



GUÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE
LOMBRICOMPOST

Con subproductos de café
y lombriz *Eisenia foetida*



ANACAFÉ
GUATEMALA

GUÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE
LOMBRICOMPOST
Con subproductos de café y lombriz *Eisenia foetida*



Ingeniera Agrónoma Yesenia Navarro
Especialista en Café Orgánico y Certificaciones
Centro de Investigaciones en Café -Cedicafé-
Anacafé

Primera Edición
Julio 2023

En Anacafé no hacemos diferencias entre hombres y mujeres, sin embargo, para facilitar la lectura de este documento, utilizamos el masculino genérico clásico para referirnos a todos los individuos, sin distinción de sexo.

ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ
JUNTA DIRECTIVA
2022/2023

PRESIDENTE
José Tulio González Escamilla

VICEPRESIDENTE
Andrés Ricardo Destarac Bardales

DIRECTORES PROPIETARIOS

Guillermo Sánchez Ayau
Gerardo Flores Castañeda
Francisco Adolfo Quezada Montenegro
Teodoro Engelhardt Ortega
Marco Antonio Az Alonzo
Juan Roberto García Portillo
Samy López García
Guadalupe Alberto Reyes Aguilar

DIRECTORES SUPLENTE

Adolfo Boppel Archila
Jovita Castillo de Ortiz
Pedro Echeverría Falla
Karl Heinrich Ufer Gil
Juan Carlos Estévez Calderón
Gunter Rafael Herman Castillo
German Esteban Ramírez
Emilio de León Ventura
Ciriaco Pirique Raguay
Gabriela Delgado Stubbs

Luisa Fernanda Correa Mancía

Secretaria de Junta Directiva y Gerente General

Presentación

La Asociación Nacional del Café -Anacafé-, con el objetivo de proveer información actualizada para la implementación de técnicas enfocadas en la producción sostenible del café en Guatemala, pone a su disposición la **Guía para la producción de lombricompost** utilizando los subproductos de la agroindustria del café, mediante el manejo de la lombriz *Eisenia foetida*.

Es importante que el caficultor se motive a producir abono orgánico en su unidad productiva, ya sea para su uso en los programas de nutrición en almácigos y plantaciones adultas de café o como una fuente de diversificación de ingresos a través de la comercialización del abono y venta de pie de cría de lombrices.

La guía aporta información para el manejo de la lombriz “coqueta roja” *Eisenia foetida* y aporta 3 propuestas para el tamaño del proyecto implementado de acuerdo con los volúmenes generados de subproductos, producción familiar, semi industrial e industrial, siendo siempre una valiosa opción económica y ecológica.

CONTENIDO

Introducción	8
Subproductos del proceso agroindustrial del café y su importancia económica	9
Definiciones	10
Sobre la lombriz.....	11
Planificación para la producción.....	12
1. Infraestructura para crianza de lombriz	13
1.1 Tamaño de instalaciones	14
1.2 Condiciones generales de infraestructura	14
Ubicación y accesos.....	14
Área de preparación del sustrato alimenticio	15
Infraestructura para lechos o pilas para producir lombricompost	15
Diseño y cuantificación de materiales para pilas de producción de lombricompost	16
2. Preparación del sustrato alimenticio de las lombrices	17
2.1 Materiales que pueden utilizarse como sustrato alimenticio.....	18

2.2 Semi compostaje previo del sustrato alimenticio.....	19
2.3 Factores que inciden en el proceso biológico del semi-compostaje del sustrato alimenticio para la lombriz	19
2.4 Siembra de lombriz y manejo de camas para generación de lombricompost	21
2.5 Alimentación de las lombrices y labores de manejo de las camas de producción de lombricompost.....	23
2.6 Plagas y enfermedades que pueden afectar a las lombrices	24
2.7 Cosecha, almacenamiento y rendimientos de lombricompost	24
2.8 Registros de la operación de producción de lombricompost	25
3. Uso del lombricompost y lixiviados para los programas de nutrición del cafeto	26
3.1 Experiencias de uso	27
3.2 Época de aplicación	28
3.3 Uso de Lixiviados	28
3.4 Ventajas y desventajas de la producción de lombricompost	28
Anexos.....	30
Bibliografía	38



Introducción

La crianza de lombrices empleando los subproductos del café como pulpa, mucílago, cascabillo u hojas de podas, es una alternativa práctica y económica para obtener abono con excelentes características físicas y químicas, ya que aporta al suelo fertilidad, mejora la estructura, aireación, retención de agua y nutrientes, generando la sostenibilidad y rentabilidad de la empresa cafetalera. También se aprovechan los lixiviados generados en la producción del lombricompost y una fuente de ingresos por la venta de pie de cría de lombrices.

La presente guía tiene como objetivo brindar al caficultor una herramienta que le permita implementar un lombricario para la producción de lombricompost y su uso en los programas de nutrición en almácigos y plantaciones adultas de café.

La guía aporta información básica sobre la lombriz “coqueta roja” *Eisenia foetida*, así como los procesos para su reproducción, construcción de las instalaciones y costos.

La producción e implementación de lombricompost en los programas de nutrición representa para la empresa cafetalera una valiosa opción económica y ecológica.

Subproductos del proceso agroindustrial del café y su importancia económica

Una estimación económica de la importancia del uso eficiente de los subproductos del café indica de manera general, que el rendimiento del café arábico maduro representa el 100% del costo, el cual se fracciona en un 40% de pulpa, 18 a 20% de mucílago y un 5% corresponde al cascabillo. Con estos datos, se establece que alrededor del 65% del costo de producción de un saco de café maduro forma parte de los subproductos, razón por la que la empresa cafetalera los debe de aprovechar de manera eficiente e implementar estrategias de economía circular.

La conversión de los subproductos del café en fertilizante orgánico, potencializan el manejo del recurso suelo, devolviéndole sus niveles de fertilidad a través de la acción regeneradora de los microorganismos que este contiene.

En 100 libras de café arábico maduro en promedio representa:

- **40 lb de pulpa**
- **18 a 20 lb de mucílago**
- **5 lb de cascarilla o cascabillo**

65% de la producción de café maduro queda en subproductos como pulpa, mucílago y cascarilla, que debe aprovecharse por la empresa cafetalera.

Manual del beneficiado húmedo del café, 2005

Definiciones

Anélidos: del filo Annelida, de más de 10,000 especies. Son organismos invertebrados, que presentan simetría bilateral, compuesto de segmentos divididos por anillos. Aunque la mayoría son acuáticos también ocupan ambientes terrestres.

Cocones: Huevecillos de las lombrices.

Compostaje: es un proceso biológico y aeróbico, comúnmente usado para la degradación de la materia orgánica. Con la ayuda de los microorganismos promueven la mineralización de materiales de carbono o nitrógeno, la liberación de CO₂ y la producción de formas estables de C como sustancias húmicas que tienen la finalidad de potenciar la fertilidad natural del suelo.

Compost: producto orgánico, estabilizado y sanitizado que puede ser utilizado como enmienda del suelo o como medio para el desarrollo vegetal obtenido a partir de un proceso de compostaje.

Eclósión: acción de nacer o brotar de un ser vivo después de romper la envoltura que lo contenía.

Hermafrodita: que posee los dos sexos en el mismo individuo.

Lombricario: estructura que tiene como finalidad la producción de compost mediante un proceso realizado por las lombrices al ser alimentadas con material orgánico. Pueden ser en forma de pilas, cajones, tanques y de diferentes materiales como cemento, madera, bambú.

Lombricultura: Es la crianza y manejo de lombrices.

Lombricomposta o lombricompost: Abono orgánico obtenido de la crianza y manejo de las lombrices a través del consumo de sustrato y defecación de estas.

Mineralización: Es la transformación de la materia orgánica del suelo a través de un proceso que conduce a la formación de sales minerales, en las que los elementos fertilizantes son asimilables para las plantas.

Purín o lixiviados: líquido resultante de la fermentación del estiércol de la lombriz.

Sustrato: medio en el que se desarrolla una planta o un animal.

Sobre la lombriz

Se tiene conocimiento que la lombriz empezó su evolución hace 700 millones de años, alcanzando su forma actual hace 500 millones de años. Desde la Antigua Grecia, Aristóteles (322-384 A.C.) manifestó que las lombrices eran los intestinos del suelo y que contribuirían a la fertilidad de éste (Pineda, 2006).

Entre 1707 - 1773 Carl Von Linneo en su “sistema natural” (1758) mencionó por primera vez la especie de lombriz: *Lumbricus terrestris*. (Pineda, 2006). Más adelante, se inició la domesticación de las lombrices y como cultivo, los primeros proyectos se iniciaron en Norteamérica, en donde se criaron para fines comerciales suministrando lombrices a tiendas de caza y pesca.

Ya por los años 80 se escuchaba del híbrido *Eisenia foetida* Sav., conocida como lombriz roja californiana (Pineda, 2006).

En la actualidad se han trabajado varias especies de lombriz en explotaciones comerciales, pertenecientes a la clase Oligochaeta o lombrices de tierra, entre ellas:)

Familia	Género	Especie
Megascolecidae	<i>Eodrilus</i>	<i>Eugeniae</i>
	<i>Perionyx</i>	<i>Excavatus</i>
	<i>Pherentima</i>	<i>Hawaiana</i>
Lumbricidae	<i>Pherentima</i>	<i>Asiática</i>
	<i>Eisenia</i>	<i>Foetida</i>
	<i>Lumbricus</i>	<i>Rubellus</i>
	<i>Lumbricus</i>	<i>Terrestris</i>

Eisenia foetida (coqueta roja o lombriz roja californiana) es la lombriz más utilizada para producción de lombricompost. Esta lombriz resulto del cruce entre *Lumbricus terrestris* (lombriz de tierra que sale a la

superficie) y *Helodrilus foetida* (lombriz maloliente que vive en el estiércol) (López, 2017).

Lombriz coqueta roja ó californiana *Eisenia foetida*

En explotaciones comerciales se emplean especies de lombrices pertenecientes a la Clase Oligochaeta o lombrices de tierra, pero *Eisenia foetida* tiene cualidades de fácil manejo que es empleada para su crianza como carnada para la pesca, alimento para aves de corral, producción de humus, harinas, aceites entre otras (Quiroa, 2021).

Como todos los anélidos, la coqueta roja tiene un cuerpo alargado, segmentado y simetría bilateral. Las lombrices al nacer son blancas y de adultas son rojas, cada anillo, segmento o metámero del cuerpo contiene cerdas no visibles, puede tener de 80 hasta 175 segmentos y uno o dos poros por segmento. Carecen de ojos, su sistema de respiración es a través de la piel. Su aparato circulatorio está formado por cinco tubos (corazones) y el renal por tres pares de riñones (Pineda, 2006).

Las lombrices llegan a ser fértiles a los 90 días de nacidas, es decir su población se puede duplicar a los 90 días (3 meses) si se tienen las condiciones óptimas, son hermafroditas, pero no se auto fecundan, por lo que es necesario la cópula. Entre los anillos 32 y 38 se encuentra el clitelio o clitelium, un ensanchamiento o prominencia que poseen en donde se secreta la sustancia que forma los cocones o huevecillos, en donde se permite la cópula (Pineda, 2006).

Los cocones o huevecillos de las lombrices miden de 2 a 4mm, eclosionan a los 14 o 21 días y nacen de ellos 2 a 20 lombrices, de 0.5 a 1 cm cada una, autónomas desde

Planificación para la producción

el nacimiento porque se alimentan solas, pueden llegar a vivir hasta 15 años (López, 2017).

De acuerdo con López (2017) se estima que una lombriz consume lo equivalente a su peso al día y excreta un 60% como material humificado. Este dato es importante para alcanzar el objetivo de producción de lombricompost, entre más alta sea la población de lombrices, se requerirán mayores volúmenes de sustrato alimenticio, que se traduce en mayor producción de lombricompost.

Es necesario considerar que la lombriz prefiere habitar dentro de los primeros 50cm de sustrato, es fotofóbica: le afectan los rayos ultravioletas. También le afecta la humedad excesiva y la acidez del medio; cava túneles en suelo blando y húmedo, digiere partículas vegetales o animales en descomposición y vuelve a la superficie a expulsar sus excreciones ricas en nutrientes para el suelo (Pineda, 2006).

La producción de lombricompost está condicionada a factores como: tamaño de la unidad productiva, volumen y disponibilidad de alimento para la lombriz. Seguidamente se describen las 3 etapas básicas a considerar:

1. INFRAESTRUCTURA

- Definir el tipo y tamaño de la operación

2. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO ALIMENTICIO

- Semi compostaje de los subproductos del café para la alimentación y reproducción de las lombrices.
- Manejo de la actividad productiva de lombricompost.

3. USO DE LOMBRICOMPOST PARA LOS PROGRAMAS DE NUTRICIÓN

- En mezcla para viveros
- Fertilización orgánica para plantación adulta
- Concentraciones líquidas



1. INFRAESTRUCTURA PARA CRIANZA DE LOMBRIZ

Las cantidades de subproductos que se generan en la unidad productiva representan alrededor del 65% del total de la producción en café cereza fresca. De acuerdo con los volúmenes de producción que se generen y de los objetivos del proyecto, se puede determinar una infraestructura familiar, semi-industrial o industrial, en la que se deberán de considerar las medidas sanitarias y cumplimiento de normas correspondientes.

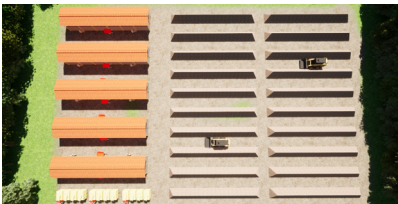
1.1 Tamaño de instalaciones

Para unidades productivas de volúmenes no mayores a 250 quintales de café maduro por año, se obtendrá aproximadamente 100 quintales de pulpa fresca (40%), que puede manejar en un espacio de 64 m^2 y con prácticas manuales de manejo.



Proyecto familiar de 64 m^2

En unidades productivas de 250 a 5,000 quintales de café maduro por año, con cantidades aproximadamente de hasta 2,000 quintales de pulpa, se deberá considerar un área de trabajo de $1,492\text{ m}^2$ con volteo manual o mecanizado y riego utilizando agua o agua miel que además de nutrientes aporta una importante carga de microorganismos.



Proyecto semi industrial de $1,492\text{ m}^2$

En unidades productivas con más de 10,000 quintales de café maduro por año, se esperan no menos de 4,000 quintales de pulpa, para lo cual se deberá considerar un área de trabajo de al menos $2,790\text{ m}^2$, con calles anchas para ingreso de maquinaria, los volteos y aplicaciones de agua y/o agua miel deberán ser de forma mecanizada.

Independientemente del tamaño del proyecto, se deberá contar con instrumentos de medición de pH, temperatura y cuando corresponda mediciones de CO_2 .



Proyecto industrial de $2,790\text{ m}^2$

1.2 Condiciones generales de infraestructura

Para un proyecto de producción de lombricompost, sin excepción de tamaño del área o volúmenes de producción, existen condiciones generales que debe cumplir la infraestructura tales como:

Ubicación y accesos:

Se recomienda infraestructura integrada, que el sitio en donde se maneja los subproductos y las lombrices no estén muy alejados del beneficio húmedo, para no gastar tiempo y recursos en el transporte de la pulpa, puesto que, si el manejo es correcto, no se tienen problemas de mal olor, lixiviados ni moscas por lo que puede estar aledaño a la operación del beneficio de café.

Es importante que los accesos consideren el espacio para que el vehículo adecuado lleve la materia prima y también para sacar el producto terminado. Es fundamental el

acceso a agua para mantener la humedad del sustrato y la humedad que las lombrices requieren.

Área de preparación del sustrato alimenticio

La pulpa y otros subproductos orgánicos deben ser previamente semi-descompuestos o semi-composteados, para darla como alimento a las lombrices, este proceso se puede realizar por separado en montículos o camas, o bien en los lechos o pilas previo a introducir las lombrices.

El área de compostaje debe ser plano en la medida de lo posible. Puede tener piso de cemento, de lo contrario, es importante hacer un buen control de la humedad para evitar infiltración o lodo, de preferencia que sea un área techada, de lo contrario es muy importante cubrir las camas de compostaje con plástico o sarán, para mantener la temperatura y evitar que le caiga agua de lluvia que acidifica el producto.



Área de 1,492 m² para manejar 2,000 quintales de pulpa



Camá de pulpa para semi-compostear.

Infraestructura para lechos o pilas para producir lombricompost:

•**Techo:** de preferencia que el área este techada para evitar el ingreso excesivo de luz y proteger a las lombrices de la lluvia.

•**Paredes:** puede tener o no paredes fijas, pero sí es necesario que el lecho o pilas de las lombrices este cubierto por plástico negro o sarán para evitar el ingreso de aves y que no ingrese mucha luz recordando que las lombrices son fotofóbicas.

•**Piso:** de preferencia contar con piso de cemento y pendiente (2 a 5%) para facilitar el lavado y la limpieza y evitar la incidencia de plagas como hormigas u otros insectos, ni permitir la percolación a los suelos. Sin embargo, también se puede mantener una limpieza aceptable en pisos de tierra bien apelmazados.

•**Pilas o lechos:** estos pueden construirse de block, ladrillo, madera, bambú, cajas plásticas u otro material que esté al alcance. Para facilitar el manejo se recomiendan pilas de 1 a 1.5 m de ancho por el largo disponible de área y una altura de la pila que facilite el manejo lo cual podría ser de 0.80 a 1.0 m.

El diseño y materiales de construcción pueden ser muy sofisticados hasta simples e incluso infraestructura existente en la unidad productiva se puede adaptar a la actividad, lo importante es que el proyecto sea funcional y sostenible.



Pilas de block y cemento para la producción de lombricompost.

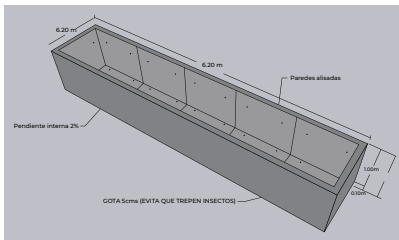


Pilas de bambú y plástico para la producción de lombricompost.

•**Drenaje:** es clave mantener un buen sistema de drenaje en las pilas o lechos, ya que a través del sistema de drenaje se logra mantener óptimas condiciones de humedad y a través de la red de drenaje se recolecta gran parte del purín o lixiviados que se produce. El drenaje se debe colocar al centro de la pila o a un lado, pero con las salidas de la pila lo más próximo posible, con la tubería conectada y con pendiente de 2 a 5%, para que los líquidos lleguen a tanques recolectores, ya que todos los lixiviados son utilizados.

Diseño y cuantificación de materiales para pilas de producción de lombricompost:

Materiales para la construcción de una pila de block y cemento de 6m de largo, 1 metro de ancho y una altura de 1metro, a un 2% de desnivel para el drenaje interno, con estructura de techo de lámina.



Materiales para pila	
Cantidad	Descripción
3 unidades	Electromalla calibre 10 6'x6' de 2.35M*6M
109 bolsas	Concreto premezclado
2 bolsas	Mezcla para alisados
1,605 galones	Agua

Madera para encofrado	
Dimensiones	Cantidad
1" x 2" x 10'	16
1" x 6" x 10'	8
1" x 2" x 8'	4
1" x 6" x 8'	2
1" x 2" x 8'	12
Clavos 2"	8 lbs

Madera para estructura de cubierta	
Dimensiones	Cantidad
2" x 2" x 10'	8
2" x 2" x 8'	4
2" x 2" x 12'	2
Lamina 12'	5
Clavo para lámina	10 Lbs





2. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO ALIMENTICIO DE LAS LOMBRICES

El sustrato es el componente de materia orgánica en donde habitarán las lombrices y de donde extraerán diariamente su alimento. Para tener óptima producción de abono, se debe facilitar una buena reproducción de lombrices, entre más lombrices mejor, y que estas puedan mantenerse comiendo y defecando.

Aunque las lombrices son excelentes devoradoras de materia orgánica, es muy importante facilitarles la alimentación realizando un previo composteo de diferentes materiales disponibles en la unidad productiva cafetalera. En caso de no compostear la materia orgánica, principalmente la pulpa, se corre el riesgo que las lombrices no toleren la acidez ni la temperatura que sufriría el sustrato en su fase de transformación.

2.1 Materiales que pueden utilizarse como sustrato alimenticio.

Los materiales de la unidad productiva cafetalera que podrían utilizarse como sustrato mediante un previo proceso de semi-compostaje son:

- **Pulpa:** su composición puede ser 40% del volumen del peso. En el cuadro 1 se puede observar la variedad de elementos que este material puede contener.



Pulpa fresca de café.

Cuadro 1: Contenido total de nutrientes presentes en una muestra de pulpa de café.

Identificación de la muestra	pH	C/N	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio	Magnesio (%)	Azufre (%)
Pulpa de café	7.630	19.720	1.470	0.330	0.450	1.610	0.410	0.140
	Boro (ppm)	Cobre (ppm)	Hierro (ppm)	Manganeso (ppm)	Zinc (ppm)	Carbono orgánico	Ceniza	Materia orgánica
	69.140	26.790	10090.00	470.290	48.860	28.890	48.00	52.00

Fuente: Analab (2023). Análisis O-1

Tomar en cuenta que solamente durante la época de cosecha de café, se contará con este y otros subproductos de café por lo que es importante buscar otras fuentes de alimento para cuando estos materiales mermen.

- **Mucilago:** composición 18 - 22% del peso del fruto maduro con relación al contenido de humedad. El pH del mucilago en café maduro es de 5.6 a 6.2, conforma una importante proporción de la carga orgánica potencial, por su alto contenido de azúcares, pectinas y ácidos orgánicos.

- **Cascarilla o Cascabillo:** su composición de 4.5 o 5% del peso del fruto del café. Manual de Beneficiado húmedo del café, Anacafé, Noviembre 2005.

- **Hojas y palos de podas y arbustos de sombra:** Este material nos va a proporcionar una fuente importante de Nitrógeno y carbono.

- **Hojas de banano, pastos, restos de frutas y vegetales:** muchas veces en la unidad productiva se cuenta con plantas de banano, pastos y otros restos de frutas y hortalizas que se pueden compostear.

- **Estiércoles:** ya sea gallinaza, de ganado bovino, ovino o caprino es una importante fuente de nitrógeno para el proceso de compostaje, estos animales se tienen en la unidad productiva o bien se puede traer de producciones aledañas. En algunos lugares se establece un trueque en donde la unidad productiva favorece con pasto y a cambio recibe grandes cantidades de estiércol fresco.

2.2 Semi compostaje previo del sustrato alimenticio:

El compostaje es el resultado de la degradación de una mezcla de materiales orgánicos por acción de microorganismos. El objetivo de su elaboración es la reducción de compuestos orgánicos complejos para obtener de ellos compuestos sencillos, que sean asimilables para las lombrices.

De acuerdo con Román (2013) por la temperatura generada durante el proceso, se reconocen tres etapas en un compostaje, además de una etapa de maduración de duración variable.

- 1. **Fase Mesófila:** La materia orgánica inicia el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en poco tiempo alcanza temperatura hasta los

45°C. En esta fase el pH puede bajar hasta cerca de 4.0 o 4.5 esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días).

- 2. **Fase Termófila:** Cuando el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, acá los microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. Puede durar desde unos días hasta meses, dependiendo del manejo y composición del compost.

- 3. **Fase Mesófila II o de enfriamiento:** Acá se espera que estén agotadas las fuentes de carbono y nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. En esta fase es cuando el material ya puede ser utilizado para alimento de las lombrices.

2.3 Factores que inciden en el proceso biológico del semi-compostaje del sustrato alimenticio para la lombriz:

- **Relación carbono / nitrógeno;** es la cantidad de carbono por unidad de nitrógeno contenido en los tejidos de las plantas, la fuente de carbono se encuentra en mayor proporción en residuos de vegetales secos como rastrojo de maíz, y la fuente de nitrógeno se encuentra principalmente en estiércol de animales, hojas verdes, (especialmente en las leguminosas).

Los microorganismos requieren, para su normal desenvolvimiento en el compost o sustrato, una relación de 25 a 30 partes de carbono por una de nitrógeno. La ausencia de nitrógeno disminuye la actividad bacteriana y el proceso de descomposición se retarda (López, 2009).

•**Oxígeno:** La oxigenación del compost o sustrato se favorece haciendo volteos frecuentes, lo cual contribuye al proceso de oxidación en beneficio de la vida microbiana del sustrato (López, 2009).

•**Temperatura:** Cuando el compost alcanza temperatura de 75°C, los gérmenes patógenos se destruyen, pero las bacterias y hongos benéficos pueden sobrevivir, el material se puede emplear cuando la temperatura ha bajado.

•**Humedad:** optima entre 50 a 60% de humedad, esto se ajusta con riegos y prueba de puño.

•**pH:** El sustrato inicia con un pH ácido, llegando a valores de 2.5; lo cual es peligroso para las lombrices, conforme se va descomponiendo llega a alcalinizarse alcanzando valores de 8.5 para estabilizarse, finalmente en rangos de 6.5 a 7.5 es ideal para darlo a las lombrices. El pH puede modificarse agregando cal a razón de 1 onza de cal agrícola por galón de agua y esto se esparce sobre el sustrato.

Observar que el material este semi-descompuesto (fase mesófila II), pH en un rango entre 6.5 a 7.5 y que la temperatura ha descendido, puede llevar desde unos 5 días hasta varios meses, la duración del proceso depende del manejo y calidad de los materiales, pero solo cuando se cuente con sustrato seguro, es decir con dichas características, se puede dar a las lombrices como alimento.

Es recomendable que el caficultor cuente con equipo para medición de parámetros de control como: termómetro de suelo, potenciómetro, papel pH.

Ejemplo: Calculo del espacio necesario para preparar el sustrato alimenticio para la lombriz a partir de la pulpa generada de 250 quintales de café maduro.



Una unidad productiva y/o beneficio húmedo que procese un volumen de 250 quintales de café maduro por año, espera no menos de 100 quintales de pulpa fresca (40%), de acuerdo con trabajos previos en Anacafe, en promedio un volumen de 10 quintales de pulpa de 24 horas, equivalen a 1m³ de volumen entonces para el ejemplo resultan 10 m³ de material a compostear.

Para manejar el volumen de subproductos disponible (10m³), es necesario definir el espacio que será requerido para las camas o montículos de pulpa con las dimensiones recomendables de: 1.20 metros de altura y un ancho de 1.5 m.

Para estimar el largo de las camas de composteo, se puede aplicar la siguiente formula:

$$\left(\frac{1}{3} * B^2 * H\right) + \left(\frac{1}{2} * B * H * L\right) = V$$

Sabemos que B=1.5 (Ancho de la cama en metros)

Sabemos que H=1.2 (altura de la cama en metros)

$$\left(\frac{1}{3} * 1.5^2 * 1.2\right) + \left(\frac{1}{2} * 1.5 * L\right) = V$$

$$0.9 + (0.75L) = V$$

Ahora, despejando L (largo de la cama en metros)

$$L = \frac{V - 0.9}{0.75}$$

Sabemos que $V = 10$ (Volumen de la cama en m^3)

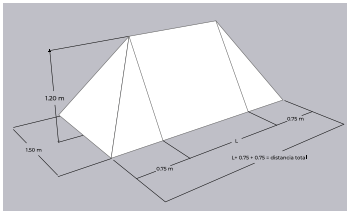
$$L = \frac{10 - 0.9}{0.75}$$

$$L = 12.33$$

Entonces L o longitud de la cama es $= L + 0.75 + 0.75$ (Ver imagen sobre dimensiones del montículo)

$$12.33 + (0.75 + 0.75) = 13.83 \text{ m}$$

Entonces aproximando tendremos 14 metros de largo que podemos dividir en 2 camas de 7 metros de largo cada una.



Aplicando la misma fórmula y procedimiento de cálculo; para un volumen de $200 m^3$ de pulpa, se obtienen 20 camas de material para semi-compostaje de 1.5 m de ancho, 14 m de largo y 1.20 m de altura del montículo o cama.

Para un volumen de $400 m^3$ de pulpa, se obtienen 40 camas de material para semi-compostaje de 1.5 m de ancho, 14 metros de largo y 1.20 metros de altura del montículo o cama.

En campo no es necesario que las camas sean tan exactas ni que tengan exactamente el diseño que la imagen ilustra, pero si es importante acercarse a las dimensiones para estimar el área necesaria para manejar el volumen de pulpa esperado.

Cuando no se cuenta con un área techada para llevar a cabo el proceso de semi-compostaje, se recomienda cubrir las camas

de compost con plástico, de esta manera se aumenta la temperatura y evita que ingrese agua de lluvia que pueda acidificar la mezcla. (O. Campos, comunicación personal, 1 de marzo de 2022).



Cama de pulpa en semi-compostaje cubierta plástica.

2.4 Siembra de lombriz y manejo de camas para generación de lombricompost

Luego de tener la pulpa semi-descompuesta, cuando ya no represente un peligro para las lombrices por la temperatura, ni por la acidez, y este sea de fácil alimento para las lombrices, se procede a preparar las piletas y colocar el pie de cría.

De acuerdo con experiencias de campo, al semi descomponer la pulpa se perderá un 35 a 40% del volumen total, esto es importante a considerar para calcular la disponibilidad de pulpa como alimento para las lombrices y la construcción de pilas para contener las lombrices.

Ejemplo: Cálculo del tamaño de las pilas para contener el sustrato alimenticio para la lombriz a partir de la pulpa generada de 250 quintales de café maduro.

Continuando con el ejemplo de la generación de 100 quintales de pulpa de café, durante la semi-descomposición se pierde en promedio un 40% del volumen, entonces se obtendrán 60 quintales de sustrato para las lombrices, 6m³ de alimento.

Por la facilidad de manejo, se recomienda la construcción de pilas de block y cemento; de 1 metro de ancho y una altura de 1 metro. Empleando la fórmula de un prisma rectangular, se calcula el largo o la cantidad de pilas que serían suficientes para emplear los 6m³ de sustrato:

$$V = B \times H \times L$$

Sabemos que B = 1 (ancho de la pila en metros)

Sabemos que H = 1 (altura de la pila en metros)

Sabemos que V = 6 (volumen disponible de alimento en m³)

$$\begin{aligned} 6 &= 1 \times 1 \times L \\ 6 &= (1)L \end{aligned}$$

Ahora, despejando L (largo de la pila en metros)

$$\begin{aligned} L &= 1 \times 6 \\ L &= 6 \end{aligned}$$

6 metros de largo, esto puede resultar en la elaboración de 2 pilas de 3m de largo, 1m de ancho y una altura de 1 m.

En la sección de infraestructura se da el diseño, % de pendiente para el drenaje y el listado de materiales necesarios.

Se pueden fabricar pilas para la crianza de las lombrices más altas y anchas, o bien optar por otros materiales de construcción más económicos como bambú y plástico.

Lo más importante es adecuarse a los recursos disponibles y hacer que el proyecto sea productivo. No por el hecho de tener infraestructura sofisticada se va a tener mayor producción de lombricompost. La clave es manejar correctamente los factores biológicos de la descomposición del sustrato y proveer a las lombrices las condiciones que estas requieren para alimentarse, multiplicarse y mantenerse.

Colocación del pie de cría:

La prontitud de transformación del sustrato en lombricompost está relacionada con la cantidad de lombrices. Una densidad alta es considerada alrededor de 5 a 6 kg (11 a 13 lb) de lombriz/m². Pero en una transformación normal se utiliza un kilogramo por m². (López, 2017).

La capa inicial del sustrato puede ser de 10 a 20 cm de grosor. Las lombrices pueden ser colocadas sobre el sustrato.

Es necesario evitar la luz directa y también que los enemigos naturales se coman las lombrices, para ello se debe cubrir las pilas con nylon, caña de maíz picada, hojas de plátano o cartón.





Pila cubierta con plástico y agujeros para permitir ingreso de oxígeno.

2.5 Alimentación de las lombrices y labores de manejo de las camas de producción de lombricompost

Cuando el sustrato presenta un aspecto como de tierra negra de montaña, el sustrato ya está procesado por la lombriz, el lecho ya no tiene comida suficiente, esto podría ser a los 3, 7 o 15 días, este es el momento para agregar la siguiente capa con el mismo grosor (10 a 20 cm) y así sucesivamente hasta llenar la pila. Es importante revisar cada 3 o 4 días ya que la velocidad de transformación del sustrato depende de la densidad de lombrices establecidas en las pilas y es importante recordar que las lombrices se van multiplicando sucesivamente a partir de los 90 días.

Cuidado y labores de las camas de producción de lombricompost

• **Humedad:** Ideal entre 60 y 70%, superior a 85% las lombrices entran en un período de latencia y humedad muy baja es mortal.

La prueba de puño es agarrar en varias partes del sustrato una cantidad con lo que hace el puño de una mano, se aplica fuerza normal, si salen de 6 a 10 gotas, es aproximadamente un 80% de humedad. Si se detecta poca humedad se debe efectuar riego y si del puño sale mucho

escurrimiento, dar volteos cuidadosamente o revisar que los drenajes no tengan taponamientos.

• **Temperatura:** Una temperatura entre 20° a 25°C es considerada óptima. Si desciende de 20°C las lombrices entran en latencia. Esto se maneja protegiendo las camas con plástico negro. También se puede cubrir con cartón, hojas de plátano, sarán o nylon negro con agujeros.

• **pH:** Lo mejor es que siempre el sustrato sea alcalino, es decir con un pH un poco arriba de 7. Con un pH ácido se desarrolla una plaga conocida como planaria. (López, 2017).

Se recomienda que el productor se tecnifique y tenga disponibles cintas medidoras de pH o un potenciómetro automático para realizar las mediciones del pH del sustrato antes de este ser suministrado a las lombrices.

Si el sustrato está demasiado ácido, pH de 5 o menos, y no se tiene en la zona disponibilidad de banano o plátano picado, se puede aplicar cal en una relación de: 1 onza de cal agrícola por galón de agua, y se riega sobre el sustrato, se mezcla bien y se vuelve a hacer la medición hasta que el pH quede corregido y se da a la lombriz y si no, se vuelve a aplicar cal. Campos O., comunicación personal 01 marzo 2022.

• **Luz:** como ya se mencionó, las pilas se deben cubrir con plástico negro, hojas de plátano, costales, cartón etc. para protegerlas de los pájaros y evitar que la exposición a rayos ultravioletas las seque y cause la muerte.

• **Oxigenación:** Las lombrices requieren de aire (oxígeno) para realizar su proceso vital, es necesario revolver y remover el sustrato frecuentemente, al menos una vez a la semana, utilizando un rastrillo sin puntas agudas. También se recomienda introducir

en las pilas tubos de PVC con orificios o tarros de bambú que permitan el ingreso de oxígeno al sustrato (López, 2017). Y no colocar capas de alimento mayores a 50 cm de ancho.

•**Riegos:** El riego debe hacerse con agua limpia. La cantidad de agua depende de las condiciones ambientales (calor o frío) y del espesor del sustrato con lombrices. Como recomendación general se deberá revisar con el método de puño que la pila contenga hasta un 80% de humedad.

2.6 Plagas y enfermedades que pueden afectar a las lombrices.

•**Gozzo ácido o síndrome proteico:** este de debe a que cuando se le suministra sustrato alto en proteína, este es degradado por enzimas, que la lombriz posee en su sistema digestivo y se da una alta producción de amonio, presentando inflamaciones en todo el cuerpo muriendo a las pocas horas.

•**Planaria:** es la plaga de mayor importancia, se trata de una lombriz carnívora que puede medir de 5 a 50mm, de color café oscuro con rayas longitudinales. Se adhiere a la lombriz por medio de una sustancia cerosa que la misma produce, le introduce un pequeño tubo de color blanco y le succiona el interior hasta matarla. Es muy agresiva y difícil de identificar.

Es indicador de la presencia de planaria observar una línea brillante (parecido al rastro que dejan las babosas o moluscos) sobre la superficie del sustrato, generalmente el sustrato es tá muy ácido y para corregirlo se agrega restos de plátano o banano, en cantidad abundante y partículas pequeñas (picado) esto eleva el pH del sustrato de manera efectiva.

•**Pájaros:** Las aves pueden acabar poco a

poco con un lombricultivo, pero esta plaga se puede controlar fácilmente poniendo un plástico o pasto de 10 cm sobre la pila, o bien evitando que las aves ingresen a las instalaciones.

•**Hormigas:** Si se observan hormigas indica que la humedad está baja, por lo tanto, estas se controlan aplicando riegos que lleven la humedad al 80%, de esta manera las hormigas pueden estar sobre el sustrato, pero no penetrar. También se puede aplicar cal en una banda sobre el piso y alrededor de las pilas.

•**Ratones:** se puede controlar manteniendo la humedad al 80%.

2.7 Cosecha, almacenamiento y rendimientos de lombricompost:

Cuando las camas están llenas, y el sustrato tiene aspecto parecido a tierra negra de montaña, suelto y sin ningún olor, se coloca alimento en una franja al centro de la pila, unos 10 a 15 centímetros de espesor. Las lombrices se concentran y agrupan en la superficie buscando ese alimento, 2 o 3 días después se procede a retirar las lombrices y pasarlas a otra pila o empacarlas para la venta. Esto se hace con las manos o con una pala. Este procedimiento se repite 2 o 3 veces para extraer la mayor cantidad de lombrices del sustrato y se pueden pasar a otra pila.

Considerando que a las lombrices les gusta mucho consumir celulosa, una técnica empleada es colocar sobre las pilas de lombricompost ya terminado, unos pedazos de cartón, las lombrices buscan el cartón y se colocan encima, momento donde se extraen y se pasan a otra pila, esto se repite varias veces hasta lograr sacar la mayor cantidad posible de lombrices y poder cosechar el lombricompost. (Gómez R., comunicación personal, 16 de Marzo 2022).

Almacenamiento de lombricompost: Una vez extraídas las lombrices, se recomienda dejar el lombricompost unos 5 días en la pila o sobre un patio para que se elimine el exceso de humedad y sea más fácil transportar, almacenar o aplicar al campo. Normalmente se empaqueta en sacos y no se debe tener almacenado por más de 6 meses ni a la intemperie.

Recolección de Lixiviados: estos se colectan a la salida del drenaje durante todo el proceso de elaboración del lombricompost, cuando recién se ha empezado a trabajar la pila todo el lixiviado que se obtiene se devuelve a la cama. Si el lombricompost no está listo, los lixiviados tampoco. Cuando ya la pila está llena, el lombricompost listo, los lixiviados se obtienen mucho más oscuros, estos ya se pueden incorporar a pilas nuevas o bien ser diluido y utilizado para aplicaciones al campo.

Rendimientos estimados de la operación de producción de lombricompost: generalmente se transforma en lombricompost entre el 35% y el 50% del peso inicial de las camas (López, 2017).

Otras experiencias, dictan que de 20 qq de pulpa composteada se obtienen 11 a 14 qq de lombricompost, sin mezclarse con otros materiales. Gómez R., comunicación personal, 16 de Marzo 2022.

Estudios han demostrado que, por cada 10 toneladas de pulpa fresca, se pueden generar aproximadamente 1 tonelada de lombricompost (Restrepo, 2020).

2.8 Registros de la operación de producción de lombricompost


Como parte del manejo de las camas de compostaje y pilas de producción de lombricompost, se recomienda llevar una bitácora con datos que posteriormente van

a indicar si el proceso está mejorando, o bien, dónde hacer correcciones.

Se recomienda registrar datos como: fecha de inicio de camas de semi-compostaje, tipo y relación de cantidades de ingredientes, temperatura y pH del sustrato, fecha de postura del pie de cría, cantidades de lombriz aplicada, costos, fecha de cosecha de lombrices y lombricompost. En observaciones, anotar riegos y problemas observados, cantidad estimada de aumento de la población de lombrices y rendimientos obtenidos tanto de lombrices como de kilos o sacos de lombricompost.

En anexos se pueden observar algunos ejemplos de

- Registros de producción de lombricompost.
- Registros para estimar costos de producción de lombricompost

A scenic view of a mountain range with coffee plants in the foreground. The sky is blue with white clouds. The mountains are covered in green vegetation. In the foreground, there are rows of coffee plants with green leaves and some small red flowers.

3. USO DEL LOMBRICOMPOST Y LIXIVIADOS PARA LOS PROGRAMAS DE NUTRICIÓN DEL CAFETO

El lombricompost obtenido a partir de la pulpa de café debe utilizarse para abonar el cafetal y devolver los nutrientes y materia orgánica al sistema, pero también se utiliza en el vivero o incluso se puede comercializar para convertirlo en otros ingresos de la empresa cafetalera.

En los resultados de una evaluación realizada en 2008, Campos y otros presentan el resultado de un análisis de laboratorio realizado a pulpa de café (arábigo) y lombricompost donde se aprecia una buena cantidad de materia orgánica y una importante cantidad de nitrógeno, fósforo, potasio y elementos menores tanto en la pulpa como en un lombricompost terminado.

Cuadro 2: contenido de nutrientes de la pulpa y del lombricompost

Material	Porcentaje (%)							Partes por millón (ppm)						
	pH	Materia orgánica	Ceniza	Carbono Orgánico	^o C/N	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc
						N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Cu	Fe	Mn	Zn
Pulpa de café	6.6	70.00	30.00	38.89	11.54	3.37	0.25	0.12	1.95	0.20	33.50	1.096	47.9	38.7
Lombricompost	5.5	54.00	46.00	30.00	10.07	2.98	0.54	0.12	2.11	0.37	23.26	1.717	113.2	75.3

^{*)}Relación Carbono/Nitrógeno. /Analab Fuente: Campos et al. (2008)

3.1 Experiencias de uso:

El lombricompost tiene alta porosidad, buen drenaje y una alta capacidad de retención de agua. Además, la mayoría de sus nutrientes están en un estado disponible para la planta (Pineda, 2006).

López (2017) recomienda una mezcla de un 20% de lombricompost con 80% de suelo para sustrato para almácigos de café.

Una evaluación del uso de abonos orgánicos: pulpa de café y lombricompost para la fertilización del cafeto en almácigos llevada a cabo en Finca Buena Vista, Retalhuleu durante el 2008 con plantas en estado de soldadito variedad Catuaí sin injerto, dictó que; la proporción de 2 suelo y 3 lombricompost, reportó los valores más altos en desarrollo vegetativo; peso fresco aéreo y peso fresco raíces y mayor conversión de materia seca por planta, evidenciando los positivos aportes nutritivos del lombricompost al cafeto. (Campos et al. 2008).

Dando como recomendación de usar para vivero la relación 40% de suelo y 60% de lombricompost (2 suelo: 3 lombricompost) o bien optimizar el rendimiento del lombricompost empleando 50% suelo y 50% lombricompost representando una buena opción de fertilización (Campos et al. 2008).



Vivero de café abonado con lombricompost.

López (2017) recomienda para café orgánico en plántula; 5 onzas de lombricompost por planta 2 veces al año; en plantación adulta 8 onzas de lombricompost por planta 2 veces al año; en café convencional reforzar con el 30 a 50% de fertilizante químico.

Una investigación llevada en Samayac, Suchitepéquez, plantación de Catimor T-5269 de 4 años con una densidad de 2,800 cafetos por manzana, titulada Vermicompost: fertilización comercial del cafeto, Campos et al. (2017) se tomó como variable principal el rendimiento por planta, el mejor tratamiento fue de 1 kilogramo de lombricompost por planta, obtenido un rendimiento de 5.39 libras de café maduro por planta, recomendando que pueden realizarse aplicaciones en dosis bajas de fertilizante químico, combinado con medio kilogramo de vermicompost por planta, potencializando así el uso de ambos fertilizantes.

Santos (2014) expone como principal recomendación el muestreo y análisis del contenido nutricional del suelo y a observación del estado de degradación de este, recomendando el siguiente cuadro:

Abono	Plantas suelo fértil	Suelo erosionado 0-2 años	Suelo fértil plantación en producción	Suelo erosionado plantación en producción
Lombricompost	1 libra	2 libras	2 libras	4 libras

Fuente: Santos (2014).

3.2 Época de aplicación:

Normalmente debe planificarse al inicio de las lluvias en plantaciones productivas.

En los primeros años debe incorporarse al suelo entre la mitad de la rama lateral y el punto de goteo entro los 10 y 30 centímetros de profundidad.

Después de 4 años, debe aplicarse superficialmente.

Dependiendo el análisis de suelos puede aplicarse el abono orgánico cada 2 años y en renovaciones debe prepararse un buen sustrato en el hoyo donde se sembrará la nueva planta de café. (B Santos, 2014).

3.3 Uso de Lixiviados

Se recomienda que el lixiviado se aplique de forma foliar en proporciones de una parte de lixiviado por dos partes de agua (Quiroa Y., 2005).

Los lixiviados se recolectan a la salida del drenaje cuando la pila está llena y se va a cosechar tanto el abono solido como las lombrices, entonces se obtiene un lixiviado oscuro el cual puede ser diluido en agua para ser aplicado al cafetal en forma foliar. Nunca utilizar los primeros lixiviados, esos deben ser reincorporados a la pila.

3.4 Ventajas y desventajas de la producción de lombricompost

De acuerdo con B Santos (2014), el lombricompost contiene múltiples beneficios en el suelo del cultivo y sobre todo en el ambiente, incluyendo los siguientes:

- No se tienen restricciones de uso o regulación de aplicación bajo alguna normativa de certificación o prohibición de país de destino.
- Incrementan el nivel de materia orgánica en el suelo, por lo que convierte al abono en una alternativa para restauración de suelos degradados.
- De acuerdo con el tipo de infraestructura que se elija, la inversión inicial es baja, esto lo hace una técnica adaptable a pequeños y grandes productores.

- Es una alternativa bastante funcional para el manejo de residuos sólidos vegetales.
- Se obtienen dos abonos orgánicos de un mismo proceso, lixiviado y sólido.
- Disminuye considerablemente la necesidad de usar fertilizantes químicos por lo tanto ayuda a disminuir los costos de producción.
- Retención de agua hasta 20 veces su peso, mejorando la retención de humedad en suelos arenosos.
- Su color oscuro contribuye a la absorción de energía calorífica.
- El humus de lombriz es rico en sustancias producidas por el metabolito secundario de bacterias, estimulando procesos biológicos de las plantas con sus fito hormonas como:

-Auxinas: provocan el alargamiento de las células de los brotes, incrementando la floración, la cantidad y tamaño de los frutos de café.

-Giberelinas: favorecen el desarrollo de las flores, la germinación de la semilla y aumenta el tamaño de los frutos.

-Citoquininas: retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales.

-Además, la cantidad de microorganismos benéficos que se están incorporando, mejorando el recurso suelo, base fundamental de los cultivos.

-Previene la erosión del suelo, B Santos 2014.

Se identificaron pocas desventajas de acuerdo con Alvarado M y Cabrera S (2020) las cuales se describen a continuación:

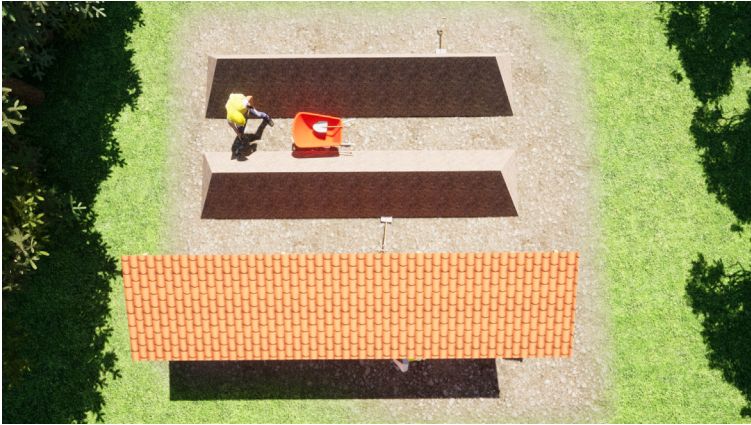
- El lombricompost es susceptible a plagas como las hormigas que se comen las cápsulas (huevos) de las lombrices, impidiendo así la producción.
- Las bajas temperaturas alargan el proceso para generar el abono orgánico.
- Se requiere de una estructura para poder producir de forma controlada el lombricompost.



ANEXOS

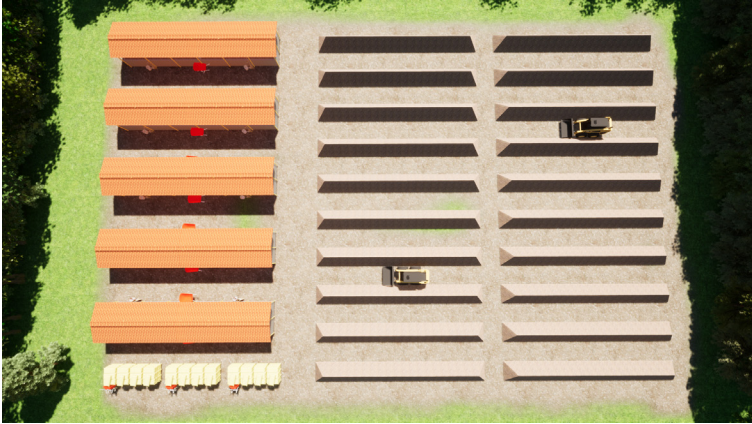
Anexo 1.

Diseño para un proyecto familiar de 64m² para producción de lombricompost a partir de 250 qq de café maduro por año.



Anexo 2.

Diseño para un proyecto semi industrial de 1,492 m² de producción de lombricompost a partir de 5,000 qq de café maduro por año.



Anexo 3.

Diseño para un proyecto industrial de 2,790 m² de producción de lombricompost a partir de 10,000 qq de café maduro por año.



Anexo 4.

Otros ángulos del diseño para un proyecto industrial de 2,790 m² de producción de lombricompost a partir de 10,000 qq de café maduro por año.



Anexo 5.

Formatos de ejemplo: Registro de la producción de lombricompost.

Registro # de producción de lombricompost					
Nombre de la unidad productiva: Finca cafetalera La Bonita					
No. Lote o Pila: 03			Registro: 001		
Siembra			Cosecha		
Fecha	Pie de cria (Kg)	Sustrato qq/kilos/ton	Lombriz(Kg)	Lombricompost (qq)	Lixiviados (galones)
2/02/2023	5 kg	10 qq pulpa descompuesta			
3/05/2023			15kg	4qq	3 galones
Procedencia de las lombrices: Finca Santa Ana, Alta Verapaz					
Sustrato: pulpa semidescompuesta, estiercol de bobino, restos de podas.					
Destino de las lombrices: interno, nueva cama.					
Destino del lombricompost: Lote 03 Geisha orgánico.					
pH de lombricompost final:					
Destino de lixiviados: Lote 02 Anacafe 14					
pH de lixiviados:					
Problemas presentados y su solución: ninguno					
Responsable: Benito Juárez					

Anexo 6.

Formatos de ejemplo: Registro para obtener costos de producción de la producción de lombricompost.

Registro # de costos de producción de lombricompost
Nombre de la unidad productiva: Finca cafetalera La Bonita

No. Lote o Pila: 03

Registro: 001

No.	Material	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	pie de cría	kilo	10	Q50.00	Q500.00
2	pulpa	qq	10	Q20.00	Q200.00
3	abono de bovino	qq	5	Q10.00	Q50.00
4	aserrín	qq	2	Q25.00	Q50.00
5	restos de poda	qq	5	Q15.00	Q75.00
				TOTAL	Q875.00

Fecha	Jornales	Costo por jornal	Costo total

Fecha	Material	Cantidad	Costo de venta
	lombricompost		
	lixiviados		
	lombrices		

Anexo 7.

Lombriz excretando el material que digiere, convirtiéndolo en abono.



Anexo 8.

Larvas de mosca soldado-negra *Hermetia illucens*, es benéfica, ayuda a descomponer el material su presencia es indicador que el alimento esta muy entero o fresco. Dejarla en las camas de compost o pilas.





BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, M., & Cabrera S., (2020). Guía técnica para la elaboración de abonos orgánicos. Guatemala: The nature conservancy (TNC) Alianza Latinoamericana de fondos de agua.
- Campos, O., Santos, D., Reyes, J., & Mazariegos. R., (2008). Fertilización orgánica de almácigos de café con lombricompost y pulpa de café. Guatemala: El Cafetal la revista del caficultor, (Edición Julio 2008) Págs. 4, 5 y 6. <https://www.anacafe.org/uploads/file/0b54f759cc014975ad2621c8a865c9e5/El-Cafetal-04.pdf>
- Campos, O., Santos, D., Reyes, J., & Mazariegos. R., (2017). Vermicompost: Fertilización comercial del cafeto. Guatemala: El Cafetal la revista del caficultor, (Versión digital enero 2017) Págs. 15 y 16. <https://www.anacafe.org/uploads/file/0b54f759cc014975ad2621c8a865c9e5/El-Cafetal-04.pdf>
- Herrera, J., & Riffo O., (2007). Manuales FIA de apoyo a la formación de recursos humanos para la innovación agraria. El compostaje y su utilización en agricultura. Chile: Universidad de las Américas, Santiago Chile. 40 págs.
- López, E. (2009). Guía técnica Abonos orgánicos en la caficultura: Propiedades, preparación, manejo y usos. Guatemala: CEDICAFE – ANACAFE.
- Lopez, E. (2017). Lombricultura en empresas cafetaleras, utilizando pulpa de café. Guatemala: CEDICAFE – ANACAFE.
- ANACAFE, (2005). Manual de Beneficiado húmedo del café Guatemala: ANACAFE, noviembre 2005
- Pascual, L., & Carrillo R., (2013). Resultados del uso de lombricompost y el fertilizante químico para mejorar la productividad. Guatemala: El Cafetal la revista del caficultor, (No. 36) Págs. 12 y 13. <https://www.anacafe.org/uploads/file/7bb2909c788c4bff8bc2ab262a652f75/El-Cafetal-13.pdf>
- Pineda, J., (2006). Lombricultura. Honduras: IHCAFE Instituto Hondureño del Café. --1a. ed.- 38 págs..
- Quiroa, Y., (2021). Guía práctica para el desarrollo de un negocio de lombricompost y mercados potenciales en el suroccidente de Guatemala. Guatemala: ALTERNA.
- Restrepo, L., & Villa, G., (2020). Estrategias para el aprovechamiento de la pulpa del café. Costa Rica <https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tdea/773/Pulpa%20cafe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Román, P., & Martínez A., (2013). Manual de Compostaje del agricultor experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO 112 págs.
- Santos, B., (2014). Fertilización exitosa en caficultura orgánica. Guatemala: El Cafetal la revista del caficultor, (No. 38) Págs. 4 y 5. <https://www.anacafe.org/uploads/file/82c153cec3d44cf3a24103b4f0f7c2b4/El-Cafetal-11.pdf>



ANACAFÉ
GUATEMALA



ANACAFÉ
GUATEMALA

2421-3700 | info@anacafe.org | www.anacafe.org



Con apoyo de:



COUNTERPART
INTERNATIONAL
in partnership for
rural development

