuerzos para ayudarme a cumplir mis sueños.

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

## Tabla de contenido

Agradecimientos .....	3
Dedicatoria .....	4
Resumen.....	10
Introducción .....	12
Planteamiento del problema.....	13
Justificación .....	14
Objetivos .....	15
General .....	15
Específicos .....	15
Marco referencial .....	15
Marco Conceptual .....	15
Marco legal .....	17
Marco teórico .....	19
Generalidades.....	19
¿Qué es el lombricompost?.....	19
Origen .....	19
Ventajas.....	20
Beneficios .....	20

Proceso de lombricompost.....	20
Fase 1. Obtención de materia prima.....	20
Fase 2. Selección y acondicionamiento. ....	21
Fase 3. Transformación.....	21
Materia prima.....	21
Tipos de lombrices.....	22
Lombriz roja californiana.....	23
Características de la Eisenia foetida.....	23
Diseño metodológico.....	24
Ubicación.....	24
Población y muestra.....	25
Técnicas o instrumentos para la recolección de datos.....	26
Método de análisis.....	26
Infraestructura y equipos.....	26
Metodología.....	27
Adecuación del terreno.....	27
Preparación del sustrato.....	27
Mezcla del sustrato con las lombrices.....	28
Toma de temperatura.....	29
Recursos.....	29

Humanos .....	29
Físicos, logísticos y/o técnicos.....	29
Económicos.....	30
Resultados y Discusión .....	30
Conclusiones .....	35
Recomendaciones .....	36
Cronograma.....	37
Presupuesto .....	38

## Listado de tablas

Tabla 1. Legislación aplicable a la técnica de lombricompost.....	17
Tabla 2. Materia orgánica recomendada y no recomendada para el proceso de lombricompost .	21
Tabla 3. Clasificación taxonómica de la lombriz roja californiana .....	23
Tabla 4. Materiales utilizados .....	29
Tabla 5. Presupuesto .....	30
Tabla 6. Registro de pesaje bolsas de hojarasca .....	30
Tabla 7. Registro de temperaturas mes de septiembre.....	32
Tabla 8. Registro de temperaturas mes de octubre .....	33
Tabla 9. Registro de condición de humedad. ....	34
Tabla 10. Cronograma .....	37
Tabla 11. Presupuesto. ....	38

## Listado de figuras

Figura 1. Ubicación de Girardot .....	25
Figura 2. Ubicación geográfica Universidad De Cundinamarca Seccional Girardot .....	25
Figura 3. Adecuación del cajón .....	27
Figura 4. Pesaje de hojarasca .....	27
Figura 5. Preparación del sustrato.....	28
Figura 6. Adición de lombrices al sustrato .....	29
Figura 7. Numero de bolsas de hojarasca por 5 semanas del mes de Julio.....	31
Figura 8. Kg de hojarasca por 5 semanas del mes de Julio.....	32
Figura 9. Variación de temperaturas mes de septiembre .....	32
Figura 10. Variación de temperaturas mes de octubre.....	33
Figura 11. Condiciones de humedad.....	35

## **Listado de anexos**

Anexo 1.....	40
Anexo 2.....	42
Anexo 3.....	43

## **Resumen**

El lombricompost es un tipo de abono que se obtiene de la transformación de materia orgánica biodegradable por medio de la lombriz roja californiana, es un proceso biotecnológico que se utiliza para mejorar las características fisicoquímicas de los suelos degradados, además debido a que es un excelente nutriente, ayuda a reducir la erosión, mejora la absorción de agua y de nutrientes por parte de las plantas. La siguiente propuesta tiene como objetivo principal la elaboración de lombricompost aprovechando los residuos vegetales que se generan a diario en la universidad de Cundinamarca seccional Girardot, el cual se llevó a cabo mediante la construcción de un cajón en donde se adicionaron los siguientes materiales: la hojarasca, el estiércol de ganado y la lombriz roja californiana la cual fue el microorganismo más eficaz debido a que aceleró el proceso de compostaje. La metodología utilizada para la ejecución del proyecto fue la siguiente: primero se efectuó la adecuación del cajón para iniciar el proceso, luego se agregaron 3 capas de hojarasca y 3 de estiércol de ganado de manera intercalada y finalmente se adicionaron las lombrices rojas californianas; con el fin de darle seguimiento al proceso se realizó un monitoreo periódico de temperatura y humedad para establecer condiciones ideales para garantizar la efectividad de la técnica utilizada y el sostenimiento de los microorganismos.

## **Introducción**

Con el paso de los años y el aumento de la población a nivel mundial el hombre se ha visto en la necesidad de intervenir áreas que son de suma importancia para mantener el equilibrio del medio ambiente. La tala, la quema y los asentamientos urbanísticos han venido deteriorando la capa del suelo lo que produce la infertilidad dando paso a terrenos áridos, desérticos y erosionables (Naciones Unidas, 2010).

En Colombia los residuos sólidos han ocasionado impactos ambientales negativos debido a su mala disposición y que día tras día va en aumento, todo esto es generado por la falta de cultura y buenos hábitos de los seres humanos (MinSalud & MinAmbiente, 1996). La composición física de los residuos sólidos de nuestro país está constituida en más del 50% por residuos orgánicos; es por esto que con el aprovechamiento de los mismos se disminuirá en gran medida la presión sobre el medio ambiente como soporte de actividades antrópicas; se reincorporarán los nutrientes al ciclo de fertilización del suelo y se frenará el uso de agroquímicos (Jaramillo & Zapata, 2008, pág. 23). La técnica de lombricompost para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, se define como el proceso de transformación de materia orgánica biodegradable por medio de la lombriz roja californiana; dicho proceso se utiliza para mejorar las características fisicoquímicas de suelos degradados, debido a que es un excelente nutriente, ayuda a reducir la erosión, mejora la absorción de agua y de nutrientes por parte de las plantas causando beneficios ambientales, sociales, económicos y de salubridad al entorno (FAO, 2017).

### **Planteamiento del problema**

La gran cantidad de material vegetal que se produce naturalmente de los árboles, puede convertirse en la base prima para la creación de procesos de mejoramiento de suelos degradados, sin embargo, este tipo de técnicas no se tienen en cuenta debido a la falta de conocimiento e interés por nuevas tecnologías. La acumulación de dicho material en la Universidad de Cundinamarca Seccional Girardot, trae consigo un gran número de problemas para la salud pública al convertirse en un foco propagador de vectores, además frecuentemente termina en los desagües y produce taponamientos en los sistemas de alcantarillado que a su vez afectan de manera directa al personal que se ve relacionado con ellas.

La disposición final de hojarasca en relleno sanitario ha sido una práctica utilizada desde tiempos remotos para facilitar el tratamiento de las mismas, sin embargo hoy en día existen técnicas de aprovechamiento que garantizan la disminución de dicha contaminación provocada y se hacen óptimas para desarrollarse dentro del campus universitario.

### **Justificación**

La implementación de estrategias ambientales que contribuyan a la mitigación de impactos a los recursos naturales se llevan a cabo desde diferentes puntos de vista brindando alternativas de mejora a los problemas que se viven a diario; una de ellas es la utilización de materiales que se puedan aprovechar para incluirse en un nuevo proceso, disminuyendo los costos de materia prima y la cantidad de residuos desechados.

Un claro ejemplo es la técnica utilizada por la Comercializadora Internacional Flowers and Sunshine ubicada en la ciudad de Bogotá, la cual mediante un proceso de lombricompost transforma sus residuos vegetales en abono orgánico para posteriormente mejorar las condiciones de sus viveros y de esta manera disminuir costos de adecuación de los mismos (Rozo & Chaparro, 2005, pág. 17).

Con el fin de darle un aprovechamiento a la gran cantidad de material vegetal producido dentro de la universidad de Cundinamarca se implementó un proyecto de lombricompost para ser utilizada en el proceso de recuperación y adecuación de suelos degradados dentro de la institución.

## **Objetivos**

### **General**

Producir lombricompost a base de hojarasca, con el fin de darle un aprovechamiento adecuado a los residuos vegetales generados en la Universidad de Cundinamarca Seccional Girardot.

### **Específicos**

1. Determinar la cantidad de hojarasca producida en la universidad en un tiempo determinado, con el fin de establecer el material a utilizar en el lombricompost.
2. Evaluar los parámetros de temperatura y humedad para determinar si se cumple con las condiciones óptimas para el lombricompost.
3. Formular una guía de apoyo, que contenga los lineamientos básicos para la producción de lombricompost.

## **Marco referencial**

### **Marco Conceptual**

**ABONO:** Sustancia que contiene cantidades apreciables de uno o más de los elementos químicos indispensables para la vida vegetal.

**COMPOST:** Resultado de la descomposición de la materia orgánica por acción de los microorganismos y cuyo producto es de uso en agricultura para fertilizar las plantas.

**COMPOSTAJE:** Proceso de reciclaje que mediante la descomposición biológica recupera la materia orgánica contenida en las basuras y residuos sólidos.

**ESTIÉRCOL:** Desecho animal utilizado como abono. Aporta importantes nutrientes al suelo. Su descomposición sobre el terreno sustrae temporalmente nitrógeno, utilizable por las plantas.

**HOJARASCA:** Hojas o residuos vegetales en proceso de descomposición.

**HUMUS:** Capa formada a base de productos orgánicos. Puede contener un mayor porcentaje de compuestos carbonados y también, nitrogenados. Es muy importante como acondicionador del suelo y abono para las plantas.

**LOMBRICOMPOST:** Las lombrices de tierra son las campeonas del compostaje en la naturaleza; ya que consumen los desperdicios orgánicos, los digieren y lo transforman en un humus rico. Sus excrementos contienen los minerales que requieren los cultivos de una forma aprovechable. Además de acelerar la descomposición, ayudan a la aireación y mezclan los materiales de la pila. La lombriz Roja de California (*Eisenia foetida*) es recomendable para elaborar el lombricompost.

**MACROORGANISMO.** Organismo vivo que habita en el suelo y que puede ser observado a simple vista, incluyen: arañas, lombrices de tierra, roedores, hormigas, escarabajos, babosas, caracoles, etc.

**MICROORGANISMO.** Son plantas y animales microscópicos que habitan el suelo y cumplen la función de descomponer la materia orgánica y liberar los minerales. Entre estos están los hongos, bacterias, actinomicetos, algas, protozoarios, levaduras, nematodos, etc.

## Marco legal

El enfoque que se le ha dado al manejo de los residuos en general, va dirigido a la minimización de todos aquellos impactos que perjudiquen el medio ambiente o algún componente de quienes habitan en él, asegurando así la preservación de generaciones futuras.

A escala nacional, se encuentran leyes, decretos, resoluciones y demás normas que aplicaron al desarrollo de la investigación las cuales serán citadas a continuación:

Tabla 1. Legislación aplicable a la técnica de lombricompost

<b>Legislación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tema referente</b>
<b>Constitución política</b>	Art. 79 toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente sano.	<b>Medio ambiente</b>
<b>Ley 99 de 1993</b>	Fundamentos de la política Ambiental Colombiana.	<b>Medio Ambiente</b>
<b>Ley 9 de 1979</b>	Código Nacional Sanitario el cual se basa en el Saneamiento Ambiental, en la atención a las personas y una vigilancia y Control sanitario.	<b>Residuos Solidos</b>

<b>Decreto 2811 de 1974</b>	Manejo de residuos sólidos.	<b>Residuos Sólidos</b>
<b>Resolución 544 de 1995</b>	Por la cual se establece el reglamento para la producción, elaboración, empaque, importación y comercialización de productos ecológicos.	<b>Prácticas Agrícolas</b>
<b>Resolución 698 DE 2011</b>	Por medio de la cual se establecen los requisitos para el registro de departamentos técnicos de ensayos de eficacia, productores e importadores de bioinsumos de uso agrícola y se dictan otras disposiciones.	<b>Compostaje</b>
<b>Resolución 187 de 2006</b>	Describe los principios, directrices, normatividad y requisitos mínimos que deben cumplir los operadores para la producción primaria, procesamiento, empaçado, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación y comercialización interna de productos obtenidos mediante sistemas de producción agropecuaria ecológica, así como los organismos de control y el sistema de control para dichos productos.	<b>Prácticas Agrícolas</b>

<b>GTC 53-7 de 2000</b>	Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos no peligrosos.	<b>Residuos Solidos</b>
<b>NTC 5167 de 2004</b>	Productos para la industria agrícola, productos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas del suelo.	<b>Compostaje</b>
<b>NTC 5842 de 2012</b>	Bioinsumos para uso agrícola, inoculantes biológicos.	<b>Compostaje</b>

---

Fuente: El autor.

## **Marco teórico**

### **Generalidades**

#### *¿Qué es el lombricompost?*

Es el abono elaborado mediante la descomposición de la materia orgánica realizada por lombrices para acelerar la transformación de desechos orgánicos con la finalidad de generar productos naturales y material rico en microorganismos (SAGARPA, 2014, pág. 1).

#### *Origen*

Según la FAO (2017) debido a los altos costos de los fertilizantes químicos, la fertilización representaba una de las partes más importantes de los gastos de los agricultores. Por esta razón, en la búsqueda de alternativas viables, sostenibles y sustentables que

ayudaran a solucionar esta problemática surge la estrategia del Lombricompost. El origen de la cría intensiva de lombrices rojas californianas se dio a partir de los años 50 en California (Planeta, 2015).

### ***Ventajas***

Según Club Planeta (2015), algunas de las ventajas que ofrece esta técnica es que no se requieren grandes inversiones, espacios, infraestructura ni tiempo; Directa o indirectamente se ayuda a mejorar las condiciones del suelo de manera natural; Para las organizaciones se genera un doble beneficio ya que se eliminan de manera efectiva los residuos orgánicos vegetales y además se produce un abono general que puede ser usado en sus terrenos.

### ***Beneficios***

Incorporación de materia orgánica y microorganismos en suelos y sustratos. Reduce las aplicaciones de fertilización en los cultivos; Mejora las condiciones físicas del suelo tanto en lo referente a la retención de agua como al intercambio de gases por su abundante espacio poroso total; Aporte de nutrientes minerales: macro nutrientes (N, P, K) y micro nutrientes (zinc, hierro, cobre, manganeso, boro, etc.) (Gonzales, 2009)

### ***Proceso de lombricompost***

Según la NTC 5167 (2011), el proceso de compostaje se debe llevar a cabo en tres fases como se enuncian a continuación:

#### ***Fase 1. Obtención de materia prima***

Esta fase se subdivide en dos procesos, la separación en la fuente y la recolección selectiva. En la separación en la fuente se debe clasificar los residuos en el lugar donde se producen, con el fin de seleccionar los materiales aprovechables que serán utilizados

como materia prima. La recolección selectiva va más enfocada a procesos urbanos en los cuales se disponen los residuos por medio de rutas sanitarias establecidas por los prestadores de servicio (gestores externos).

*Fase 2. Selección y acondicionamiento.*

Se efectúa en tres pasos: 1) selección de residuos orgánicos o materia prima; 2) trituración del material y 3) disposición en hileras o pilas.

*Fase 3. Transformación.*

Al estar establecidas las pilas se inicia como tal el lombricompost agregando los microorganismos (lombriz roja californiana) para acelerar el proceso. Se deben realizar una aireación, esta se lleva a cabo por medio de los volteos del material para homogenizar la descomposición; finalmente se produce una maduración de la pila, donde las lombrices se adaptan, se reproducen y realizan el proceso de manera eficaz y efectiva.

***Materia prima***

Se puede utilizar casi cualquier tipo de residuo orgánico biodegradable, pero existen algunos materiales que por sus composiciones dificultan el proceso de lombricompost. Según el Hotel Isla Verde (2017) estos son algunos de las materias primas recomendadas y no recomendadas para el proceso de lombricompost:

Tabla 2. Materia orgánica recomendada y no recomendada para el proceso de lombricompost

Material	Recomendado	Características
Residuos de frutas	Si	En especial el banano
Residuos de Vegetales	Si	

Cítricos	No	Producen acidez a la composición del compost, se recomienda agregar en pequeñas cantidades y trozos Pequeños.
Papel y carton	Si	Son buenos para equilibrar el Balance de carbono/nitrógeno.
Cascaras de huevo	Si	Regular el pH
Hojarasca	Si	Se puede usar en lugar de papel y cartón (cumple la Misma función).
Residuos de café	Si	Promueven la reproducción.
	No	Provocan malos olores
Carnes	No	Foco de proliferación de insectos y malos olores
Estiércol de animales	Si	Facilita la reproducción y establecimiento de los Microorganismos

---

Fuente: Hotel Isla Verde

### ***Tipos de lombrices***

En el mundo existen más de 8500 especies de lombrices, siendo la lombriz de tierra (*Lumbricus terrestris*) las más conocida, pero las especies más utilizadas en la lombricultura que presentan alta capacidad reproductiva, son fáciles de trabajar y tienen una gran

Capacidad de adaptación son la *Eisenia foetida* (coqueta roja) y *Eisenia andrei* (lombriz roja Californiana), especies utilizadas en el 80% de los criaderos a nivel mundial (SAGARPA, 2014, pág. 2).

*Lombriz roja californiana.*

Tabla 3. Clasificación taxonómica de la lombriz roja californiana

Imagen	
Reino	Animal
Filo	Anélidos
Clase	Clitelados
Orden	Oligoquetos
Familia	Lumbricidos
Genero	Eisenia
Especie	<i>Eisenia foetida</i>

Fuente: (Guía de lombricultura, 2011)

*Características de la Eisenia foetida.*

La lombriz *Eisenia foetida* es de color rojo oscuro que respira por medio de su piel, son hermafroditas, copulan semanalmente; cava túneles en el suelo blando y húmedo, succiona o chupa la tierra y digiere de ella las partículas vegetales o animales en descomposición y vuelve a la superficie a expulsar la tierra, convirtiendo este terreno en uno mucho más fértil que el que pueda lograrse con los mejores fertilizantes artificiales. Sus

Excrementos contienen 5 veces más nitrógeno, 7 veces más fósforo, 5 veces más potasio y 2 veces más calcio que el material orgánico que ingirieron (Club Planeta, 2015).

Mide de 6 a 8 cm de largo, de 3 a 5 milímetros de diámetro y pesa hasta aproximadamente 1,4 gramos. No soporta la luz solar, una lombriz expuesta a los rayos del sol muere en unos pocos minutos. Vive aproximadamente unos 4,5 años (Somos Amigos de la Tierra, 2004).

La máxima capacidad de reproducción se alcanza cuando se encuentran entre una temperatura de 14°C a 27°C. Una lombriz adulta y sana puede llegar a tener hasta 1500 crías por año. Se puede decir que un criadero de lombrices puede duplicarse cada 2 o 3 meses (Henríquez & Mora, 2003).

## **Diseño metodológico**

### **Ubicación**

La ciudad de Girardot se encuentra ubicada en el departamento de Cundinamarca, cuenta con un clima tropical caracterizado por altas temperaturas que varían desde los 27,5° C hasta los 35° C. Geográficamente limita al norte con los municipios de Nariño y Tocaima, al sur con el municipio de Flandes y el Río Magdalena, al oeste con el municipio de Nariño, el Río Magdalena y el municipio de Coello y al este con el municipio de Ricaurte y el Río Bogotá (Girardot Cundinamarca, 2011).



## **Técnicas o instrumentos para la recolección de datos**

El pesaje de bolsas de hojarasca se realizó con una balanza digital y los datos recolectados se registraron en el formato de seguimiento (Anexo 1). La toma de datos de la temperatura se realizó con un termómetro de punzón, luego se registraron en el formato de recolección de campo (anexo 2).

## **Método de análisis**

El diseño metodológico que se empleó para este proyecto está definido según Palella & Martins (2006) como no experimental ya que se realizó sin manipular en forma deliberada ninguna variable; Se observaron los hechos tal y como se presentaron en un contexto real y en un tiempo determinado y luego fueron analizados (pag.87). Fue una investigación de campo porque la recolección de los datos se obtuvieron in situ (Arias, 2012).

## **Infraestructura y equipos**

- Terreno para la adecuación del cajón.
- Materia prima: hojarasca y estiércol de ganado
- Macro organismos: Lombriz roja californiana
- Bascula digital
- Termómetro
- Plástico negro
- Pala o Palin
- Barra
- Cinta métrica

## Metodología

### Adecuación del terreno

Se excavó una zanja en forma de “U” de 10 m de largo por 1,50 m de ancho y 1 m de profundidad, con el fin de hacer una recirculación de las lombrices.

Figura 3. Adecuación del cajón



Fuente: El autor.

### Preparación del sustrato

Se recolectó el material vegetal procedente de las instalaciones de la universidad de Cundinamarca seccional Girardot, se pesaron alrededor de 34 bolsas con una báscula digital para un total aproximado de 500 kg de hojarasca.

Figura 4. Pesaje de hojarasca



Fuente: El autor

Se adicionó una capa de 20 cm de hojarasca pesada, el material vegetal se agregó entero sin ningún tratamiento previo; y una capa de 10 cm de estiércol de ganado, se repitió este proceso dos veces más para un total de 6 capas. Al agregar cada capa se fue humedeciendo el material 2 veces por semana sin saturarlo, con el fin de mantener las condiciones óptimas para el establecimiento de los microorganismos. Se dejó que el material se descompusiera naturalmente durante 3 semanas para que pudiera ser digerido adecuadamente por las lombrices. Se realizaron 2 volteos semanales del material para proporcionar la aireación adecuada.

Figura 5. Preparación del sustrato



Fuente: El autor.

### **Mezcla del sustrato con las lombrices**

Se agregaron 2 kilos de lombrices rojas californianas mezcladas con estiércol de ganado, para que acelerarán el proceso de descomposición de la materia orgánica. Se cubrió la pila con plástico negro, pero periódicamente se destapo con el fin de airear el proceso.

Figura 6. Adición de lombrices al sustrato



Fuente: El autor.

### **Toma de temperatura**

La toma de temperatura se realizó los días lunes, miércoles y viernes con un termómetro de punzón, el cual se introducía en el centro de la pila se esperaba alrededor de 5 minutos para obtener el dato que posteriormente era registrado en el formato de campo (Roben, 2002, pág. 34).

### **Recursos**

#### **Humanos**

- Cesar Abraham Méndez. Pasante Universidad de Cundinamarca
- Jorge Andrés Reyes. Asesor Interno. Docente Universidad De Cundinamarca
- Carlos Andrés Cubillos, Asesor Externo. Ingeniero Agrónomo
- Daniela Flórez, Angie Cuevas. Practicantes Universidad de Cundinamarca. Apoyo DGA.

#### **Físicos, logísticos y/o técnicos**

Tabla 4. Materiales utilizados

Materiales	Cantidad
------------	----------

Terreno para la adecuación del cajón	40 m <sup>2</sup>
Hojarasca	500 kg aproximadamente
Lombrices californianas	2 kg
Termómetro	1
Bascula	1
Plástico negro	44 m <sup>2</sup>
Pala o Palin	1
Barra	1
Cinta métrica	1

Fuente: El autor.

### Económicos

Tabla 5. Presupuesto

Materiales	Valor unitario	Valor total
Lombrices californianas	\$ 9.000 x Kg	\$18.000
Plástico negro	\$ 2.000 x m	\$22.000
Total		\$40.000

Fuente: El autor

### Resultados y Discusión

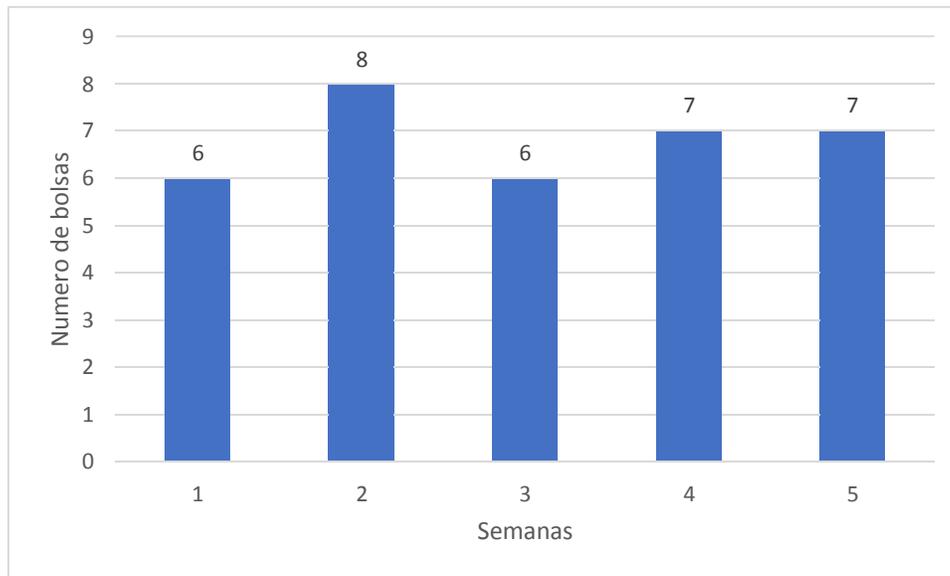
Tabla 6. Registro de pesaje bolsas de hojarasca.

Semana	Numero de bolsas	Peso en kg
1	6	81,4
2	8	115,2
3	6	87

4	7	113,8
5	7	102,6
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>500</b>

Fuente: El autor.

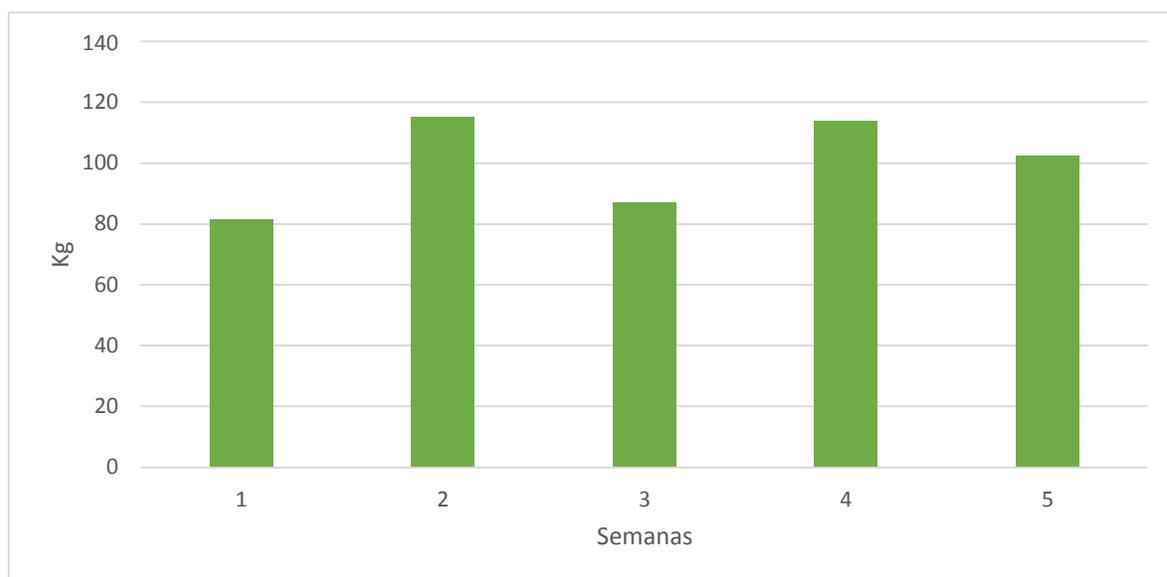
Figura 7. Numero de bolsas de hojarasca por 5 semanas del mes de Julio.



Fuente: El autor.

La cantidad de bolsas recolectadas durante las 5 semanas en promedio fue de 6, por lo que se dedujo que la recolección de hojarasca es constante.

Figura 8. Kg de hojarasca por 5 semanas del mes de Julio.



Fuente: El autor

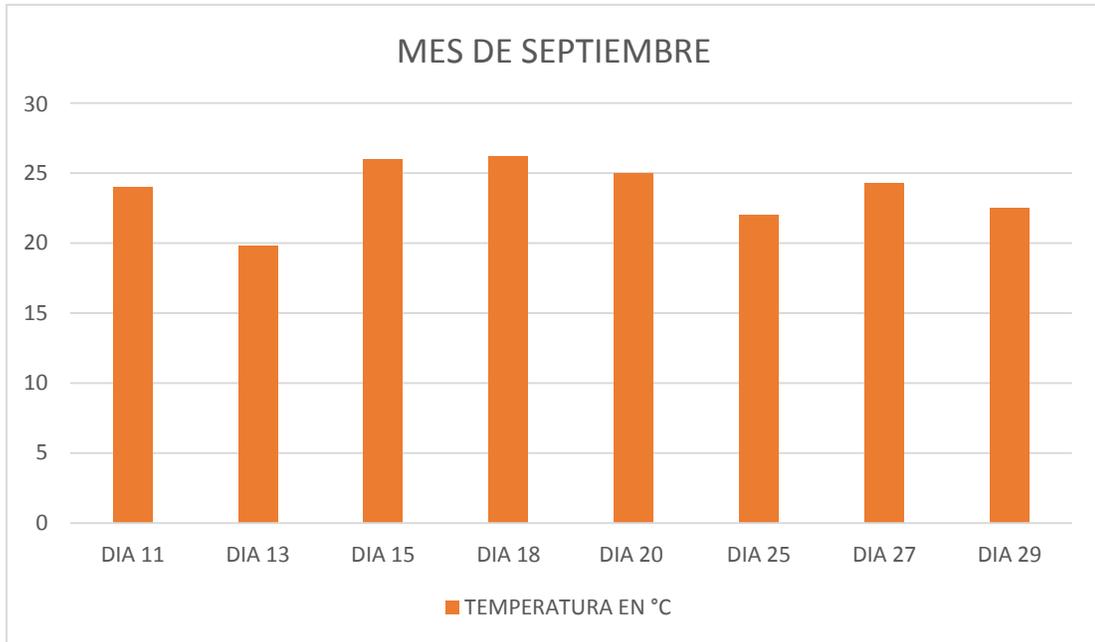
Se realizó el pesaje los días 14, 15 y 16 de agosto de 34 bolsas recolectadas durante 5 semanas y se registró en el anexo 1, se determinó que la cantidad de hojarasca producida en la universidad es de aproximadamente 500 kg al mes.

Tabla 7. Registro de temperaturas mes de septiembre.

Día	Temperatura en °C
11	24
13	19,8
15	26
18	26,2
20	25
25	22
27	24,3
29	22,5

Fuente: El Autor.

Figura 9. Variación de temperaturas mes de septiembre.



Fuente: El autor.

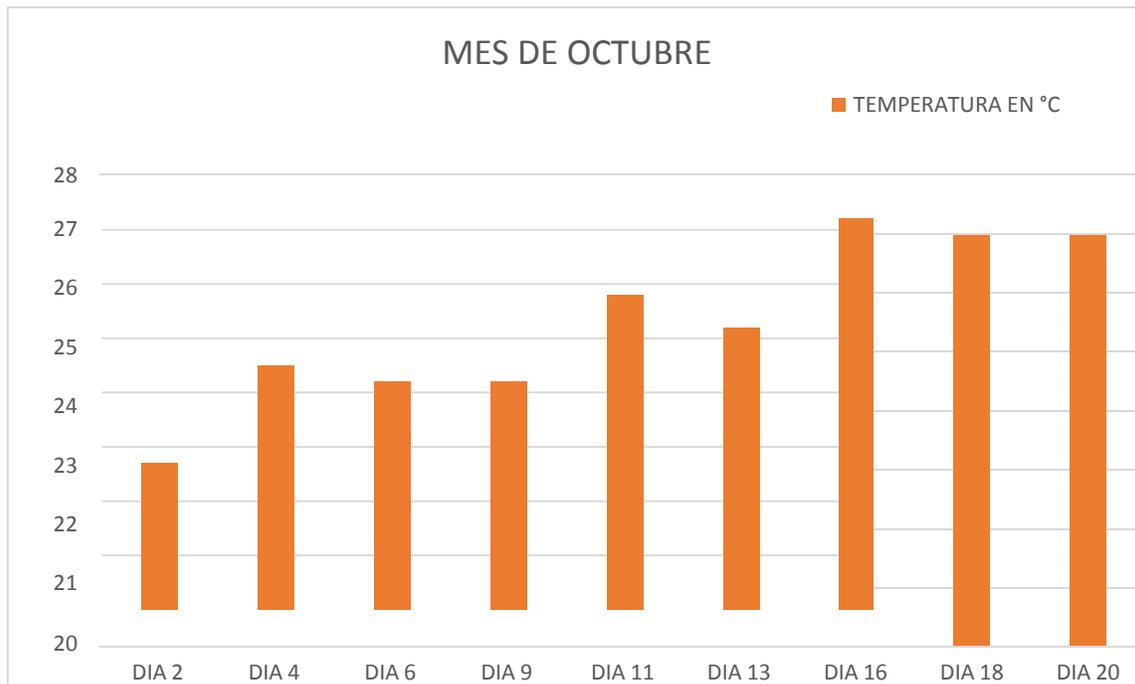
Se realizaron 8 mediciones de temperatura en el mes de septiembre, los días lunes, miércoles y viernes; el promedio de temperatura obtenido fue de 23,7 °C; lo que permitió determinar que las lombrices podrían adaptarse al sustrato porque este les proporcionaba las condiciones necesarias.

Tabla 8. Registro de temperaturas mes de octubre.

Día	Temperatura °C
2	22,7
4	24,5
6	24,2
9	24,2
11	25,8
13	25,2
16	27,2
18	27
20	26,8

Fuente: El autor

Figura 10. Variación de temperaturas mes de octubre.



Fuente: El autor.

Se realizaron 9 mediciones de temperatura en el mes de octubre, los días lunes, miércoles y viernes; el promedio de temperatura obtenido fue de 25,4 °C.

Tabla 9. Registro de condición de humedad.

Medición	Buena	Mala
Nº de veces	11	6

Fuente: El autor.

Para la determinación de la humedad, se siguieron los lineamientos establecidos en la guía (Composta dores, 2017) la cual determinó una prueba in situ que consistió en tomar una porción de material compostado y hacer presión para determinar su consistencia y de este modo establecer las condiciones de humedad en que se encontraba el sustrato.

Si el material al ser presionado gotea menos de 10 gotas en 1 minuto su humedad es del 85-90%, se dice que hay exceso de humedad, pero si por el contrario se desboronaba, el compostaje necesitaba ser humedecido y tendría un nivel <70% (ManualdeLombricultura.com, 2006). Finalmente, cabe resaltar que si el sustrato permanecía compactado, se encontraba en las condiciones adecuadas para el desarrollo del proceso en general y contenía una humedad del 70-80%.

Figura 11. Condiciones de humedad.



Fuente: El autor.

### Conclusiones

La cantidad de hojarasca recolectada durante el mes de Julio y una semana de agosto generó un total de aproximadamente 500 kg, distribuidos en 34 bolsas.

De las 17 veces que se tomó el registro de humedad que presentaba el Lombricompost, el 62% estaba en condiciones buenas con una humedad del 70-80%, lo que facilitaba la ingestión de la lombriz y proporcionaba las condiciones necesarias para su adaptación. Además el promedio de temperatura obtenido fue de 23,7 °C; lo que permitió

Determinar que las lombrices podrían adaptarse al sustrato porque este les proporcionaba las condiciones necesarias.

La utilización de la hojarasca como materia prima para la obtención de abono orgánico, es una estrategia de aprovechamiento que minimiza los residuos desechados a relleno sanitario y los costos para el tratamiento de los suelos degradados.

Las prácticas agrícolas dentro del campus Universitario incentivan a la comunidad Udecina a seguir desarrollando investigaciones y técnicas de aprovechamiento de residuos sólidos.

Los monitoreos periódicos sirvieron como una herramienta base para la identificación de posibles problemas al momento de haber un cambio en las condiciones óptimas en que debía estar el material.

### **Recomendaciones**

Se recomienda triturar el material, en este caso la hojarasca con el fin de acelerar el proceso de descomposición de los microorganismos.

La Universidad de Cundinamarca no cuenta con herramientas avanzadas para el desarrollo de este tipo de investigaciones.

El lombricompost debe cumplir con los parámetros establecidos por la guía propuesta, para permitir la adaptación de las lombrices al sustrato y facilitar la producción de abono.

Se recomienda realizar un estudio de efectividad al momento de realizar la selección del material inocuo y la metodología utilizada, eligiendo la que más se adecue a las condiciones del medio en el que se desarrolla el proyecto.

El producto final, es decir el abono orgánico puede utilizarse para el tratamiento de los suelos degradados y la adecuación de superficies seleccionadas para cultivo de especies arbóreas dentro del Campus Universitario.

### Cronograma

Tabla 10. Cronograma

Meses	Agosto				Septiembre				Octubre			
Actividades realizadas	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Adecuación del terreno		X										
Pesaje y segregación de la hojarasca			X									
Aplicación de estiércol de ganado				X								
Aplicación del microorganismo (lombriz californiana)							X					
Monitoreo							X	X	X	X	X	

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: El autor.

### Presupuesto

Tabla 11. Presupuesto.

Materiales	Valor unitario	Valor total
Lombrices californianas	\$ 9.000 x Kg	\$18.000
Plástico negro	\$ 2.000 x m	\$22.000
Total		\$40.000

Fuente: El autor.

### Bibliografía

Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*.

Caracas: EPISTEME C.A.

Club Planeta. (13 de Noviembre de 2015). *La lombriz y sus características*. Obtenido de

[http://www.trabajo.com.mx/la\\_lombriz\\_y\\_sus\\_caracteristicas.htm](http://www.trabajo.com.mx/la_lombriz_y_sus_caracteristicas.htm)

COMpostadores. (2017). *Compostadores, Sostenibilidad en Estado Puro*.

FAO. (09 de Septiembre de 2017). *Depósito de documentos de la FAO*. Obtenido de Ecología y

enseñanza rural: <http://www.fao.org/docrep/006/W1309S/w1309s04.htm>

Girardot Cundinamarca. (27 de Octubre de 2011). *Girardot*. Obtenido de Clima:

<http://gcundinamarca.blogspot.com.co/2011/10/clima.html>

Gonzales, D. (2009). Beneficios del lombricompost. Informe frutihortícola. *Infofrut*, 2.

*Guía de lombricultura*. (3 de Octubre de 2011). Obtenido de una alternativa de producción:

<https://guiadelombricultura.wordpress.com/2011/10/03/taxonomia/>

Henríquez, C., & Mora, L. (2003). *Produciendo abono de lombriz*. . Costa rica: ACCS.

Hotel Isla Verde. (9 de Septiembre de 2017). *Isla Verde*. Obtenido de Lombricompost:

<http://islaverdeatitlan.com/uncategorized/lombricompost/>

ICONTEC. (2011). *NTC 5167. Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo*. Bogotá:

ICONTEC.

Jaramillo, G., & Zapata, L. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Medellín: Universidad de Antioquia.

ManualdeLombricultura.com. (2006).

Min Salud, & Min Ambiente. (Abril de 1996). *Biblioteca Virtual De Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental*. Obtenido de

<http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/analisis/colombia/colombia6.html>

Naciones Unidas. (2010). *Naciones Unidas*. Obtenido de

[http://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/Presentation%20by%20Govt%20of%20Bolivia%20\(Spanish\).pdf](http://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/Presentation%20by%20Govt%20of%20Bolivia%20(Spanish).pdf)

Palella, S., & Martins, F. (2006). *Metodologia de la investigacion cualitativa*. Caracas Venezuela: FEDUPEL.

Planeta, C. (29 de marzo de 2015). *La lombricultura y sus ventajas*. Obtenido de

[http://www.trabajo.com.mx/la\\_lombricultura\\_y\\_sus\\_ventajas.htm](http://www.trabajo.com.mx/la_lombricultura_y_sus_ventajas.htm)

Roben, E. (3 de octubre de 2002). *Manual de compostaje para municipios*. Loja Ecuador: DED  
ilustre municipalidad de Loja.

Rozo, A., & Chaparro, R. (2005). *Implementacion de un sistema de manejo de residuos vegetales de floricultura, para obtencion de lombricompuesto en una empresa comercializadora de flores de Bogota DC*. Bogota: Universidad la Salle.

SAGARPA. (2014). *Lombricultura*. Mexico.

Somos Amigos de la Tierra. (2004). *El suelo*. Obtenido de Características de la lombriz roja californiana: [https://www.somosamigosdelatierra.org/04\\_suelo/lombrices/lombri5.html](https://www.somosamigosdelatierra.org/04_suelo/lombrices/lombri5.html)

Urrutia, H. (27 de Febrero de 2011). *Fertilizantes*. Obtenido de Lombricompost:  
<https://fertilizantes.wordpress.com/2011/02/27/lombricompost/>

## Anexo 1

Formato de control de condiciones físicas del lombricompost		
Responsable: Cesar Abraham Méndez Garzón		Cargo: Pasante UDEC
Semana	Numero de bolsas	Peso en kg
1	6	81,4
2	8	115,2
3	6	87
4	7	113,8
5	7	102,6
Total	34	500

## Anexo 2

FORMATO DE CONTROL DE CONDICIONES FÍSICAS DEL LOMBRICOMPOST				
RESPONSABLE: CESAR ABRAHAM MÉNDEZ GARZÓN			CARGO: PASANTE UDEC	
FECHA		TEMPERATURA	HUMEDAD	
DÍA	MES		BUENA	MALA
11	SEPTIEMBRE	24 °C	X	
13		19,8 °C	X	
15		26 °C		X
18		26,2 °C		X
20		25 °C		X
25		22 °C	X	
27		24,3 °C	X	
29		22,5 °C	X	

### Anexo 3

<b>FORMATO DE CONTROL DE CONDICIONES FÍSICAS DEL LOMBRICOMPOST</b>				
<b>RESPONSABLE: CESAR ABRAHAM MÉNDEZ GARZÓN</b>			<b>CARGO: PASANTE UDEC</b>	
<b>FECHA</b>		<b>TEMPERATURA</b>	<b>HUMEDAD</b>	
<b>DÍA</b>	<b>MES</b>		<b>BUENA</b>	<b>MALA</b>
2	OCTUBRE	22,7 °C	X	
4		24,5 °C	X	
6		24,2 °C	X	
9		24,2 °C	X	
11		25,8 °C	X	
13		25,2 °C	X	
16		27,2 °C		X
18		27 °C		X
20		26,8 °C		X

## **Producto final**

### **“GUÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPOST A BASE DE HOJARASCA”**

#### **PROPÓSITO**

Esta guía tiene como objetivo brindar los lineamientos básicos para la producción de lombricompost a base de hojarasca, para dar un aprovechamiento a este material vegetal y por ende disminuir la cantidad de residuos que se disponen finalmente a relleno sanitario.

#### **ALCANCE**

Aplica para todo el personal interesado en la producción de lombricompost a base de hojarasca, que busquen una alternativa natural para el mejoramiento de suelos degradados.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. Caracas: EPISTEME C.A.

Club Planeta. (13 de Noviembre de 2015). *La lombriz y sus características*. Obtenido de [http://www.trabajo.com.mx/la\\_lombriz\\_y\\_sus\\_caracteristicas.htm](http://www.trabajo.com.mx/la_lombriz_y_sus_caracteristicas.htm)

Composta dores. (2017). *Composta dores, Sostenibilidad en Estado Puro*.

FAO. (09 de Septiembre de 2017). *Depósito de documentos de la FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/006/W1309S/w1309s04.htm>

Girardot Cundinamarca. (27 de Octubre de 2011). *Girardot*. Obtenido de <http://gcundinamarca.blogspot.com.co/2011/10/clima.html>

Gonzales, D. (2009). Beneficios del lombricompost. Informe frutihortícola. *Infofrut*, 2.

*Guía de lombricultura*. (3 de Octubre de 2011). Obtenido de una alternativa de producción: <https://guiadelombricultura.wordpress.com/2011/10/03/taxonomia/>

Henríquez, C., & Mora, L. (2003). *Produciendo abono de lombriz*. . Costa rica: ACCS.

Hotel Isla Verde. (9 de Septiembre de 2017). *Isla Verde*. Obtenido de Lombricompost: <http://islaverdeatitlan.com/uncategorized/lombricompost/>

ICONTEC. (2011). *NTC 5167. Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo*. Bogotá: ICONTEC.

Jaramillo, G., & Zapata, L. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Medellín: Universidad de Antioquia.

ManualdeLombricultura.com. (2006).

Min Salud, & Min Ambiente. (Abril de 1996). *Biblioteca Virtual De Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/analisis/colombia/colombia6.html>

Naciones Unidas. (2010). *Naciones Unidas*. Obtenido de [http://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/Presentation%20by%20Govt%20of%20Bolivia%20\(Spanish\).pdf](http://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/Presentation%20by%20Govt%20of%20Bolivia%20(Spanish).pdf)

Palella, S., & Martins, F. (2006). *Metodología de la investigación cualitativa*. Caracas Venezuela: FEDUPEL.

Planeta, C. (29 de marzo de 2015). *La lombricultura y sus ventajas*. Obtenido de [http://www.trabajo.com.mx/la\\_lombricultura\\_y\\_sus\\_ventajas.htm](http://www.trabajo.com.mx/la_lombricultura_y_sus_ventajas.htm)

Roben, E. (3 de octubre de 2002). *Manual de compostaje para municipios*. Loja Ecuador: DED ilustre municipalidad de Loja.

Rozo, A., & Chaparro, R. (2005). *Implementación de un sistema de manejo de residuos vegetales de floricultura, para obtención de lombricompost en una empresa comercializadora de flores de Bogotá DC*. Bogotá: Universidad la Salle.

SAGARPA. (2014). *Lombricultura*. México.

Somos Amigos de la Tierra. (2004). *El suelo*. Obtenido de Características de la lombriz roja californiana: [https://www.somosamigosdelatierra.org/04\\_suelo/lombrices/lombri5.html](https://www.somosamigosdelatierra.org/04_suelo/lombrices/lombri5.html)

Urrutia, H. (27 de Febrero de 2011). *Fertilizantes*. Obtenido de Lombricompost: <https://fertilizantes.wordpress.com/2011/02/27/lombricompost/>

## DEFINICIONES

**ABONO:** Sustancia que contiene cantidades apreciables de uno o más de los elementos químicos indispensables para la vida vegetal.

**COMPOST:** Resultado de la descomposición de la materia orgánica por acción los microorganismos y cuyo producto es de uso en agricultura para fertilizar las plantas.

**COMPOSTAJE:** Proceso de reciclaje que mediante la descomposición biológica recupera la materia orgánica contenida en las basuras y residuos sólidos.

**ESTIÉRCOL:** Desecho animal utilizado como abono. Aporta importantes nutrientes al suelo. Su descomposición sobre el terreno sustrae temporalmente nitrógeno, utilizable por las plantas.

**HOJARASCA:** Hojas o residuos vegetales en proceso de descomposición.

**HUMUS:** Capa formada a base de productos orgánicos. Puede contener un mayor porcentaje de compuestos carbonados y también, nitrogenados. Es muy importante como acondicionador del suelo y abono para las plantas.

**LOMBRICOMPOST:** Las lombrices de tierra son las campeonas del compostaje en la naturaleza; ya que consumen los desperdicios orgánicos, los digieren y lo transforman en un humus rico. Sus excrementos contienen los minerales que requieren los cultivos de una forma aprovechable. Además de acelerar la descomposición, ayudan a la aireación y mezclan los materiales de la pila. La lombriz Roja de California (*Eisenia foetida*) es recomendable para elaborar el lombricompost.

**MACROORGANISMO:** Organismo vivo que habita en el suelo y que puede ser observado a simple vista, incluyen: arañas, lombrices de tierra, roedores, hormigas, escarabajos, babosas, caracoles, etc.

**MICROORGANISMO:** Son plantas y animales microscópicos que habitan el suelo y cumplen la función de descomponer la materia orgánica y liberar los minerales. Entre estos están los hongos, bacterias, actinomicetos, algas, protozoarios, levaduras, nematodos, etc.

## **RECOMENDACIONES**

- Ubicar el lombricompost a la sombra.
- Triturar el material, en este caso la hojarasca con el fin de acelerar el proceso de descomposición de los microorganismos.
- El lombricompost debe cumplir con los parámetros establecidos por la guía propuesta, para permitir la adaptación de las lombrices al sustrato y facilitar la producción de abono.
- Realizar un estudio de efectividad al momento de realizar la selección del material inocuo y la metodología utilizada, eligiendo la que más se adecue a las condiciones del medio en el que se desarrolla el proyecto.
- El producto final, es decir el abono orgánico puede utilizarse para el tratamiento de los suelos degradados y la adecuación de superficies seleccionadas para cultivo de especies arbóreas dentro del Campus Universitario.

## **MATERIALES**

- Hojarasca
- Lombriz roja californiana
- Pala o Palin
- Barra

- Termómetro
- Cinta métrica
- Rastrillo
- Polisombra (opcional)
- Agua
- Manguera o botellas plásticas
- Estiércol
- EPP

## **CONTENIDO**

### **1. ADECUACIÓN DEL TERRENO**

Excavar una zanja en forma de “U” de 10 m de largo por 1,50 m de ancho y 1 m de profundidad, con el fin de hacer una recirculación de las lombrices.

### **2. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO**

- Recolectar y pesar el material vegetal que se va a utilizar como base (aproximadamente 500 kg de hojarasca).
- Adicionar una capa de 20 cm de hojarasca pesada y una capa de 10 cm de estiércol de ganado, repetir este proceso dos veces más para un total de 6 capas.
- Al agregar cada capa se debe humedecer el material 2 veces por semana sin saturarlo, con el fin de mantener las condiciones óptimas para el establecimiento de los microorganismos.
- Si la hojarasca no tiene un tratamiento previo de trituración se debe dejar que el material se descomponga naturalmente durante 3 semanas para que pudiera ser digerido adecuadamente por las lombrices.
- Realizar 2 volteos semanales del material para proporcionar la aireación adecuada.

### **3. MEZCLA DEL SUSTRATO CON LAS LOMBRICES**

- Agregar 2 kilos de lombrices rojas californianas mezcladas con estiércol de ganado, quienes acelerarán el proceso de descomposición de la materia orgánica.
- Cubrir la pila con plástico negro, pero periódicamente se destapo con el fin de airear el proceso.

#### 4. TOMA DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

- La toma de temperatura se debe realizar día de por medio con un termómetro de punzón.
- Introducir en el centro de la pila el termómetro, esperar alrededor de 5 minutos para obtener el dato que posteriormente se debe registrar en un formato.
- La toma de humedad se debe realizar una vez por semana manualmente
- Se toma una muestra del lombricompost con la mano y se aprieta con fuerza media. La humedad resultante es:

- La masa apretada no toma la forma del puño cerrado y no gotea, luego la humedad es < 70%. (= HAY QUE REGAR)
- La masa apretada toma la forma del puño cerrado y no gotea, luego la humedad es de un 70 – 80% (= NO REGAR)
- La masa apretada toma la forma del puño cerrado y gotea menos de 10 gotas en 1 minuto, luego la humedad es de un 85 – 90% (NO REGAR Y PELIGRO PARA LAS LOMBRICES)
- La masa apretada toma la forma del puño cerrado y gotea más de 10 gotas en 1 minuto, luego la humedad es > de 95% (NO REGAR Y PELIGRO PARA LAS LOMBRICES).

#### 5. RIEGO MANUAL

- Realizarlo con una manguera de manera que se humedezca completamente el material del lombricompost.
- También se pueden utilizar botellas llenas de agua y en posición invertida clavadas unos centímetros sobre el lombricompost.