

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS ORGÁNICOS EN LA
PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPOST CON *Eisenia foetida*, DISTRITO
ESPECIAL DE TUMACO, NARIÑO - COLOMBIA**

**KAREN YOMIRA RODRÍGUEZ NÚÑEZ
SARY VIVIANA ARBOLEDA CÁNDELO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y SISTEMAS
AGROFORESTALES
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL
SAN ANDRÉS DE TUMACO**

2021

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS ORGÁNICOS EN LA
PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPOST CON *Eisenia foetida*, DISTRITO ESPECIAL
DE TUMACO, NARIÑO - COLOMBIA**

**KAREN YOMIRA RODRÍGUEZ NÚÑEZ
SARY VIVIANA ARBOLEDA CÁNDELO**

**Tesis presentada como requisito parcial para optar el título de INGENIERO
AGROFORESTAL**

**Presidente de tesis
IVÁN ANDRÉS DELGADO VARGAS M.Sc.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y SISTEMAS
AGROFORESTALES - RENSAF
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL
SAN ANDRÉS DE TUMACO**

2021

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva de sus autores.

Artículo 1ro del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

MSc. Iván Andrés Delgado
Firma del director del trabajo de grado

PhD. Héctor Ramiro Ordoñez
Firma del jurado

Ing. Jimmy Andrés Ortega Montenegro
Firma del jurado

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Dios por permitirnos iniciar y culminar esta etapa de nuestras vidas y darnos las fuerzas para seguir adelante bendiciéndonos en cada paso y no dejar que en medio de las adversidades nos rindiéramos

Mi Madre quien es el mayor promotor de mis logros y quién en los días que estuvo presente luchó de manera perseverante para que hoy estuviera aquí culminando este trabajo de grado, gracias, madre por confiar en mí y en mis expectativas. A mis hermanos por estar siempre pendiente de mí y ayudándome en todo lo que realizó.

Mis padres y hermanos, por siempre estar dispuestos para mí, por brindarme su apoyo incondicional a lo largo de mi vida, por sus consejos y motivación para seguir adelante y enfrentar cualquier obstáculo que se me presente.

Universidad de Nariño, a la Facultad de Ciencias Agrícolas, al Departamento de Recursos Naturales y Sistemas Agroforestales, a los docentes que contribuyeron a nuestra formación académica y humana

DEDICATORIA

A Dios por guiarnos en este proceso y permitirnos avanzar en cada día. A nuestras familias por su inmenso amor, consejos, paciencia, acompañamiento en todo. A nuestros amigos por los momentos compartidos.

Evaluación de diferentes sustratos orgánicos en la producción de lombricompost con *Eisenia foetida*, distrito especial de Tumaco, Nariño – Colombia.

Evaluation of different organic substrates in the production of vermicompost with *Eisenia foetida*, special district of Tumaco, Nariño – Colombia.

Karen Yomira Rodríguez Núñez*

Sary Viviana Arboleda Cándelo *

*Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Agroforestal en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

Estudiante Ingeniería Agroforestal, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia,

Karenymira@gmail.com Candelosary1@gmail.com

RESUMEN

Se realizó la evaluación de diferentes sustratos orgánicos en la producción de lombricompost con (*Eisenia foetida*), en el municipio de San Andrés de Tumaco Nariño, Colombia, se utilizó un diseño DIA, con 4 tratamientos y 3 repeticiones, para un total de 12 unidades experimentales, se calculó el tiempo de descomposición y transformación de la materia orgánica cada 8 días, donde se tuvo en cuenta la fase de pre composteo antes de medir los valores de temperatura, humedad con el termo higrómetro digital y la altura tomando tres puntos al azar, las muestras fueron enviadas al laboratorio para el análisis fisicoquímico y así determinar las propiedades esenciales del humus producido a partir de 4 sustratos orgánicos, T1(cáscara de cacao), T2(residuos de cocina), T3 (cáscara de plátano), T4(cacao, cocina y plátano), los resultados fueron comparados bajo la NTC 5167 de 2004, para saber si podrían ser comercializados. Y por último se determinó el costo del lombricompost. Como resultado se obtuvo que, el promedio del tiempo de descomposición y transformación de la materia orgánica fue de 29 y 66 días. Presentando una menor temperatura en T3 (25°C) y una mayor en el T4 (27°C), una menor humedad en T1 (72%) y mayor en el T4 (74%). Las propiedades como humedad, densidad aparente y pH se encuentran en el rango establecido por la norma, la mayor producción de lombricompost la tuvo el T3 (50kg), el costo de producción de 1kg de lombricompost equivale \$2.906.

Palabras claves: lombricompost, materia orgánica, humus, *Eisenia Foetida*.

ABSTRACT

The evaluation of different organic substrates in the production of vermicompost with (*Eisenia foetida*) was carried out in the municipality of San Andres de Tumaco Nariño, Colombia, a DIA design was used, with 4 treatments and 3 replications, for a total of 12 experimental units, the decomposition and transformation time of the organic matter was calculated every 8 days, where the pre-composting phase was taken into account before measuring the temperature values, humidity with the digital thermo hygrometer and height taking three random points, The samples were sent to the laboratory for physicochemical analysis to determine the essential properties of the humus produced from 4 organic substrates, T1 (cocoa husk), T2 (kitchen waste), T3 (banana peel), T4 (cocoa, kitchen and banana), the results were compared under NTC 5167 of 2004, to determine if they could be marketed. Finally, the cost of vermicompost was determined. As a result, it was obtained that, the average decomposition and transformation time of the organic matter is 29 and 66 days. Presenting a lower temperature was obtained in T3 (25°C) and a higher one in T4 (27°C), a lower humidity in T1 (72%) and a higher one in T4 (74%). The properties such as humidity, bulk density and pH are within the range established by the standard, the highest production of vermicompost was in T3 (50kg), the production cost of 1kg of vermicompost is equivalent to \$2,906.

Key words: vermicompost, organic matter, humus, *Eisenia Foetida*.

Tabla de contenido

RESUMEN

ABSTRACT

Lista de tablas

Lista de figuras

Lista de anexos

INTRODUCCIÓN 15

MATERIALES Y METODOS 17

Localización 17

Diseño experimental 17

Proceso metodológico 19

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 22

Tiempo de descomposición y transformación de la materia orgánica a humus por sustrato 22

Propiedades fisicoquímicas de los tipos de sustratos 28

Determinación del costo de producción de humus de *E. foetida* en diversos tipos de sustrato. 31

CONCLUSIONES 33

RECOMENDACIONES 34

BIBLIOGRAFÍA 35

Lista de Tablas

Tabla 1. Análisis de indicadores químicos.

Tabla 2. Prueba de comparación de Tukey para calcular el tiempo de descomposición.

Tabla 3. Prueba de comparación de Tukey para calcular el tiempo de transformación.

Tabla 4. Prueba de comparación de Tukey para valores de temperatura.

Tabla 5. Prueba de comparación de tukey para valores de humedad.

Tabla 6. Prueba de comparación de tukey para valores de humedad.

Tabla 7. Prueba de comparación de tukey para producción de lombricompost.

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación espacial barrio Unión Victoria del municipio de Tumaco.

Figura 2. Diseño de camas de lombricompost

Figura 3. Tiempo de descomposición de la materia orgánica por tratamiento

Figura 4. Tiempo de transformación de la materia orgánica por tratamiento

Figura 5. Valores de temperatura

Figura 6. Valores de humedad

Figura 7. Altura de las camas de recolección de lombricompost

Figura 8. Propiedades fisicoquímicas por tratamiento del lombricompost

Figura 9. Propiedades químicas por tratamiento del lombricompost

Lista de anexos

Anexo 1: Datos calculo del tiempo de descomposición

Anexo 2: Datos cálculo del tiempo de transformación

Anexo 3: Valores de Temperatura

Anexo 4: Valores de humedad

Anexo 5: Datos de Altura de las camas

Anexo 6: Datos de producción de lombricompost

Anexo 7: análisis de laboratorio T1 Cascara de Cacao

Anexo 8: Análisis de laboratorio T2 Residuos de cocina

Anexo 9: Análisis de laboratorio T3 Cascara de plátano

nexo 10: Análisis de laboratorio T4 cascara de cacao, residuos de cocina y cascara de plátano

Anexo 11: Registros fotográficos

GLOSARIO

Abono orgánico: Sustancia de origen natural procedente de los seres vivos, que aporta al suelo y las plantas nutrientes para su buen desarrollo.

Aprovechamiento de los residuos: Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía.

Descomposición: degradación de la materia orgánica.

Humus: materia orgánica descompuesta, amorfa y de color marrón oscuro de los suelos, que ha perdido todo indicio de la estructura y la composición de la materia vegetal y animal a partir de la que se originó. Por tanto, el término humus se refiere a cualquier materia orgánica que ha alcanzado la estabilidad y que se utiliza en la agricultura para enmendar el suelo.

Humus de Lombriz: Materia Orgánica procesada por lombrices, lo acelera el proceso entregando un material de excelente calidad en forma de coloide.

Lombricompuesto: es un abono orgánico que se obtiene a partir de la acción de la lombriz californiana Con la lumbricultura se logra la producción de Lombricompuesto o humus de lombriz y es posible producirlo tanto a nivel familiar como a escala comercial. A nivel familiar para el abono de plantas y flores de jardín. A nivel comercial como fertilizante en horticultura, floricultura, fruticultura y agricultura.

Manejo de residuos: Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada

Materia orgánica: residuos vegetales, animales y de microorganismos en distintas etapas de descomposición, células y tejidos de organismos del suelo y sustancias sintetizadas por los seres vivos presentes en el suelo.

Orgánico: un compuesto orgánico es una sustancia que contiene carbono e hidrógeno y, habitualmente, otros elementos como nitrógeno, azufre y oxígeno. Los compuestos orgánicos se pueden encontrar en el medio natural o sintetizarse en laboratorio. La expresión sustancia orgánica no equivale a sustancia natural. Decir que una sustancia es natural significa que es esencialmente igual que la encontrada en la naturaleza. Sin embargo, orgánico significa que está formado por carbono.

Proceso de degradación: Proceso por el cual la materia orgánica contenida en la basura sufre reacciones químicas de descomposición (fermentación y oxidación) en las que intervienen microorganismos dando como resultado la reducción de la materia orgánica y produciendo malos olores.

Recolección: La acción de recibir los residuos sólidos de sus generadores y trasladarlos a las instalaciones para su transferencia, tratamiento o disposición final.

Residuos orgánicos: Los residuos orgánicos son los residuos de comida y restos del jardín. Son todos aquellos residuos que se descomponen gracias a la acción de los desintegradores.

INTRODUCCIÓN

En América Latina, los principales países productores de lombricompost (el cual resulta de la práctica de la lombricultura) son Chile, Brasil, Colombia, Argentina y Ecuador, estos países cuentan con grandes explotaciones industriales de lombriz roja californiana desde la década de los 70 (InfoAgro, 2017). Sin embargo, a mediados de los años 40 Estados Unidos encabeza la lista de explotación y venta del producto de carnada para la pesca, también, en Europa se hizo aprovechamiento del estiércol y residuos de materia orgánica para la obtención de carne y humus de lombriz; en Arabia Saudita dichos procesos se inclinaron a la recuperación de los suelos (Sierra, 2002).

En Colombia se produce entre 900.000 y 950.000 toneladas de abonos orgánicos, de los cuales el compost representa 90% y un 10% corresponde al lombricompost (Agronegocios, 2019). La lombricultura es una alternativa que permite el reciclaje y procesamiento de desechos de cultivos agrícolas, residuos orgánicos de cocina y excretas de animales de la finca mediante el manejo de la lombriz roja (*Eisenia foetida*), la cual consume dichos residuos convirtiéndola en abono orgánico. Igualmente, investigaciones realizadas por Ayedde *et al.*, (2004) mencionan que dicho procesamiento lo convierte en un abono óptimo para mejorar la calidad del suelo y el aumento de la producción de un cultivo, contribuyendo a una agricultura limpia, reduciendo el impacto ambiental, además, de ser un sistema de bajo costo siendo parte integral de los procesos agroecológicos y agroforestales.

El empleo de estos abonos orgánicos, los cuales se definen como fertilizantes de origen natural, cumplen un papel muy importante al corregir y mejorar las condiciones químicas de los suelos siendo además una buena alternativa para el manejo ecológico de los desechos contaminantes como basura orgánica, desperdicios de cocina (Leon, 2010). Un caso exitoso en el departamento de Nariño, lo reporta El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) en el año 2012, con la empresa Agrohumus - El Nogal Ltda. creada el 28 de septiembre del 2006, ubicada en la vereda el Carmelo, Gualmatan, Nariño; empresa constituida como sociedad limitada, dedicada a actividades de consultoría de gestión en transformación de residuos orgánicos, mediante la producción de abonos orgánicos con el manejo de lombricompost con lombriz roja californiana, convirtiéndose en una alternativa para solución a las deficiencias de nutrientes del suelo, permitiendo el enriquecimiento de las prácticas agroecológicas (Pineda, 2018).

De acuerdo con Corponariño (2017), en el municipio de San Andrés de Tumaco se presenta una problemática ambiental progresiva, ya que no cuenta con un manejo adecuado en la selección de los residuos (orgánicos, no orgánicos y reciclables), y su disposición final es en el carro recolector de basura. Frente a lo anterior, una alternativa para disminuir los

residuos orgánicos en la zona urbana y periurbana es mediante la producción de abonos orgánicos con el proceso de lombricompostaje, con la crianza y manejo de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), la cual se encarga de transformar los residuos orgánicos en abonos para la agricultura (Alcaldía municipal de Tumaco, 2017).

Por lo tanto, el uso del lombricompost, además de ser un fertilizante de origen natural, aporta muchos beneficios al suelo, siendo una alternativa para el manejo agroecológico de los desechos como basura orgánica, desperdicios de cocina, entre otros; por tal razón en departamentos como: Quindío, Cundinamarca, Bolívar, Risaralda, Sucre, Guajira, Santander, San Andrés Isla, Valle del Cauca, Antioquia, Huila, Tolima, Norte de Santander, Atlántico, se ha optado por este tipo de prácticas en la agricultura, con el fin de promover e implementar técnicas y prácticas de la agricultura orgánica en beneficio de la salud humana, animal y protección del medio ambiente en general (Díaz , 2002).

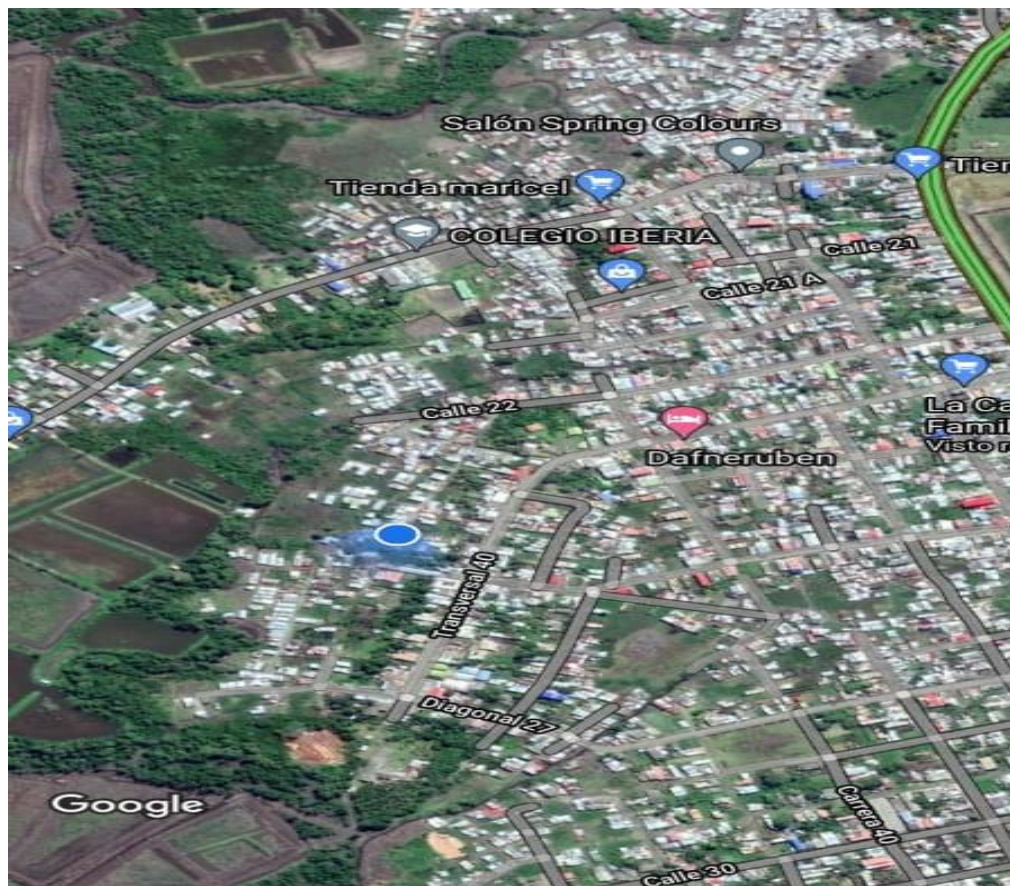
Con base a lo anterior, la presente investigación tuvo como finalidad la evaluación de diferentes sustratos orgánicos (cáscara de cacao, cascara de plátano y desechos de cocina), en la producción de lombricompost con la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), Se calculó el período de tiempo de descomposición y transformación de la materia orgánica a humus por tipo de sustrato, mediante el análisis fisicoquímico de los abonos obtenidos se comparó los nutrientes por abono y se determinó el costo de producción de cada lombricompost.

MATERIALES Y METODOS

Localización

El presente estudio se llevó a cabo en la finca La Unión Victoria, municipio de Tumaco (figura 1), ubicado en la costa pacífica del departamento de Nariño, entre las coordenadas geográficas 1° 48' N y 78° 45' 53'' O. Se caracteriza tener una altitud entre 0 hasta los 150 m.s.n.m., con suelos salinos, una velocidad del viento de 8km/h, temperatura promedio entre 26 a 29°C, precipitación media anual entre 2.800 a 3.500 mm, brillo solar de 1.062 h/año, humedad relativa del 88%, con una clasificación de bosque húmedo tropical y muy húmedo tropical (Ecured, 2003).

Figura 1. Ubicación espacial barrio Unión Victoria del municipio de Tumaco



Adaptado de (Google Maps, 2020).

Diseño experimental

El diseño utilizado para este experimento fue un DIA (Diseño Irrestrictamente al Azar) con 4 tratamientos y 3 repeticiones, para un total de 12 tratamientos (figura 2). Las 12 camas tuvieron una dimensión de 1.0 x 1.0 x 0.30 cm por 0.40 cm de profundidad. Se utilizó 1kg de lombriz por unidad experimental en cada cama. El área de las parcelas fue de 1 m².

Figura 2. Diseño y distribución de camas para los tratamientos de lombricompost

T2	T1	T3	T4	T3	T4	T1	T2	T1	T2	T4	T3
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Fuente: Esta investigación.

- **Tratamiento 1:** 50 kg cascara de cacao picado al mes, 20 litros de agua (dependiendo de la capacidad de campo) por cada tratamiento. El cual se removía solo 1 vez cada 2 días y el riego cada 2 días).
- **Tratamiento 2:** 50 kg de residuos de comida picada al mes, 20 litros de agua (dependiendo de la capacidad de campo) por cada tratamiento. El cual se removía solo 1 vez cada 2 días y el riego cada 2 días).
- **Tratamiento 3:** 50 kg cascara de plátano picado 20 litros de agua (dependiendo de la capacidad de campo) por cada tratamiento. El cual se removía solo 1 vez cada 2 días y el riego cada 2 días).
- **Tratamiento 4:** 50 kg entre residuos de cascara de cacao, cascara de plátano y residuos de cocina, todo picado, 20 litros de agua (dependiendo de la capacidad de campo) por cada tratamiento. (16.6 kg de cascara de cacao, 16.6kg raquis de plátano y 16.6kg de residuos de cocina).

Se construyó un área para la preparación del humus con la lombriz roja californiana; además se realizó una infraestructura de cubierta de plástico, tablas y plástico para forrar las camas.

Para la preparación del alimento de las lombrices se realizó un pretratamiento o precomposteo consistió en una descomposición biológica llamada fase termófila o de higienización de 1 a 3 semanas, la cual se genera porque el material orgánico alcanza temperaturas mayores entre los 40-45°C y es aquí donde los microorganismos mesófilos son reemplazados por bacterias filamentosas (actinomicetos) y hongos. Sobre los 45°C aparecen bacterias termófilas, que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de carbono, como la celulosa y la lignina, lo cual ocasiona además del significativo aumento de la temperatura, una liberación de agua y solutos, destruyendo bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella spp*, los huevos de helminto, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado (FAO, 2013).

Se debe señalar que en todo el periodo de evaluación se utilizaron en total 600kg de residuos orgánicos, al mes 50kg por cada tratamiento, los cuales se incorporaban cada 15 días con 25kg de sustrato en las camas y se realizó una mezcla en un lugar aparte del entorno

de las lombrices haciendo uso de un poco de hojarasca para mejorar la fermentación y/o acelerar la descomposición (Basaure, 1993).

Además, la labor de la lombriz en la biotransformación de los sustratos se complementó con movimientos del material de partida (volteos). Dicho procedimiento se realizó con una periodicidad de 30 a 45 días, en donde se colocaron las capas inferiores del material sobre la superficie. Así mismo, para regular la temperatura en el sustrato, se aplicó la cantidad de agua necesaria para humedecer los primeros centímetros del material sin generar lixiviados y para tal efecto esta actividad se realizó cada 3 días, durante el primer mes, y una vez cada 15 días en el período restante.

Proceso metodológico

Cálculo del tiempo de descomposición y transformación de la materia orgánica a humus por tipo de sustrato

Para el cálculo del tiempo de descomposición y transformación de la materia orgánica, el cual se midió en días, se trabajó con la metodología de la FAO (2013), adaptada para este estudio, se midieron las variables como: temperatura y humedad, en la que se tuvo en cuenta la altura (0,30cm) de las camas para obtener la cantidad de lombricompost necesario, lo que permitió el análisis de sus propiedades, el periodo de evaluación fue de 90 días.

Las mediciones se realizaban cada 8 días, para la toma de temperatura y humedad se utilizó un termo higrómetro digital, para regular la temperatura se aplicó riego manual 3 veces por semana durante el primer mes y una vez cada 15 días en el periodo restante de la evaluación. Para la altura (cm) del material en cada cama, se midieron al azar tres puntos centrales de las camas al comienzo y al final del proceso. También se tuvo en cuenta el peso del lombricompost (kg) por metro cuadrado (m²) al final de la evaluación. Cada cama de compostaje se removió cada 30 a 45 días con pala hasta el término del proceso.

Teniendo en cuenta lo anterior, se elaboró una ficha que permitió llevar un registro adecuado de la información; luego se realizó el análisis de descomposición con el software Microsoft office Excel, donde se graficó los datos de los parámetros durante el tiempo de evaluación, que correspondió al comportamiento por cada tipo de sustrato y en cuanto a los lixiviados, no se trabajó con ellos.

Análisis de las propiedades fisicoquímicas de los sustratos obtenidos del humus de lombriz.

Las muestras de cada lombricompost fueron enviadas al laboratorio de bromatología y abonos orgánicos de la Universidad de Nariño, para el análisis fisicoquímico de las propiedades como humedad, carbono orgánico oxidable, capacidad de intercambio catiónico, capacidad de retención de agua, densidad aparente, nitrógeno, fósforo, potasio, zinc, manganeso y cobre, posteriormente se obtuvo los resultados de cada tipo de abono, cascara de cacao, residuos de cocina, cascara de plátano y mezclados, información suministrada en la tabla 1, donde se midió la acidez (pH) usando el método potenciométrico con una relación suelo: agua 1:2,5 (método INIA 3-3.1). Para determinar los niveles de materia orgánica se trabajó con el método INIA 7.7.1, donde se oxida la materia orgánica con $K_2Cr_2O_7$ en medio considerablemente ácido. Con posterioridad se midió la absorbancia de la solución resultante en espectrofotómetro de absorción molecular a una longitud de onda de 600 nm (Sadzawka, 2006).

Tabla 1. Indicadores químicos de los análisis para los abonos orgánicos (lombricompost)

ENSAYO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA
Humedad	Secado en dos pasos	Gravimétrica	g/100g
Carbono orgánico Oxid	Walkley Black	Colorimétrica	g/100g
Nitrógeno	Kjeldahl	Titulométrica	g/100g
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica	g/100g
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	g/100g
Capacidad Intercambio Catiónico	NTC 5167	Titulométrica	cmol (+)/Kg
Densidad aparente	NTC 5167	Gravimétrica	g/mL
Capacidad Retención Agua	NTC 5167	Gravimétrica	g/100g
pH	NTC 5167	Electrométrica	-
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	m/kg
Manganeso	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	m/kg
Cobre	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	m/kg

Fuente: (Universidad de Nariño, 2021)

El análisis de estos resultados se rigió bajo la norma NTC 5167, la cual establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben ser sometidos los productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes para la industria agrícola. Por lo tanto, se realizó una revisión bibliográfica en donde se evidencian las características de un lombricompost final y de esta manera efectuar una comparación para determinar si este cumple con la norma colombiana NTC 5167 o no acata la misma (ICONTEC, 2020).

Determinación del costo de producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) de los diversos tipos de sustrato.

Se trabajó con la metodología de Bishop (2005), adaptada para este estudio, para lo cual se tuvo en cuenta todos los insumos utilizados, *Eisenia foetida*, bolsas ziploc, plásticos para el techo, papelería, cámara fotográfica, cinta métrica, palas, alquiler del lote, tablas, termohigrómetro digital, serruchos, martillos, guantes, lombrices, son de costos fijos y los de costos variables son, cascara de cacao, cascara de plátano, residuos de cocina, refrigerios, transporte, para conocer los costos de producción de cada lombricompost, luego de cuantificarlo, se utilizó las siguientes formulas:

Costo total: Se obtiene con el fin de sumar todos los gastos que se pagan para adquirir un producto y se calcula de la siguiente manera:

$$CT = CF + CV$$

Donde:

- CT = Costo total
- CF = Costo fijo
- CV = Costo variable

Costo de producción: se obtiene para producir un servicio o un bien, en donde para calcular el costo por unidad de 1 Kg de lombricompost la fórmula es:

$$CP = CT/N$$

Donde:

- CP = Costo de producción de 1 Kg de lombricompost de lombriz.
- CT = Costo total
- N = Número de producción de lombricompost, sumatoria de todos los tratamientos en kg.

Así mismo, se registró el costo de los materiales y de la mano de obra por metro cuadrado (m²) del lombricultivo teniendo en cuenta la depreciación y la vida útil de la estructura techada. Se registró el tiempo requerido, para la realización de cinco actividades básicas: cargue de desechos de cocina, cáscara de cacao, plátano y desechos de cocina, volteo del sustrato, riego, acondicionamiento de trampas y cosecha de lombricompost (empaque, pesaje y cargue).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

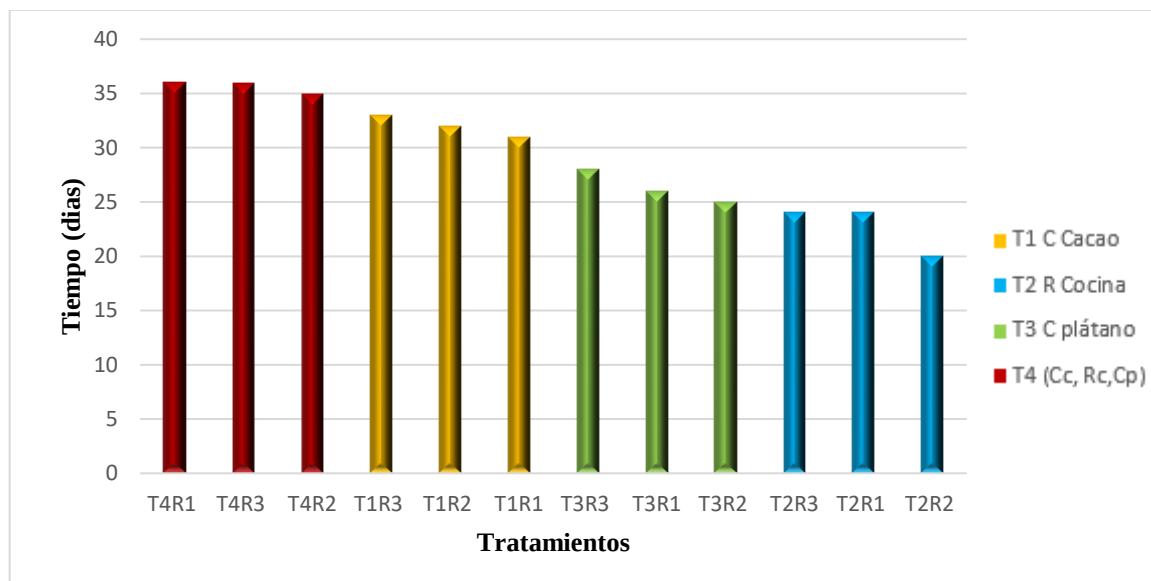
Tiempo de descomposición y transformación de la materia orgánica a humus por sustrato

Se calculó el tiempo de descomposición y transformación en días, con un seguimiento cada 8 días, se tomó los datos de las variables de temperatura y humedad con termohigrómetro digital, se presentó una temperatura promedio de 26°C y una humedad promedio de 73%, el tiempo de transformación final tuvo un promedio de 66 días y de descomposición de 29 días. Se midió la altura de las camas de abono con cinta métrica, para que no sobrepasaran los 0,30cm tomando al azar tres puntos centrales al comienzo y al final del proceso. Como medidas de manejo se aplicó riego de forma manual 3 veces por semana en horas de la mañana, en el primer mes, para el segundo y tercer mes se realizó cada 15 días (Romero, 2004); (Castillo, 2010).

Tiempo de descomposición de la materia orgánica a humus por tipo de sustrato

Se trabajó el tiempo de descomposición de la materia orgánica en cada uno de los tratamientos, el cual varió de (20 ± 36 días), presentando diferencias significativas en los tratamientos T2 y T3 (20 ± 28 días); para los tratamientos T1 y T4 se tuvo mayor tiempo de descomposición (31 ± 36 días), como se observa en la figura 3. Los resultados se relacionan con lo reportado por Zavaleta (2000), con períodos de descomposición del material orgánico entre (32 ± 45 días), estas diferencias de tiempo pueden deberse a diversos factores ambientales o insumos que influyen en el proceso. Siendo de gran relevancia el material orgánico, tiempo de descomposición y las camas de lombricompost (Garcia & Solano, 2005), puesto que las lombrices (*Eisenia foetida*), procesan mejores los desechos orgánicos en etapas avanzadas de descomposición, por ello se requiere utilizar diferentes tipos de especies vegetales en porcentajes adecuados (Ferruzzi, 2001).

Figura 3. Tiempo de descomposición de la materia orgánica por tratamiento



Fuente: Esta investigación

Mediante prueba de Tukey (95%), se presentó diferencias significativas ($p > 0,05$), el tratamiento T2 obtuvo menor tiempo de descomposición (22 días), para el tratamiento T4, se obtuvo mayor tiempo de descomposición (35 días), como se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Prueba de comparación de Tukey para calcular el tiempo de descomposición

Tratamientos	Medias	Grupos
2	22,00	A
3	26,33	B
1	32,00	C
4	35,67	D

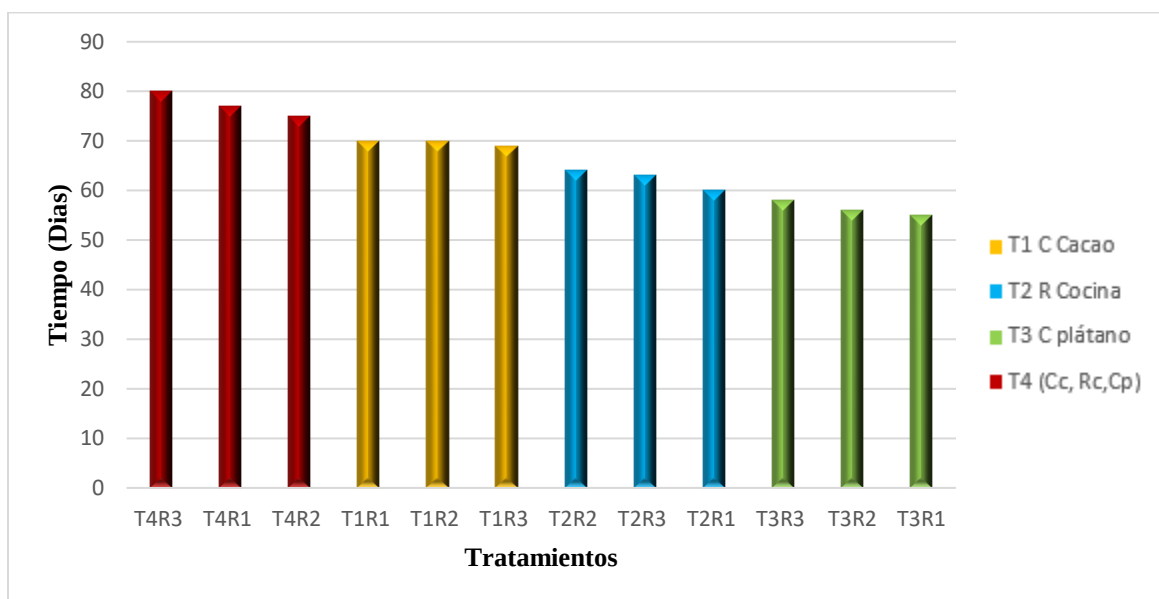
Fuente: Esta investigación

Tiempo de transformación de la materia orgánica a humus por tipo de sustrato

Se trabajó el tiempo de transformación de la materia orgánica en cada uno de los tratamientos, el cual estuvo entre (55 ± 80 días), presentando diferencias significativas en los tratamientos T3 y T2 (58 ± 63 días); para los tratamientos T1 y T4 se tuvo mayor tiempo de transformación (70 ± 80 días), como se observa en la figura 4. Referente a este proceso Espinoza (2004), manifiesta que, en un estudio con otros tipos de especies vegetales y estiércol de vacuno, se determinó que el tiempo de transformación mínimo, máximo y

promedio fueron de 55, 79 y 67 días, comparado con los resultados del presente estudio son menores debido al buen control de la temperatura, humedad y pH en el proceso de composteo. De acuerdo con el INIA (2008), asegura que la transformación de la materia orgánica por acción de las lombrices dependerá de la temperatura ambiental y la altitud, es decir, que a mayor altitud y menor temperatura mayor el tiempo de conversión.

Figura 4. Tiempo de transformación de la materia orgánica por tratamiento de lombricompost



Fuente: Esta investigación

Mediante prueba de Tukey (95%), se presentó diferencias significativas ($p > 0,05$), el tratamiento T3 obtuvo menor tiempo de transformación (56 días), para el tratamiento T4, se obtuvo mayor tiempo de transformación (77 días), como se presenta en la tabla 3.

Tabla 3. Prueba de comparación de Tukey par a calcular el tiempo de transformación

Tratamientos	Medias	Grupos
3	56,33	A
2	62,33	B
1	69,67	C
4	77,33	D

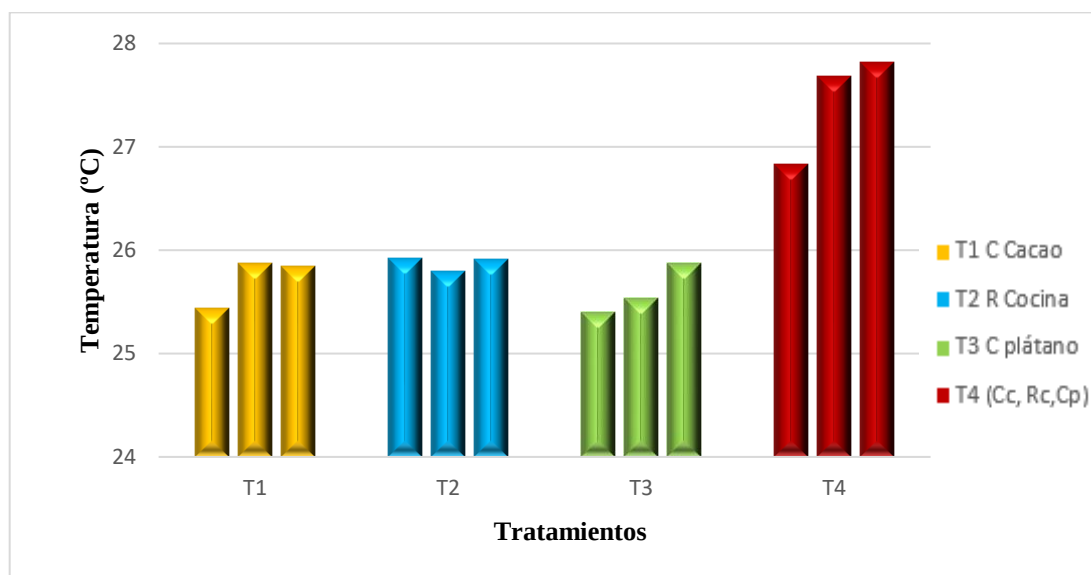
Fuente: Esta investigación

Valores de temperatura

Se tomó los valores de temperatura en cada uno de los sustratos (Figura 5), no se presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$), teniendo en cuenta que hubo un precomposteo previo

antes de iniciar con la toma de datos, por lo tanto, en el desarrollo del experimento se trató de mantener un ambiente óptimo para que las lombrices se pudieran desarrollar y así mismo conservar el rango de temperatura. Sin embargo, se evidenció una menor temperatura en T3 (25°C) y una mayor temperatura en T4 (27°C), estos resultados fueron similares al estudio realizado por Martínez *et. al* (2018), los cuales obtuvieron una temperatura mínima de 25°C y una máxima de 29°C. Permaneciendo en las condiciones óptimas de temperatura entre 20-33°C (Fajardo, 2002). Para la reproducción promedio de 5 cocones ò cápsulas donde se alojarán por semana los huevos fecundados de *E. foetida* (Hernandez, 1997).

Figura 5. Valores de temperatura por tratamiento de lombricompost



Fuente: Esta investigación

Mediante prueba de Tukey (95%), no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$), entre los tratamientos de temperatura, se puede mencionar que el valor de los tratamientos está en un rango de 1,92 a 2,01, como se observa en la tabla 4.

Tabla 4. Prueba de comparación de Tukey para valores de temperatura

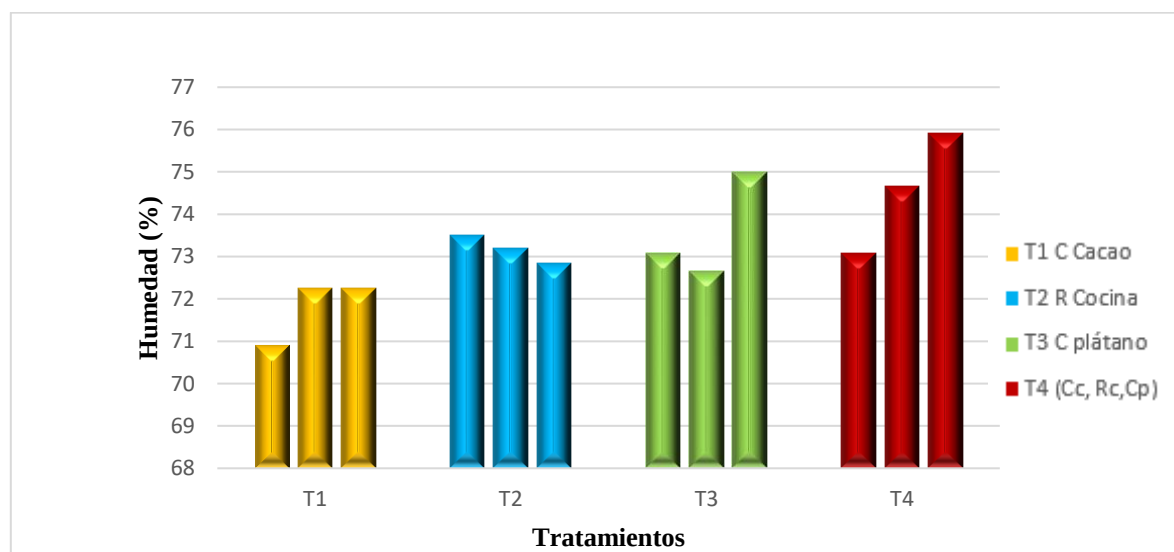
Tratamientos	Medias	Grupos
2	1,94	A
4	1,95	A
1	2,01	A
3	2,01	A

Fuente: Esta investigación

Valores de humedad

Se midió los valores de humedad en cada uno de los sustratos como se muestra en la figura 6, en donde se obtuvo un valor similar, por lo que en el desarrollo del experimento se trató de mantener un ambiente óptimo para que las lombrices se pudieran desarrollar y así mismo conservar el rango de humedad. Sin embargo, podemos decir que el tratamiento que presentó una menor humedad fue el T1 (72) y el tratamiento que presentó la mayor humedad fue del T4 (74), estos resultados fueron similares a los reportados por Paco *et. al*, (2012), donde en su estudio obtuvieron una humedad del 81%, siendo el promedio más alto y el más bajo del 77%. Lo cual, de acuerdo con, Tenecela (2012), indica que la humedad debe ser alrededor del 75% para facilitar la digestión y el deslizamiento de la lombriz por el material. Una humedad superior al 85 % hace que las lombrices entren en un período de latencia y se afecta la producción de lombricompost y la reproducción (Cajas, 2009).

Figura 6. Valores de humedad por tratamiento de lombricompost



Fuente: Esta investigación

La prueba de Tukey (95%), no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$), entre los tratamientos de humedad, se puede mencionar que el valor de los tratamientos está en un rango de 1,94 a 2,04, como se observa en la tabla 5.

Tabla 5. Prueba de comparación de tukey para valores de humedad

Tratamientos	Medias	Grupos
1	1,94	A
3	1,98	A
2	1,98	A

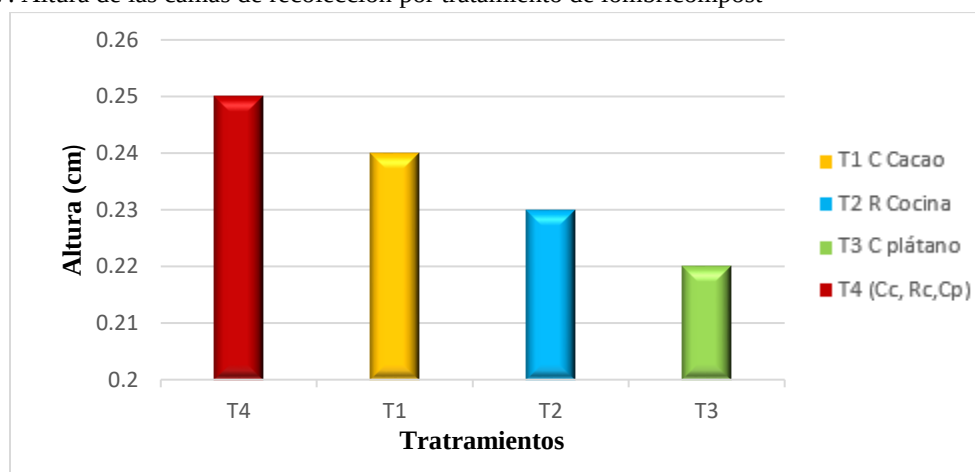
4	2,04	A
---	------	---

Fuente: Esta investigación

Altura de las camas de recolección

Se tuvo en cuenta la medición de la altura en el proceso para la recolección del lombricompost, por su función inversa, entre más disminuía el nivel de materia orgánica en las camas mayor sería la obtención, y cuando menos fuera su disminución, menor sería la cantidad a obtener. Sin embargo, en la figura 7, se puede observar que el tratamiento que presentó un mayor índice de altura fue el T4 con (0,25cm), por lo que la cantidad obtenida es menor que en los demás sustratos y el tratamiento que presento una menor altura fue el T3 con (0,22cm), obteniendo un mayor porcentaje de lombricompost.

Figura 7. Altura de las camas de recolección por tratamiento de lombricompost



Fuente: Esta investigación

Mediante la prueba de Tukey al 95%, se presentó diferencias significativas ($p > 0,05$), los tratamientos T1, T2, T4, tuvieron igual altura (0,25cm), para el tratamiento T3, se obtuvo una mayor altura (0,22cm), como se presenta en la tabla 6.

Tabla 6. Prueba de comparación de tukey para valores de altura

Tratamientos	Medias	Grupos
3	0,22	A
2	0,25	B
1	0,25	B
4	0,25	B

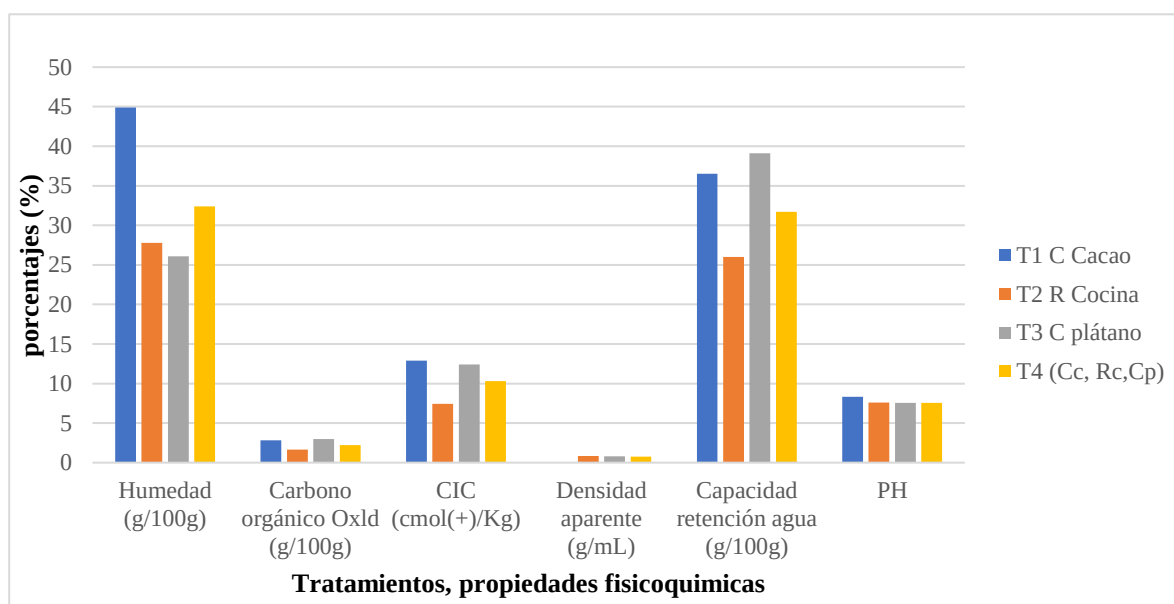
Fuente: Esta investigación

Propiedades fisicoquímicas de los tipos de sustratos

En los resultados del análisis de las propiedades fisicoquímicas de los diferentes tipos de sustrato utilizados para la producción de lombricompost, entregados por el laboratorio y siendo comparados con la norma NTC 5167, se identificó que no todas las muestras cumplen con los parámetros establecidos, más sin embargo cabe resaltar que las propiedades como humedad, densidad aparente y pH se encuentran en el rango establecido por la norma, como se muestra en a figura 8.

- **Humedad:** la norma establece que debe estar en un valor máximo de 35%, por ende, los tratamientos que se encontraron en este rango fueron los T2 (27%), T3 (26,1%), T4 (32%), de acuerdo con la FAO (2013), esto se evidenció gracias al buen secado que tuvieron antes de ser enviado al laboratorio, cabe destacar que este factor es importante para el desarrollo de microorganismos en el sustrato y por ser el medio por el cual se transportan las sustancias y nutrientes (FONAG, 2010).
- **Densidad aparente:** cuyo valor máximo debe ser del 0.6g/mL, el único tratamiento que cumplió con la norma fue el T1 (0,524 g/mL). Según lo manifestado por Martinez (2013), la densidad del material está estrechamente relacionada con la retención de agua, por lo que a medida que el tamaño disminuye, por ende la densidad aumenta.
- **pH:** según la norma debe estar en un rango de (4 ± 9) , en el cual todos los tratamientos cumplen con este parámetro. Estos resultados se relacionan con lo reportado por Castillo *et. al*, (2000), el cual manifiesta que todos los tratamientos se encuentran cercanos al rango de neutralidad y sus niveles de pH no superan el 6, ya que se trata del rango donde los nutrientes son más asimilables y por lo tanto adoptaran la mayoría de los cultivos, para obtener los mejores rendimientos y una mayor productividad
- **El carbono orgánico oxidable:** Debe ser mínimo del 15 g/100g, por lo que ninguno de los tratamientos evaluados presenta las características requeridas. Mas sin embargo este elemento tiene la característica de poder aumentar la diversidad biológica y los micronutrientes del abono (Mona & Vivas, 2019).
- **Capacidad de intercambio catiónico:** el valor mínimo debe ser del 30 cmol (+) /Kg, en donde ninguno de los tratamientos cumple con la norma. La CIC es fundamental pues este valor nos indica el potencial para retener e intercambiar nutrientes y haciendo que los suelos tengan una mayor fertilidad (Fajardo, 2002).
- **Capacidad de retención de agua:** un valor mínimo del 100 /100g, se observa que ninguno de los tratamientos cumple con este parámetro. Es importante porque es la cantidad de agua que un suelo puede retener y después poner en disposición de la planta y está determinada por la textura y cantidad de espacios porosos donde se aloja el aire y agua (Castillo, 2010).

Figura 8. Propiedades fisicoquímicas por tratamiento de lombricompost



Fuente: Esta investigación

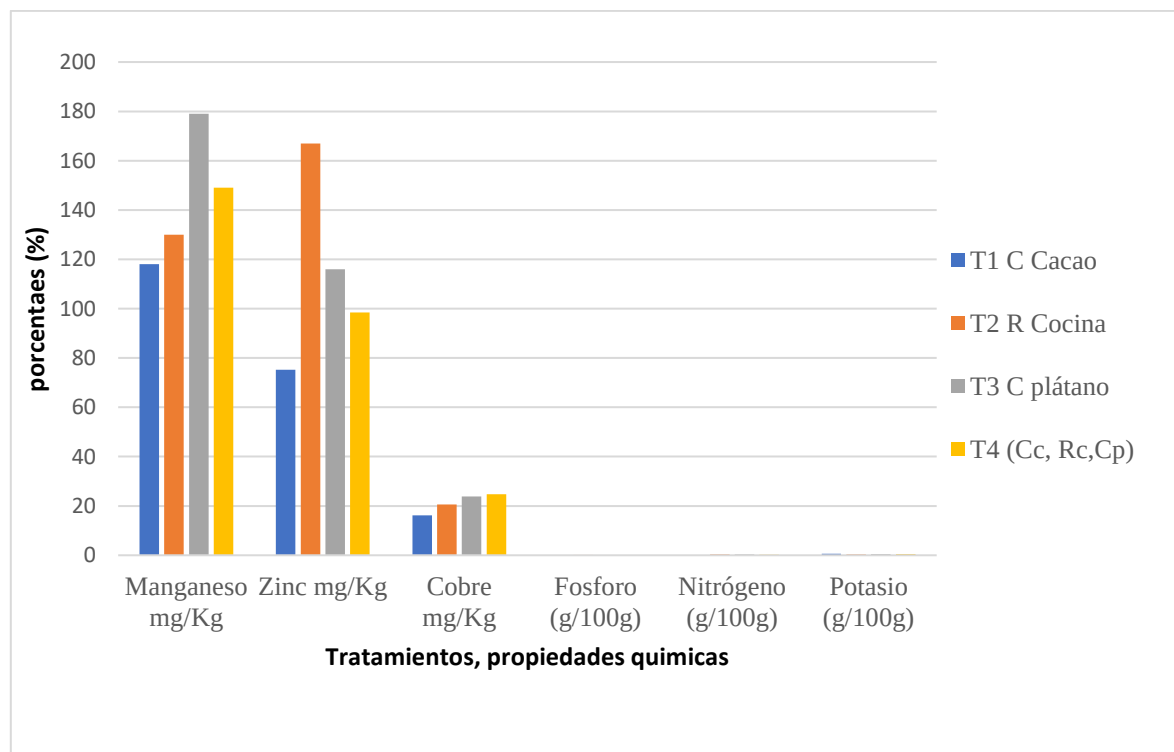
Los macro y micronutrientes son esenciales para la calidad del producto final, de acuerdo con los resultados obtenidos y según la norma NTC 5167 de 2004, estos resultados están por debajo de los valores mínimos, para que el lombricompost pueda ser comercializado, como se muestra en la figura 9.

- **Zinc:** los valores presentados no cumplen con los parámetros establecidos por la norma, según Vogtman *et. al*, (1993), el zinc es utilizado en la formación de clorofila y algunos carbohidratos, y en la conversión de almidones en azúcares; su presencia en el tejido foliar ayuda a las plantas a resistir las bajas temperaturas. Es fundamental en la formación de auxinas, mismas que coadyuvan a la regulación del desarrollo y a la elongación del tallo.
- **Cobre y manganeso:** Los valores presentados por estos dos elementos, no cumplen con la norma, por lo que sus datos están por debajo de los parámetros mínimos. Según Chen (2018), el manganeso es un importante micronutriente para las plantas, que contribuye al funcionamiento de varios procesos biológicos incluyendo la fotosíntesis, la respiración y la asimilación de nutrientes. El cobre ayuda a formar lignina en las paredes celulares, que proporcionan soporte para mantener las plantas en posición vertical (InfoAgro, 2017).
- **Fosforo, nitrógeno y potasio:** El contenido de nitrógeno, fosforo y potasio obtuvieron un promedio de 0,26, 0,13 y 0,46, donde de acuerdo con la norma deben estar con un valor mínimo del 1% en el cual ninguno de los tratamientos cumplió con los parámetros. Mas sin embargo en un estudio realizado por Leon (2010), en un vermicompost derivado de forraje y estiércol de caballo, reportó valores similares de

0,29, 0,15, y 0,43 de N-P-K, por los resultados anteriores se puede inferir que la composición y concentración de los nutrimentos están en función del origen del sustrato utilizado. Los elementos como el N, P y K son descritos como los tres factores esenciales en la nutrición vegetal (Hu *et al.*, 2016). El N, frente a la ausencia o bajo abastecimiento de nutrientes, la fijación biológica del nitrógeno se ve limitada debido a que es importante para el crecimiento, capacidad fotosintética y síntesis de clorofila (Divito & Sadras, 2014). El P, participa en procesos como la transferencia de energía, respiración y fotosíntesis. El K, es el catión inorgánico primordial que participa en procesos fisiológicos y metabólicos como la homeostasis (Marschner, 2012).

Los resultados de laboratorio realizados a los tratamientos presentaron algunas condiciones acordes a lo establecido en la NTC 5167 de 2004, sin embargo, es preciso aclarar que, respecto al porcentaje de humedad, el lombricompost generado en el tratamiento T1, debe ser pasado por un proceso de secado, para retirar el exceso de humedad que tiene, y así poder cumplir con los límites establecidos por la norma, en caso de querer ser comercializado más adelante. El lombricompost obtenido se puede evaluar por un tiempo más prolongado para que aumenten ciertos parámetros y así tenga mejor calidad al cumplir con la norma y posteriormente ser comercializado.

Figura 9. Propiedades químicas por tratamiento del lombricompost



Fuente: Esta investigación

Determinación del costo de producción de humus de *E. foetida* en diversos tipos de sustrato.

Se trabajó el costo de producción de lombricompost con un área de 26 m², utilizando 1kg de lombrices adultas, en cada uno de los tratamientos. En el transcurso de este experimento se utilizaron los siguientes materiales: bolsas ziplot, plásticos para el techo, cinta métrica, palas, tablas, serruchos, martillos, guantes, lombrices y polisombra por un valor de (\$478.000), estos fueron de costos fijos y los costos variables, cascara de cacao, cascara de plátano, residuos de cocina (\$80.000).

Los costos fijos (CF): Son aquellos cuyo monto total no se modifica de acuerdo con la actividad de producción.

Los costos variables (CV): Son los costos que varían acorde al nivel de producción.

Costo total

$$CT = CF + CV$$

$$CT = \$478.000 + \$80.000$$

$$CT = \$558.000 \text{ (Costo total de los 4 tratamientos en los 90 días de evaluación)}$$

Para el costo de producción promedio

$$CP = CT/N$$

$$CP = \$558.000 / 192$$

$$CP = \$2,906$$

El costo de producción promedio de 1kg de lombricompost es de \$2,906 pesos.

Producción por cada tratamiento

- T1 (Cascara de cacao): 48kg*2,906 = \$139.488
- T2 (Residuos de cocina): 48kg*2,906 = \$139.488
- T3 (Cascara de plátano): 50kg*2,906 = \$145.300
- T4 (Cc, Rc, Cp): 46kg*2,906 = \$133.676

Teniendo en cuenta que el costo de instalación inicial fue de \$478.000, la inversión de instalación se recupera en esta evaluación a los 90 días, después de la producción al sumar todos los tratamientos, obteniendo un total de \$557.952.

Sé midió la producción de lombricompost por tratamientos, dónde se aplicó la prueba de comparación tukey con probabilidad del 95%, en la cual se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos T3(50kg) y T4(46kg), como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Prueba de comparación de tukey para producción de lombricompost

Tratamientos	Medias	Grupos
4	46	A
2	48	A B
1	48	A B
3	50	B

Fuente: Esta investigación

Según Mirli (2018), por cada metro cuadrado de las camas, se asume un aporte de 100 kg de sustrato alimenticio compostado, lo que permite obtener a cosecha una media de 70 a 80 kg de humus de lombriz, en un periodo de 2 a 3 meses. En esta investigación se obtuvo en cada uno de los tratamientos, T1 (48kg), T2 (48kg), T3 (50kg) y T4 (46kg), de acuerdo con la literatura la producción fue baja, lo que se puede atribuir al tiempo que duro el experimento o a distintos factores.

En cultivos extensivos, la aplicación es de 7 – 10 T/ha de compost, sin embargo, cada cultivo necesita una cantidad específica de nutrientes, y esta cantidad depende en parte del rendimiento esperado del cultivo, y así mismo calcular el requerimiento real de fertilizantes teniendo en cuenta otros factores tales como las reservas de nutrientes del suelo, y la inmovilización o pérdida del nutriente cuando se aplica, ya sea por fijación o lixiviación (Roman *et. al*, 2013). El desarrollo del lombricompost es viable, en la medida en que se logre obtener un buen conocimiento, para poder hacer un buen manejo de los sustratos y de las lombrices, según la relación beneficio costo, esta dependerá siempre de las personas que realicen la evaluación, ya que si es directamente un agricultor la inversión que hará será muy mínima, porque el material que utilizara lo encontrara directamente en su finca.

CONCLUSIONES

El tiempo de descomposición y transformación de los sustratos a humus presentaron diferencias significativas en cada uno de los tratamientos. Los valores de temperatura y humedad estuvieron en un rango óptimo en todos los tratamientos, por lo cual las lombrices pudieron desarrollarse y hacer una buena elaboración de lombricompost. El cálculo de la altura de las camas permitió saber que tratamientos obtuvieron una mayor y menor producción de lombricompost.

El análisis fisicoquímico entregado por el laboratorio de bromatología y abonos orgánicos de la Universidad de Nariño y comparado bajo los parámetros de la norma NTC 5167 de 2004, presentaron valores de humedad, densidad aparente y pH, en un buen rango en la mayoría de los tratamientos para que el lombricompost sea comercializado, Sin embargo los demás nutrientes esenciales como el Nitrógeno, fósforo, potasio, manganeso, Zinc, cobre, les faltó un mayor tiempo de evaluación y así estar en los estándares precisos para garantizar una mejor calidad del producto, además para que los requisitos que establece la norma puedan mejorar en el lombricompost, es necesario evaluar el pH desde el inicio del experimento y así llevar un control de las características y factores que pueden favorecer una mejor calidad del humus de lombriz a obtener.

La producción de lombricompost es una alternativa rentable y económica, en donde el costo de producción de 1kg de lombricompost equivale a \$2.906, lo que permite obtener la recuperación de la inversión y garantizar una ganancia en 90 días.

RECOMENDACIONES

Tener en cuenta los tiempos de alimentación de las lombrices, para que, al momento de hacer la remoción seguida de los sustratos, no queden expuestas a las condiciones directas del clima.

Realizar el lombricompost en el mismo sitio en donde se tenga la plantación.

Realizar la aplicación del lombricompost obtenido en este estudio, para observar si es eficiente en el desarrollo de plántulas en vivero o en cultivos agrícolas.

Para optimizar los resultados es aconsejable la realización de precomposteo para el sustrato a utilizar en la alimentación de las lombrices pase por sus primeras fases o picos de temperatura, y así mismo mantener un ambiente adecuado para su óptimo desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

Agronegocios, (2019). EL LOMBRICOMPOST REPRESENTA SOLO EL 10% DEL ABONO ORGANICO QUE SE PRESENTA EN COLOMBIA. Agronegocios, 3-4p.

Alcaldía municipal de Tumaco, (2017). Acuerdo n° 008 de septiembre - plan de desarrollo, editorial Alcaldía municipal. Tumaco: alcaldía municipal.

Ayedde, O.J., Fraire, L., & Cortés, C.J., (2004). "Lombriz *Eisenia* como alternativa de manejo de subproductos pecuarios en el CECAF, macupa, tabasco". Memoria de residencia profesional ITa No.28. 48p.

Basaure, P. B., (1993). Manual de Lombricultura, SALTER, R.M. y SCHOLLENBERG, C.J. 1938, Farm Manure, Soils and Men, Yearbook of Agriculture, Washington, USA, 450p. Chile.

Bishop, R., (2005). Conceptos básicos de costos. Ediciones Intermitencia Madrid-España. p.400.

Cajas, S. F., (2009). Efecto de la Utilización de Aserrín en la Combinación con Estiércol Bovino "Como Sustrato en la Producción de Humus de Lombriz (*Eisenia Foética*) Lombriz Roja Californiana". Escuela superior de chimborazo, Ingenieria Zootecnica, 22pp. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2397/1/17T1013.pdf>.

Castillo A.E., Silvio H., & Quarín M.C., (2000). Lombrices elaboradas a partir de residuos orgánicos puros y combinados. Chile: Agricultura Técnica de Chile. (60):1.

Castillo, T. J., (2010). Análisis de lombricompost a partir de diferentes sustratos. Trabajo de investigación, especialización en cultivos perennes industriales. Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 61p.

Chen, j., (2018). La función del manganeso en el cultivo de plantas. Pthorticulture, 22-30p.

Corponariño, (2017). Plan de gestión ambiental regional 2016-2036. Consultado el [25 de junio de 2021]. Obtenido de https://drive.google.com/file/d/1hpjp_hio2qji9oydv3zfiaqy5csqytc/view

Díaz, E., (2002). Guía de lombricultura: una alternativa de producción para emprendedores y productores del agro. Argentina - La Rioja. Argentina - la Rioja: Agencia de desarrollo económico y Comercio Exterior - ADEX. 57p.

Divito, G., & Sadras., (2014). How do phosphorus, potassium and sulphur affect plant growth and biological nitrogen fixation in crop and pasture legumes? A meta-analysis. Field Crops Res. 156, 161-171.

Ecured., (2003). Localización del municipio de Tumaco ecuRed. Consultado el [11 de Marzo de 2020]. Obtenido de <http://www.ecured.cu>.

Fajardo, V., (2002). Manual Agropecuario. Bogotá, Colombia: 1a ed.

FAO, (2013). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de Fuente original: <https://sites.google.com/site/wwwwheniheny/home22327>

Ferruzzi, C., (2001). Manual de lombricultura. Primera Edición. Editorial MundiPrensa. Madrid-España.139p.

FONAG, (2010). Abonos orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación san. Quito, Ecuador: Puente fona 24p.

García, C., & Solano, F., (2005). Cría de la lombriz de tierra una alternativa ecológica y rentable. Universidad de Cundinamarca. Ubaté., 316 p.

Giraldo, M., (2007). Cría de la lombriz de tierra. Bogotá, Colombia. Instituto mayor campesino. 12 p.

Hernández, G., (1997). Lombricultura en la escuela agro técnica general cabrera red. Uruguay: Escuela agro técnica. 4p.

ICONTEC, (2020). Norma técnica NTC colombiana 5167. Consultado el [25 de junio de 2021]. Obtenido de [http://abonos orgánicos, norma+tecnica+colombiana+para+fertilizantes*orgánicos](http://abonos.orgánicos,norma+tecnica+colombiana+para+fertilizantes*orgánicos)

InfoAgro, (09 de agosto de 2017). Lombricompost, Vermicompost y humus de lombriz. Consultado el [11 de marzo de 2020]. Obtenido de <https://mexico.infoagro.com/lombricompost-vermicompost-o-humus-de-lombriz/>

INIA, (2008). Proyecto “Conservación in situ de los cultivos nativos y sus parientes silvestres”. Producción y uso del humus de lombriz: Colombia: INIA. 7-14pp.

León, P., (2010). Estudio de Diferentes Sistemas de Aceleración para la descomposición orgánica y producción de Humus de lombriz roja. Tesis de grado.ESPOCH.Rio bamba Ecuador. 45-57p.

Marschner, H., (2012). Mineral nutrition of higher plants. . Efecto de dosis de nitrógeno, fósforo y potasio. Academia Press, Londres, UK.3rd ed.

Marshal, J., (1979). Comparison des immobilisations minerales de quatre cultivars de bananiers a fruits por cuisson at de duex 'Cavendis'. Fruits, 34p.

Martínez, C., (2013). Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Santiago de Chile, 26-35p.

Mirli, J., (2018). Manual de lombricultura. venezuela: Salamanca 1ed. 38.40p.

Mona, S., & Vivas, F., (2019). Producción de abono a partir del uso de diferentes dietas de procedencia orgánica para el proceso de vermicompostaje y compostaje. AUTONOMA de Occidente, 81-84p.

Paco, G., Murguía, M., Mamani., & Sainz, H., (2012). Efecto de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida* durante el composteo y vermicomposteo en predio de la estación experimental de la unidad académica campesina Carmen pampa, 6-11p.

Pineda, C., (2018). Vive la UNAB. Lombrices empujan emprendimiento en Nariño. Consultado el [28 de julio de 2021]. Obtenido de <http://vivelaunab.blogspot.com/2018/12/lombrices-empujan-emprendimiento-en.html>

Román, P., Martínez, M., & Alberto, P., (2013). Manual de compostaje. Santiago de Chile: 2ed, 29-34p.

Romero, F., (2004). Estudio Productivo de la Lombriz Roja Alimentada con Residuos de Cocina. Tesis de Grado. ESPOCH. Riobamba, Ecuador, 52-56p.

Sadzawka, R., (2006). Métodos de análisis de suelos recomendados para los suelos de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Serie Actas INIA N° 34, Santiago, Chile, 164p.

Shuldt, J., (2004). Consideraciones acerca del origen de los materiales destinados al vermicompostaje y su destino como abono. Necesidad de una normativa ad hoc. Actitudes recomendables para Argentina. J. Nacional de Lombricultura, Gral. Cabrera, Córdoba. Buenos Aires, A. 6ta, 13-20p.

Sierra, C., (2002). Manual Agropecuario: Tecnologías orgánicas de la granja integral, 5-7p.

Tenecela, X., (2012). Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos. Tesis, Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 7p.

Universidad de Nariño., (2021). Laboratorio de bromatología y abonos orgánicos de la universidad de Nariño. Pasto.

Vogtmann, H., Fricke K., & Turk T., (1993). Contenido de nutrientes de características físicas de calidad, metales pesados y productos químicos orgánicos en compost de desechos biogénicos, 69-87p.

ANEXOS

Anexo 1: Tiempo de descomposición de la materia orgánica por tratamiento de lombricompost

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN DE LOS SUSTRATOS	TIEMPO (DIAS)
T1R1	Cascara de cacao	32
T1R2		31
T1R3		33
T2R1	Residuos de cocina	22
T2R2		20
T2R3		24
T3R1	Cascara de plátano	26
T3R2		25
T3R3		28
T4R1	Residuos de cocina, cascara de cacao y cascara de plátano	36
T4R2		35
T4R3		36
Promedio de tiempo de descomposición		29

Anexo 2: Tiempo de transformación de la materia orgánica por tratamiento de lombricompost

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN DE LOS SUSTRATOS	TIEMPO (DIAS)
T1R1	Cascara de cacao	70
T1R2		70
T1R3		69
T2R1	Residuos de cocina	60
T2R2		64
T2R3		63
T3R1	Cascara de plátano	55
T3R2		56
T3R3		58
T4R1	Residuos de cocina, cascara de cacao y cascara de plátano picado	77
T4R2		75
T4R3		80
promedio de tiempo de Transformación		66

Anexo 3: Valores de temperatura por tratamiento de lombricompost

VALORES DE TEMPERATURA (°C)												
FECHA	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3	T4R1	T4R2	T4R3
23/10/2020	20,1	18,2	18	22	23,5	25	21	24,3	21	22,4	18,7	24
30/10/2020	22	21	22	20,2	24,1	20,2	22	19,2	20,2	24,6	22,8	23,7
6/11/2020	25	25,5	24	28,1	26,1	25,4	26,3	27,8	26	23	25,6	26
13/11/2020	27,7	26	27,1	27,2	28,2	26,3	27,4	25	28,6	30,4	28	30,1
20/11/2020	29,1	28	26,6	28,3	27	28,2	25,1	26	28,5	29,1	29	28
27/11/2020	25,2	27,2	25,8	32,4	26	28,4	26,5	28,6	29,1	32,4	27,1	27,2
4/12/2020	23,1	26,3	26,5	29	28	27	28,3	27,5	28	31,7	25	28
11/12/2020	19,4	25,7	26,1	25,8	25,1	28	25,3	25,8	27,7	32,8	26,7	27,2
18/12/2020	18,3	26	25,6	25,9	25,2	24,1	26,1	24,3	28	27,8	31,3	29,9
25/12/2020	25,7	25,2	27,8	26,1	26,3	25	25	26,1	26,2	30,5	30,5	31,1
1/01/2021	30	31,2	30	24,7	25	26,6	24	25	25,1	30,9	29	30
8/01/2021	31,8	29,8	29	23,2	25	26,8	27	25,3	22,1	32	28,3	27

Anexo 4: Valores de humedad por tratamiento de lombricompost

VALORES DE HUMEDAD (%)												
FECHA	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3	T4R1	T4R2	T4R3
23/10/2020	63	72	65	64	72	70	65	64	70	71	68	69
30/10/2020	70	68	66	62	69	64	68	72	71	65	70	72
6/11/2020	72	70	71	77	68	70	67	70	73	77	80	82
13/11/2020	65	69	70	72	69	71	76	72	77	78	78	80
20/11/2020	75	72	73	76	70	73	79	74	76	79	75	79
27/11/2020	73	75	72	76	77	78	82	76	79	69	74	73
4/12/2020	70	73	75	79	81	78	79	77	75	69	68	70
11/12/2020	69	71	76	80	77	75	73	75	77	81	82	79
18/12/2020	76	77	79	77	80	73	70	68	71	69	70	74
25/12/2020	73	71	70	67	66	70	69	73	74	70	72	69
1/01/2021	70	72	69	73	71	69	73	74	77	79	81	83
8/01/2021	75	77	81	79	78	83	76	77	80	70	78	81

Anexo 5: Datos de altura de las camas por tratamiento de lombricompost

ALTURA (cm)												
FECHA	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3	T4R1	T4R2	T4R3
23/10/2020	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
6/11/2020	0,21	0,24	0,23	0,24	0,23	0,23	0,22	0,21	0,20	0,24	0,23	0,25
20/11/2020	0,24	0,25	0,25	0,27	0,27	0,26	0,15	0,17	0,18	0,25	0,26	0,24
4/12/2020	0,24	0,25	0,27	0,26	0,25	0,26	0,17	0,18	0,15	0,24	0,24	0,25
18/12/2020	0,22	0,23	0,25	0,24	0,25	0,24	0,12	0,13	0,11	0,25	0,25	0,23
1/01/2021	0,20	0,22	0,21	0,23	0,23	0,22	0,10	0,11	0,10	0,21	0,23	0,22
Promedio	T1 0,24			T2 0,23			T3 0,18			T4 0,25		

Anexo 6: Datos de producción de lombricompost

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN DE LOS SUSTRATOS	TIEMPO (3 Meses)
T1	cascara de cacao (kg)	48
T2	residuos de cocina (kg)	48
T3	cascara de plátano (kg)	50
T4	cascara de cacao, residuos de cocina, cascara de plátano (kg)	46
Total		192

Anexo 7: Análisis de laboratorio para el tratamiento T1: Cascara de Cacao

 Universidad de Nariño FUNDADA EN 1989	SECCIÓN DE LABORATORIOS REPORTE DE RESULTADOS		Página: 1 de 1	
			Versión: 3	
			Vigente a partir de: 2020-05-08	

LABORATORIO		BROMATOLOGÍA - ABONOS ORGÁNICOS				
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		REPORTE No. LB-R- 002A-21		
Usuario: Ivan Andres Delgado Vargas - Sary Viviana Arboleda Nit o cédula: 87068457 Dirección: Cr 27 No 1-21 Urbanización Rincon Panameracana Teléfono: 3108247741, 3117102635 Correo electrónico: ivan.delgado@udenar.edu.co		Muestra: Abono orgánico. T1 Cáscara de cacao Procedencia: Tumaco (Nariño) Responsable del Muestreo: Sary V. Arboleda C, Karen Y. Rodríguez N.		Código muestra: 009-21		
Fecha de Recepción Muestra en Laboratorio Fecha de Emisión del Reporte		AA 21 AA 21 AA 21	MM 04 MM 04 MM 07	DD 01 DD 26 DD 14		
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO		2021-04-30 a 2021-07-06				
ENSAYO SOLICITADO		Fisicoquímico				

ENSAYO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Abono orgánico. T1 Cáscara cacao	NTC 5167
Humedad	Secado en dos pasos	Gravimétrica	g/100g	44,9	≤ 30
Materia seca	Secado en dos pasos	Gravimétrica	g/100g	55,1	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	46,8	≤ 60
Pérdidas por volatilización	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	8,27	
Carbono orgánico Oxid	Walkley Black	Colorimétrica	g/100g	2,83	≥ 15
Nitrógeno	Kjeldahl	Titulométrica	g/100g	0,149	≥ 1
Relación C / N	Cálculo matemático	Cálculo matemático	-	19,0	
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	0,438	
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica	g/100g	0,130	
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	0,237	
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	0,649	
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Turbidimétrica	g/100g	0,058	
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	0,993	
Manganeso	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	mg/Kg	118	
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	mg/Kg	75,2	
Cobre	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	mg/Kg	16,2	
Capacidad Intercambio Catiónico	NTC 5167	Titulométrica	cmol (+)/Kg	12,9	≥ 30
Densidad aparente	NTC 5167	Gravimétrica	g/mL	0,524	≤ 0,6
Capacidad Retención Agua	NTC 5167	Gravimétrica	g/100g	36,5	≥ 100
pH	NTC 5167	Electrométrica	-	8,31	4 - 9
Conductividad (25°C)	NTC 5167	Electrométrica	dS/m	10,4	
CaO	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	0,613	
P ₂ O ₅	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica	g/100g	0,297	≥ 1
MgO	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	0,393	
K ₂ O	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	0,782	≥ 1

OBSERVACIONES	
Nota a	Información suministrada por el usuario
Expresión de Resultados	Con base a muestra húmeda
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA	
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.	

<i>Original firmado</i> Gloria Sandra Espinosa Narváez. TQ-00219	<i>Original firmado</i> Raquel Gabriela Córdoba Bolaños. PQ-5356
---	---

Anexo 8: Análisis de laboratorio para el tratamiento T2: Residuos de cocina

 Universidad de Nariño FUNDADA EN 1984	SECCIÓN DE LABORATORIOS REPORTE DE RESULTADOS		Código: LBE-PRS-FR-76	
			Página: 1 de 1	
			Versión: 3	
			Vigente a partir de: 2020-05-08	

LABORATORIO		BROMATOLOGÍA - ABONOS ORGÁNICOS				
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		REPORTE No. LB-R- 002B-21		
Usuario: Ivan Andres Delgado Vargas - Sary Viviana Arboleda Nit o cédula: 87068457 Dirección: Cr 27 No 1-21 Urbanización Rincón Panamericana Teléfono: 3108247741, 3117102635 Correo electrónico: ivan.delgado@udenar.edu.co		Muestra: Abono orgánico. T2 Residuos de cocina Procedencia: Tumaco (Nariño) Responsable del Muestreo: Sary V. Arboleda C, Karen Y. Rodríguez N.		Código muestra: 010-21		
Fecha de Muestreo: AA 21 MM 04 DD 01 Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: AA 21 MM 04 DD 26 Fecha de Emisión del Reporte: AA 21 MM 07 DD 14						
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO		2021-04-30 a 2021-07-06				
ENSAYO SOLICITADO		Fisicoquímico				
ENSAYO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Abono orgánico. T2 Resid cocina	NTC 5167	
Humedad	Secado en dos pasos	Gravimétrica	g/100g	27,8	≤ 30	
Materia seca	Secado en dos pasos	Gravimétrica	g/100g	72,2		
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	67,0	≤ 60	
Pérdidas por volatilización	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	5,23		
Carbono orgánico Oxid	Walkley Black	Colorimétrica	g/100g	1,63	≥ 15	
Nitrógeno	Kjeldahl	Titulométrica	g/100g	0,334	≥ 1	
Relación C / N	Cálculo matemático	Cálculo matemático	-	4,88		
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	0,344		
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica	g/100g	0,099		
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	0,263		
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	0,366		
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Turbidimétrica	g/100g	0,055		
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	1,49		
Manganeso	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	mg/Kg	130		
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	mg/Kg	167		
Cobre	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	mg/Kg	20,6		
Capacidad Intercambio Catiónico	NTC 5167	Titulométrica	cmol (+)/Kg	7,43	≥ 30	
Densidad aparente	NTC 5167	Gravimétrica	g/mL	0,847	≤ 0,6	
Capacidad Retención Agua	NTC 5167	Gravimétrica	g/100g	26,0	≥ 100	
pH	NTC 5167	Electrométrica	-	7,58	4 - 9	
Conductividad (25°C)	NTC 5167	Electrométrica	dS/m	8,15		
CaO	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	0,481		
P ₂ O ₅	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica	g/100g	0,226	≥ 1	
MgO	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	0,436		
K ₂ O	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	0,441	≥ 1	
OBSERVACIONES						
Nota a		Información suministrada por el usuario				
Expresión de Resultados		Con base a muestra húmeda				
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA						
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.						

Original firmado

Original firmado

Anexo 9: Análisis de laboratorio para el tratamiento T3: Cascara de plátano

 Universidad de Panamá FUNDADA EN 1915	SECCIÓN DE LABORATORIOS REPORTE DE RESULTADOS	Código: LBE-PRS-FR-76 Páginas: 1 de 1 Versión: 3 Vigente a partir de: 2020-05-08
--	--	--

LABORATORIO		BROMATOLOGÍA - ABONOS ORGÁNICOS					
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		REPORTE No. LB-R-		9020-21	
Usuario: Ivan Andrea Delgado Vargas - Sary Viviana Arboleda		Muestra: Abono orgánico. T3 Cascara de plátano		Código muestra		011-21	
NIT o cédula: 87058457		Procedencia: Tomaco (Nariño)					
Dirección: Cr 27 No 1-21 Urbanización Rincon Panamericano		Responsable del Muestreo *		Sary V. Arboleda C, Karen Y. Rodriguez N.			
Teléfono: 3108247741, 3117102635		Fecha de Muestreo *		AA	21	MM	04
Correo electrónico: ivan.delgado@up.edu.co		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio		AA	21	MM	04
		Fecha de Emisión del Reporte		AA	21	MM	07
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO		2021-04-30 a 2021-07-08					
ENSAYO SOLICITADO		Fiticoquímico					
ENSAYO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Abono orgánico. T3 Casc. plátano	NTC S167		
Humedad	Secado en dos pasos	Gravimétrica	g/100g	36,1	≤ 30		
Materia seca	Secado en dos pasos	Gravimétrica	g/100g	73,9			
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	65,6	≤ 60		
Pérdidas por volatilización	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	8,31			
Carbono orgánico Deld	Walkley Black	Colorimétrica	g/100g	2,87	≤ 10		
Nitrógeno	Njedahl	Titulométrica	g/100g	0,319	≤ 1		
Relación C / N	Cálculo matemático	Cálculo matemático	-	9,31			
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	g/100g	0,514			
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica	g/100g	0,161			
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	g/100g	0,293			
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	g/100g	0,423			
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Turbidimetría	g/100g	0,072			
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	g/100g	1,37			
Manganeso	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	mg/Kg	179			
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	mg/Kg	116			
Cobre	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	mg/Kg	23,8			
Capacidad Intercambio Catiónica	NTC S167	Titulométrica	cmol (+)/kg	12,4	≤ 30		
Densidad aparente	NTC S167	Gravimétrica	g/mL	0,808	≤ 0,8		
Capacidad Retención Agua	NTC S167	Gravimétrica	g/100g	39,1	≥ 100		
pH	NTC S167	Electrométrica	-	7,57	4 - 9		
Conductividad (25°C)	NTC S167	Electrométrica	μS/cm	2,08			
CaO	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	g/100g	0,719			
P ₂ O ₅	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica	g/100g	0,368	≤ 1		
MgO	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	g/100g	0,486			
K ₂ O	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopía A.A.	g/100g	0,509	≤ 1		
OBSERVACIONES							
Nota a		Información suministrada por el usuario					
Expresión de Resultados		Con base a muestra húmeda					
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA							
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.							

Original firmado

Gloria Sandra Espinosa Narváez. TQ-032191
 Tec. Laboratorio Bromatología y Abonos Orgánicos
 Elaboración del Reporte 14/07/2021

Original firmado

Raquel Gabriela Córdoba Salazar. PQ-03388
 Tec. Laboratorio Bromatología y Abonos Orgánicos
 Revisión del Reporte 14/07/2021

FIN REPORTE DE RESULTADOS

Anexo 10: Análisis de laboratorio para el tratamiento T4: Cascara de cacao, residuos de cocina y cascara de plátano

 Universidad de Nariño FUNDADA EN 1999	SECCIÓN DE LABORATORIOS REPORTE DE RESULTADOS				Página: 1 de 1	
					Versión: 3	
					Vigente a partir de: 2020-05-08	

LABORATORIO		BROMATOLOGÍA - ABONOS ORGÁNICOS					
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		REPORTE No. LB-R- 002D-21			
Usuario: Ivan Andres Delgado Vargas - Sary Viviana Arboleda Nit o cédula: 87068457 Dirección: Cr 27 No 1-21 Urbanización Rincon Panameracana Teléfono: 3108247741, 3117102635 Correo electrónico: ivan.delgado@udenar.edu.co		Muestra: Abono orgánico, T4 Cáscara de cacao, Residuos de cocina y Cáscara de plátano Procedencia: Tumaco (Nariño) Responsable del Muestreo ^a : Sary V. Arboleda C, Karen Y. Rodríguez N.		Código muestra: 012-21			
Fecha de Muestreo ^a : Fecha Recepción Muestra en Laboratorio: Fecha de Emisión del Reporte:		AA 21 AA 21 AA 21		MM 04 MM 04 MM 07		DD 01 DD 26 DD 14	
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO		2021-04-30 a 2021-07-06					
ENSAYO SOLICITADO		Fisicoquímico					
ENSAYO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Abono orgánico, T4	NTC 5167		
Humedad	Secado en dos pasos	Gravimétrica	g/100g	32,4	≤ 30		
Materia seca	Secado en dos pasos	Gravimétrica	g/100g	67,6			
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	61,1	≤ 60		
Pérdidas por volatilización	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	6,52			
Carbono orgánico Oxid	Walkley Black	Colorimétrica	g/100g	2,23	≥ 15		
Nitrógeno	Kjeldahl	Titulométrica	g/100g	0,258	≥ 1		
Relación C / N	Cálculo matemático	Cálculo matemático	-	8,63			
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	0,397			
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica	g/100g	0,141			
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	0,249			
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	0,429			
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Turbidimétrica	g/100g	0,057			
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	1,42			
Manganeso	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	mg/Kg	149			
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	mg/Kg	98,4			
Cobre	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	mg/Kg	24,7			
Capacidad Intercambio Catiónico	NTC 5167	Titulométrica	cmol (+)/Kg	10,3	≥ 30		
Densidad aparente	NTC 5167	Gravimétrica	g/mL	0,749	≤ 0,6		
Capacidad Retención Agua	NTC 5167	Gravimétrica	g/100g	31,7	≥ 100		
pH	NTC 5167	Electrométrica	-	7,57	4 - 9		
Conductividad (25°C)	NTC 5167	Electrométrica	dS/m	6,82			
CaO	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	0,556			
P ₂ O ₅	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica	g/100g	0,323	≥ 1		
MgO	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	0,414			
K ₂ O	Oxidación húmeda, EAA	Espectroscopia A.A.	g/100g	0,517	≥ 1		
OBSERVACIONES							
Nota a		Información suministrada por el usuario					
Expresión de Resultados		Con base a muestra húmeda					
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA							
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.							

Original firmado

Gloria Sandra Espinosa Narvez, TQ-00219

Original firmado

Raquel Gabriela Córdoba Bolaños, PQ-5356

Anexo 11: Registro fotográfico del proceso de establecimiento y toma de variables en los diferentes tipos de sustratos

		
Elaboración de camas de compostaje.	Llenado de las camas con tierra estéril.	Adecuación de las camas con techo de plástico
		
Material picado de cascara de cacao, de plátano y residuos de cocina.	Material picado de cascara de plátano.	Material picado de cascara de cacao.

		
Recolección y picado de residuos de cocina	Lombriz Roja Californiana (<i>Eisenia Foetida</i>)	Camas terminadas para el proceso de lombricompost
		
Toma de temperatura lombricompost en el tratamiento T1.	Toma de temperatura lombricompost en el tratamiento T2.	Toma de temperatura lombricompost en el tratamiento T3.

		
Toma de temperatura y humedad lombricompost en el tratamiento T4.	Proceso de lombricompostaje en el tratamiento T1	Proceso de lombricompostaje en el tratamiento T2
		
Proceso de lombricompostaje en el tratamiento T3	Recolección y empaque del lombricompost (T3) para envío realizar el análisis de laboratorio	Recolección y empaque del lombricompost (T4) para envío realizar el análisis de laboratorio.

