



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS
DESTINADOS A LA PLANTA DE BIOINSUMOS DEL CANTÓN SUCÚA
MEDIANTE TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS: TAKAKURA Y
LOMBRICULTURA.

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Ambiental

AUTORES: MAYRA LILIANA GUALAN TENE
LUIS RAMIRO PACHECO PACHECO
TUTORA: BQF. ANGÉLICA GEOVANNA ZEA COBOS, MSc.

Cuenca - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Mayra Liliana Gualan Tene con documento de identificación N° 1950022887 y Luis Ramiro Pacheco Pacheco con documento de identificación N° 0106564776; manifestamos que:

Somos las autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 29 de febrero del 2024

Atentamente,



Mayra Liliana Gualan Tene

1950022887



Luis Ramiro Pacheco Pacheco

0106564776

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Mayra Liliana Gualan Tene con documento de identificación N° 1950022887 y Luis Ramiro Pacheco Pacheco con documento de identificación N° 0106564776, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autoras del Trabajo experimental: “Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos destinados a la planta de bioinsumos del cantón Sucúa mediante tratamientos biológicos: takakura y lombricultura.”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 29 de febrero del 2024

Atentamente,



Mayra Liliana Gualan Tene

1950022887



Luis Ramiro Pacheco Pacheco

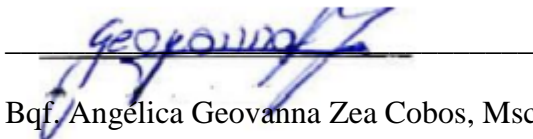
0106564776

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Angélica Geovanna Zea Cobos con documento de identificación N° 0103638730, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DESTINADOS A LA PLANTA DE BIOINSUMOS DEL CANTÓN SUCÚA MEDIANTE TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS: TAKAKURA Y LOMBRICULTURA., realizado por Mayra Liliana Gualan Tene con documento de identificación N° 1950022887 y por Luis Ramiro Pacheco Pacheco con documento de identificación N° 0106564776, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 29 de febrero del 2024

Atentamente,



Bqf. Angélica Geovanna Zea Cobos, Msc.

0103638730

DEDICATORIA

Al hombre y a la mujer de mi vida Enrique y Maria, a quienes les debo todo: El amor, el respeto, la motivación, la perseverancia, la confianza y sobre todo el sacrificio que han hecho por mí, jamás existirán palabras que complementen todo lo que siento por ustedes, el orgullo que siento al ser su hija, no hay manera que pueda expresar el infinito amor y el profundo agradecimiento que tengo por ustedes mis padres.

Desde el primer día confiaron en mí, siempre impulsándome a cumplir lo que me proponía sin importar las veces en las que me caí, gracias por jamás dejarme sola y ser mi fortaleza en todo este proceso.

Esta etapa ya finaliza y se la dedico exclusivamente a ustedes en recompensa a todo lo que han invertido en mí, los amo mucho gracias papitos de mi vida Enrique Gualan y María Tene.

Con amor su hija.

- *Mayra Liliana Gualan Tene*

Para los pilares que han sido la base fundamental de mis logros mis padres Rebeca y Marcelo, que son un ejemplo de vida y amor, el cual me apoyaron y contuvieron en los momentos malos y buenos. Gracias por enseñarme a sobresalir en los momentos más difíciles sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento.

Desde el primer día de mi existencia mis padres me han sabido proteger, inculcar buenos valores, mis principios, mi perseverancia y me han enseñado a ser la persona que soy hoy. Todo esto con una enorme dosis de amor, comprensión y sin pedir nada a cambio.

- *Luis Ramiro Pacheco Pacheco*

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la virgen María por escuchar principalmente las oraciones de mi madre, y de esta manera permitirme finalizar esta etapa de mi vida, que considero la más importante hasta el momento.

A mis padres Enrique y Maria que son el pilar fundamental en mi vida sin ellos nada de esto fuese posible, gracias papi y mami las palabras se quedan cortas ante ustedes.

A mis hermanos, Damián, Sandra, Shení, Ángel, Nicxon, Vanesa y Katty, que nunca me falto su apoyo incondicional todos los días, no pude haber tenido mejores hermanos, los amo tanto.

A nuestra tutora, la Dra. Geovanna Zea, por habernos guiado en este proyecto y haber compartido con nosotros una vez más su sabiduría, sin ella nada de esto fuese posible, gracias por la confianza en nosotros.

Al GAD de Sucúa, por habernos abierto las puertas de su bella institución y facilitarnos todo lo necesario para llevar a cabo este proyecto, principalmente al Ing. Diego Culcay encargado de la planta de bioinsumo, a la técnica Betty Cajamarca encargada de la elaboración de compostaje en el relleno sanitario de Macas que nos compartieron todos sus conocimientos y nos acompañaron en todo el proceso a lo largo del proyecto.

- Con cariño Mayra Gualan

Agradezco a Dios por estar presente en mi vida y por permitirme culminar una etapa más en mi formación profesional, a mis padres, hermanos, abuelita y primos que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis metas personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades.

A nuestra tutora la Dra. Geovana Zea, por brindarnos su apoyo y paciencia durante el transcurso de este proyecto, además, por compartir sus conocimientos en cada una de las etapas de nuestra vida universitaria que han sido necesarias para cumplir esta meta, siendo una gran profesional y amiga a la vez.

Al Ing. Diego Culcay por aperturas nos las puertas del GAD de Sucua y asesoramiento durante el aprovechamiento de la materia orgánica para elaboración de abonos orgánicos de igual manera a la técnica Betty Cajamarca encargada de la elaboración de compostaje en el relleno sanitario de Macas.

- Con cariño Luis Pacheco

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como finalidad el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos destinados a la Planta de Bioinsumos ubicada en la parroquia Huambi perteneciente al cantón Sucúa de la provincia de Morona Santiago, con la aplicación de tratamientos biológicos como compostaje y vermicompostaje a través del método de Takakura y la técnica de Lombricultura respectivamente.

Se inició con la caracterización de la materia orgánica y posteriormente se realizó tres formulaciones con tres repeticiones de cada una, variando la cantidad de residuo sólido orgánico, la cantidad de semilla de takakura y lombriz californiana que son los encargados de descomponer y transformar los residuos sólidos orgánicos en abono orgánico. Se mantuvieron monitoreos constantes de dos veces por semana para controlar las características físicas principalmente (temperatura, humedad, pH y conductividad) de la misma manera se monitoreo los parámetros químicos al inicio, durante y final de los procesos de descomposición de la materia orgánica. Dándonos como resultado mediante la aplicación del método de takakura, que la formulación de 50 kg de residuos sólidos orgánicos y 50 kg de semilla de takakura se obtuvo 80 kg de compostaje el cual tiene concentraciones de nutrientes de 1,03 % de nitrógeno, 0,90 % de fósforo y 1,1 % de potasio en un tiempo estimado de 65 días. Mediante la aplicación de la técnica de lombricultura, la formulación de 60 kg de residuos sólidos orgánicos y 1,5 kg de lombriz californiana dio como resultado 38 kg de vermicompostaje con concentraciones de nutrientes de 0,95 % de nitrógeno, 0,69 % de fósforo y 1,05 % de potasio, en un tiempo estimado de 73 días. Cabe destacar que se aplicó la formulación denominada testigo para visualizar el comportamiento de los residuos sólidos orgánicos sin ningún tipo de tratamiento ni intervención humana, la formulación se inició con 50 kg de residuos y se obtuvo concentraciones de nutrientes de 0,257% de nitrógeno, 0,01 % de fósforo, 0,18% de potasio y 15 kg de abono orgánico. Esta formulación sirve como base para realizar comparaciones con las aplicaciones biológicas empleadas (Takakura y Lombricultura), demostrando de esta manera la formulación óptima a usar para una descomposición mucho más rápida y con mejores concentraciones en cuanto a nutrientes.

Palabras claves: Takakura, Lombricultura, Abono orgánico, Residuo, Compostaje, Vermicompostaje, Parametros.

ABSTRACT

The purpose of this titling work is the use of organic solid waste destined for the Bioinputs Plant located in the Huambi parish belonging to the Sucúa canton of the Morona Santiago province, with the application of biological treatments such as composting and vermicomposting through the method of Takakura and the vermiculture technique respectively.

It began with the characterization of organic matter and subsequently three formulations were made with three repetitions of each one, varying the amount of organic solid waste, the amount of takakura seed and Californian worm that are responsible for decomposing and transforming solid waste. organics in organic fertilizer. Constant monitoring of twice a week was maintained to control the physical characteristics mainly (temperature, humidity, pH and conductivity) in the same way the chemical parameters were monitored at the beginning, during and end of the decomposition processes of organic matter. Giving us as a result by applying the takakura method, that the formulation of 50 kg of organic solid waste and 50 kg of takakura seed was obtained 80 kg of compost which has nutrient concentrations of 1.03% nitrogen, 0, 90% phosphorus and 1.1% potassium in an estimated time of 65 days. By applying the vermiculture technique, the formulation of 60 kg of organic solid waste and 1.5 kg of Californian worms resulted in 38 kg of vermicomposting with nutrient concentrations of 0.95% nitrogen, 0.69% phosphorus and 1.05% potassium, in an estimated time of 73 days. It should be noted that the formulation called control was applied to visualize the behavior of organic solid waste without any type of treatment or human intervention, the formulation began with 50 kg of waste and nutrient concentrations of 0.257% nitrogen were obtained, 0.01% phosphorus, 0.18% potassium and 15 kg of organic fertilizer. This formulation serves as a basis for comparisons with the biological applications used (Takakura and Vermiculture), thus demonstrating the optimal formulation to use for a much faster decomposition and with better concentrations in terms of nutrients.

Keywords: Takakura, Vermiculture, Organic fertilizer, Residue, Composting, Vermicomposting, Parameters.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema.....	1
1.2. Delimitación.....	2
1.2.1. Delimitación en tiempo de estudio.....	2
1.2.2. Delimitación geográfica.....	3
1.3. Descripción del problema.....	6
1.4. Justificación del problema.....	6
1.5. Objetivos.....	7
1.5.1. Objetivo General.....	7
1.5.2. Objetivos Específicos.....	7
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Ubicación.....	8
2.2. Marco Legal.....	10
2.2.1. Constitución de la república del Ecuador.....	10
2.2.2. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 “Toda una vida”.....	10
2.2.3. Código Orgánico del Ambiente (COA).....	11
2.2.4. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente.....	11
2.3. Parámetros físico químicos de la calidad de abono.....	12
2.3.1. Humedad.....	13
2.3.2. Temperatura.....	14
2.3.3. pH.....	14
2.3.4. Los NPK.....	14
2.4. Método de Cuarteo.....	14
2.5. Residuo.....	15
2.5.1. Clasificación de residuos.....	15
2.5.2. Según su origen:.....	15
2.5.3. Según su biodegradabilidad:.....	16
2.5.4. Tipificación de los residuos sólidos urbanos.....	16
2.6. Residuos Sólidos Urbanos (RSU).....	17
2.6.1. Generación de RSU.....	17
2.7. Tipos de tratamiento los RSU orgánicos.....	17
2.7.1. Abonos orgánicos.....	17
2.7.2. Tipos de abonos orgánicos.....	18
2.7.3. Diferencia entre vermicompost y compost.....	19

2.8.	Agar PDA.....	19
2.9.	Análisis estadístico para la comparación de abonos.....	20
3.	METODOLOGÍA.....	20
3.4.	Trituración de los residuos orgánicos.....	23
3.5.	Elaboración del compostaje mediante la aplicación del método de Takakura.....	24
3.5.1.	Preparación de la solución dulce.....	24
3.5.2.	Preparación de la solución salada.....	26
3.5.3.	Elaboración de la semilla de Takakura.....	29
3.5.4.	Mezcla de los residuos sólidos orgánicos y la semilla de Takakura.....	35
3.6.	Elaboración del vermicompostaje mediante la técnica de lombricultura.....	40
3.6.1.	Elaboración de las celdas para los tratamientos.....	40
3.6.2.	Introducción de las lombrices en los residuos sólidos orgánicos.....	42
3.7.	Monitoreo de los parámetros fisicoquímicos de los abonos orgánicos el compostaje yvermicompostaje.....	47
3.7.1.	Parámetros fisicoquímicos.....	50
3.7.2.	Parámetros físicos.....	51
3.7.3.	Parámetros químicos.....	52
3.8.	Identificación de los hongos presentes en el proceso del takakura.....	54
3.8.1.	Procedimiento para la identificación de los hongos en el laboratorio.....	56
4.	RESULTADOS.....	81
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	104
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	106

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema

El estado de Sucúa cuenta con importantes recursos naturales, que se utilizan principalmente para el turismo y la producción agrícola, y alrededor del 60 % de su superficie total se encuentra en dos áreas protegidas: el Parque Nacional Sangay y el Bosque Refugio de Cutucu, que se consideran de gran biodiversidad (Huambi GAD, 2015).

En Sucúa, diariamente se producen residuos tanto orgánicos como inorgánicos debido a su constante crecimiento poblacional y la actividad turística que existe, esto deja como resultado una excesiva generación de residuos, esto se debe al escaso conocimiento sobre cultura ambiental, los residuos son desechados en terrenos baldíos, enterrados o arrojados en ríos y quebradas, los cuales suman un intenso deterioro de las fuentes hídricas y potencial contaminante ambiental.

La cantidad de residuos orgánicos per cápita en las zonas residenciales del estado Sucúa es de 0,46 kg/cápita/día, valor ligeramente superior al valor de 0,41 kg/cápita/día publicado por AME-INEC (2018). En el caso de las empresas, el valor de los residuos orgánicos fue de 0,81 kg/habitante/día, por encima del nivel medio (0,41 kg/habitante/día); esto se debió al aumento de la población y al crecimiento de las instalaciones comerciales y turísticas como hoteles, mercados y minimercados (Cando et al., 2018).

Sucúa es una planta de tratamiento de insumos biológicos en la parroquia Huambi, cantón Sucúa, que cuenta con la infraestructura suficiente para la producción de abono orgánico y la planta cuenta con espacio para el almacenamiento temporal de todos los sólidos orgánicos producidos en la planta. En Huambi la producción de vermicompostaje ha sido afectada por un mal manejo de los residuos y de esta manera se ha perdido grandes cantidades de lombrices. debido a la falta de trabajadores, la mala gestión y la cantidad de materiales orgánicos entrantes (Huambi GAD, 2015).

La generación de residuos sólidos orgánicos es de 58% aproximadamente, los mismos que son destinados a la planta de Bioinsumos ubicada en la Parroquia Huambi, en donde se realiza la creación de Humus, abono orgánico creado por la lombriz californiana, método que no abastece para la descomposición de los residuos sólidos orgánicos que genera Sucúa.

Los principales residuos sólidos orgánicos son de origen vegetal generado por las actividades antrópicas en estas tenemos: restos de comida y mercados, cáscaras de fruta, residuos domésticos de jardinería, etc (Toro et al., 2017).

Según el INEC, el 96% de los residuos se depositan en vertederos y solo el 4% se recicla. De los residuos del vertedero, el 66,5% son residuos orgánicos y el 33,5% restante son residuos inorgánicos, la mayoría de los cuales pueden ser reciclados si se clasifican adecuadamente. Pero al final del día, todo se tira (INEN, 2021).

En Sucúa se realiza la separación de residuos orgánicos e inorgánicos, zonas urbanas y rurales del cantón, por lo general los desechos orgánicos en zonas rurales principalmente es desechada de manera general a terrenos baldíos, enterrada, en algunos casos arrojada a quebradas o ríos (PDOT, 2019). Y de las zonas urbanas incluido mercados y ferias libres son destinados a la planta de bioinsumos, debido a la falta de tecnologías, maquinaria, personal, entre otros la metodología de la lombricultura que se realiza en la planta no abastece para la transformación total de los residuos sólidos orgánicos que ingresa a la misma, por lo cual se pretende aplicar una nueva técnica (TAKAKURA) para el aprovechamiento de residuos orgánicos. (Sánchez, 2019).

La producción de vermicompostaje en el Gobierno Autónomo de Sucúa, no cuenta con estudios donde demuestran la cantidad de nutrientes que contiene el abono orgánico, o la cantidad de lombrices que descompongan un número exacto de kilogramos en un tiempo determinado, Por lo mismo no pueden determinar la cantidad de lombrices que necesitan para descomponer todos los residuos que ingresan a la planta de bioinsumos, provocando que la materia orgánica sea arrojado al relleno sanitario del cantón o en botaderos.

1.2.Delimitación

1.2.1. Delimitación en tiempo de estudio

El estudio de la efectividad de cantidades distintas de lombrices (Lombriz Californiana) y de semilla de takakura como organismos descomponedores de los residuos sólidos orgánicos. Para la obtención de diferentes abonos orgánicos: Compostaje y vermicompostaje, en la Planta de Bioinsumos del Cantón Sucúa ubicada en la Parroquia Huambi, se realizó muestreo in-situ de los residuos sólidos orgánicos que ingresaron a la planta de bioinsumos, y estos residuos evaluar con dos tratamientos totalmente diferentes, y posteriormente en su etapa final realizar nuevamente pruebas in-situ y verificar su eficacia. Este proyecto tuvo una durabilidad de 4 meses.

1.2.2. Delimitación geográfica

La fábrica de Bioinsumos se encuentra ubicada en la Parroquia Huambi, Estado Sucúa, Provincia de Santiago de Morón, a 12 km de la Ciudad de Sucúa, capital del Estado Sucúa. La altitud media es de 570-2130 metros y la temperatura media es de 20,50 °C. Precipitación: 2250 mm (Huambi GAD, 2015)

Tabla 1

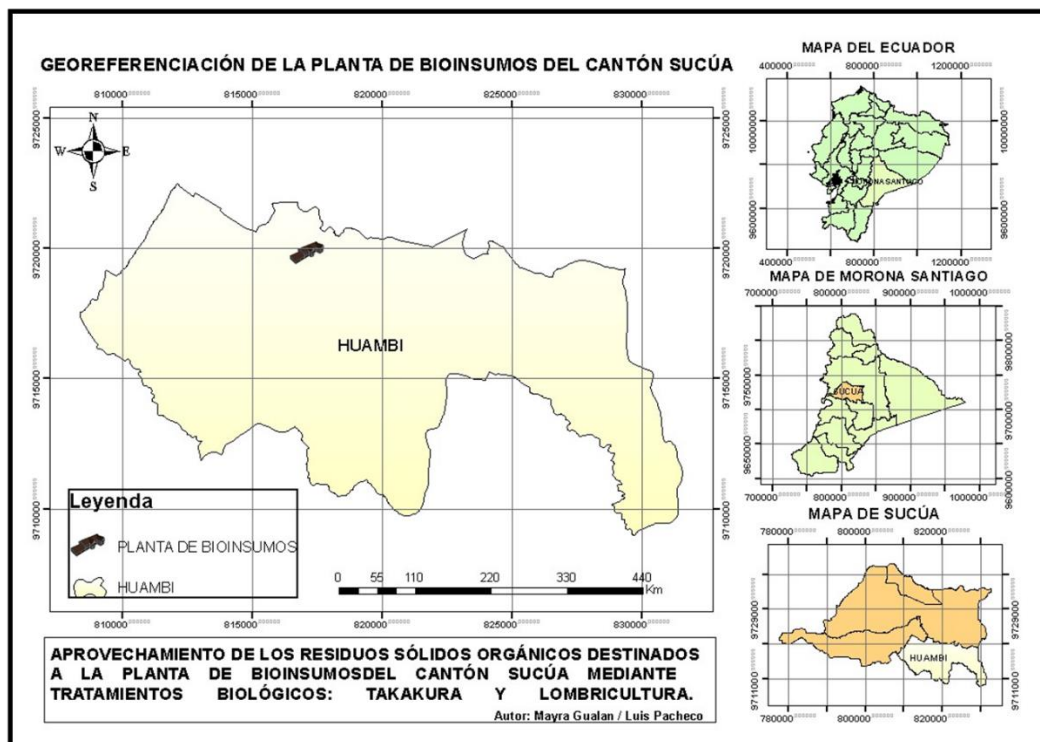
Coordenadas de la ubicación de la zona de estudio

PROVINCIA	LONGITUD	LATITUD
Morona Santiago	-78.1666667	-2.5333333

Fuente: Autores

Figura 1

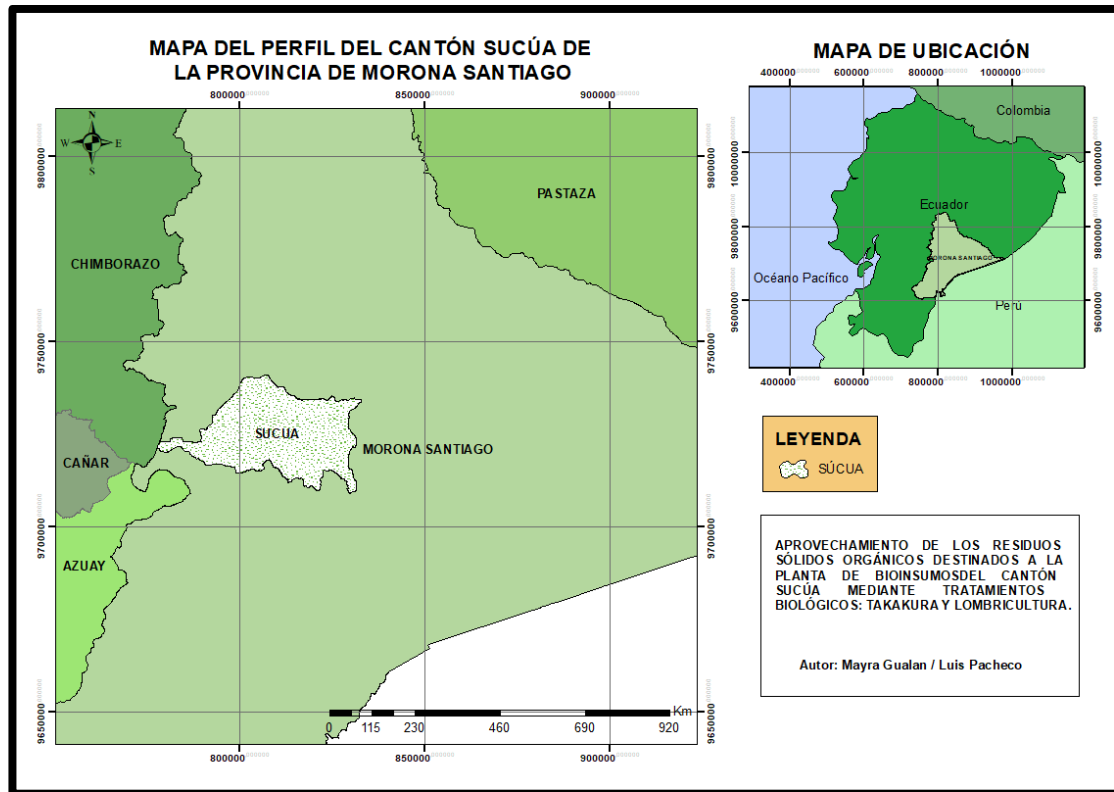
Mapa de ubicación de la Provincia de Morona Santiago



Fuente: Autores

Figura 2

Mapa de ubicación del Cantón Sucúa



Fuente: Autores

1.3. Descripción del problema

El inevitable crecimiento poblacional, el turismo que existe contribuyen a una excesiva producción de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, con la finalidad de aprovechar los residuos sólidos orgánicos en Sucúa y extender el tiempo de vida útil del relleno sanitario, se aplicó diversas técnicas para la elaboración de abonos orgánicos, con diversos tratamientos de los mismos con el fin de conocer el método más factible para aplicarlo a gran escala en Sucúa y de esta manera disminuir la contaminación por residuos que existe y garantizar a largo plazo un ambiente más sano para los habitantes y turistas del Cantón. También de esta manera satisfacer las necesidades de abonos orgánicos a los habitantes que se dedican a la producción agrícola, floristerías, e incluso a los parques de Sucúa.

1.4. Justificación del problema

Al no existir alternativas de tratamiento de residuos que minimicen los impactos ambientales, económicos y sociales, se vio la necesidad de tratar los residuos orgánicos y se propusieron tecnologías de bio aprovechamiento para analizar, comparar y difundir las

tecnologías de tratamiento que mejor se adaptan a las necesidades. comunidad, que es uno de los principales objetivos para ayudar a prolongar la vida útil de los rellenos sanitarios, al reducir la cantidad de residuos que ocupan las celdas y evitar los diferentes procesos físicos, químicos y biológicos a los que se someten disminuyendo la producción de lixiviados.

Los abonos orgánicos son sustancias producidas por la descomposición natural de sustancias orgánicas bajo la acción de microorganismos existentes en el medio ambiente, los microorganismos digieren estas sustancias y las convierten en otras sustancias beneficiosas para proporcionar nutrientes al suelo y por ende a las plantas que crecen de él. Es un proceso controlado y acelerado de descomposición de residuos que puede ser aeróbico o anaeróbico, dando como resultado un producto estable de alto valor como enmienda del suelo (Byron Mosquera (FONAG), 2010).

Las alternativas para aumentar la participación en los programas de manejo de cultivos son complementarias al manejo tradicional, es decir, el uso de insumos biológicos (biofertilizantes, bioestimulantes y bioplaguicidas) ya que representan una alternativa económicamente atractiva y ecológicamente viable (FAO, 2019).

El compostaje y el vermicompostaje son tratamientos biotecnológicos de bajo coste que constituyen una alternativa segura, sostenible y rentable para explotar el potencial biodegradable de los residuos orgánicos y aportar altos niveles de nutrientes al producto final, que contiene materia orgánica altamente estable (Vargas-Pineda et al., 2019)

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Aprovechar los residuos sólidos orgánicos generados en el cantón Sucúa para la elaboración de compostaje y vermicompostaje.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Seleccionar los residuos sólidos orgánicos que son destinados a la Planta de Bioinsumos mediante el método de cuarteo.
- Elaborar compostaje y vermicompostaje en la planta de Bioinsumos del cantón Sucúa mediante la técnica del Takakura y Lombricultura.
- Identificar el tipo de hongos que participan en la descomposición de la materia orgánica mediante el método del takakura.

- Monitorear los parámetros físico químicos como: humedad, pH, temperatura, nitrógeno, fósforo, potasio, al inicio, durante y al final de la elaboración de los abonos orgánicos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1.Ubicación

La Planta de Bioinsumos se encuentra políticamente dentro de la parroquia Huambi, ubicada a 12km del cantón Sucúa (Huambi GAD, 2015).

Los límites son los siguientes:

Tabla 2

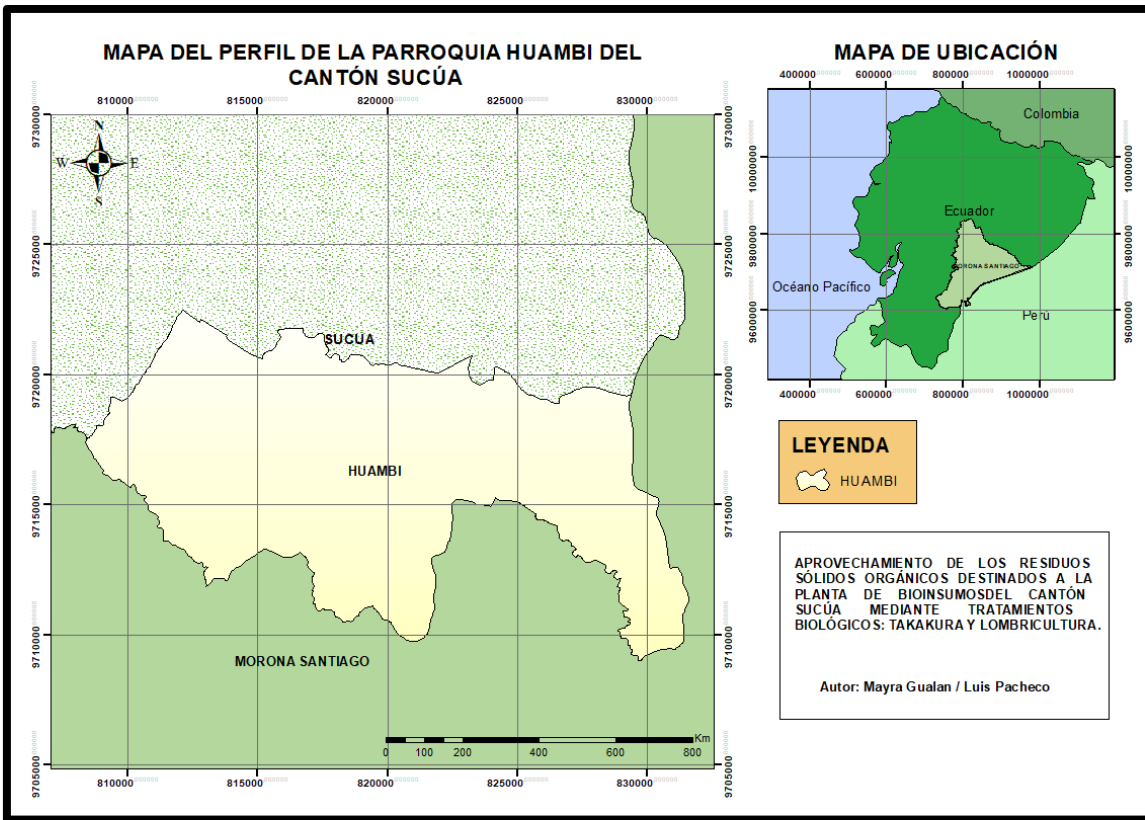
Límites de la Parroquia Huambi

Norte:	Cantón Morona
Sur:	Cantón Logroño y Sevilla del Oro
Este:	Cantón Morona
Oeste:	Provincia de Chimborazo

Fuente: Autores

Figura 3

Mapa de ubicación de la parroquia Huambi



Fuente: Autores

2.2. Marco Legal

2.2.1. Constitución de la república del Ecuador

Según la (CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2008) en los presentes artículos establece:

Art. 14 "Las personas tienen derecho a vivir con buena salud y el equilibrio ecológico garantiza la sostenibilidad y el buen vivir".

Art. 15 "El Estado promoverá el uso de la tecnología en el sector público y privado energía alternativa ambientalmente limpia, no contaminante y de bajo impacto. La soberanía energética no se logrará ni se logrará a expensas de la soberanía alimentaria esto afectará el derecho al agua".

Art. 71 "Por la naturaleza, el lugar donde la vida se multiplica y se realiza, respeta plenamente su existencia y derecho a mantener y reproducir su ciclo de vida, estructura, función y proceso de desarrollo. "

Art. 276 “Establece que los objetivos del sistema de desarrollo incluyen: "Restaurar y proteger la naturaleza y mantener un medio ambiente sano y sostenible, garantizar el acceso justo, permanente y de calidad para las personas y las comunidades beneficios del agua, el aire y el suelo, así como los recursos subterráneos y del patrimonio cultural".

Art. 395 La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales: la política de gestión ambiental será de plena aplicación y de obligado cumplimiento a nivel nacional y para todos"

Art. 415 “El municipio descentralizado elaborará planes de aprovechamiento uso racional del agua, reducción de residuos sólidos, reciclaje y disposición adecuada y líquidos"

2.2.2. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 “Toda una vida”

Las políticas del (Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida, 2017)son las siguientes:

Objetivo 3: "Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones".

Política 3.4: "Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global".

Política 3.7: "Incentivar la producción y consumo ambientalmente responsable, con base en los principios de la economía circular y bio-economía, fomentando el reciclaje y combatiendo la obsolescencia programada"

2.2.3. Código Orgánico del Ambiente (COA)

El (COA, 2017) en los siguientes artículos establece:

Art. 9. “Los principios ambientales en concordancia con lo establecido en la Constitución y en los instrumentos internacionales ratificados por el Estado, los principios ambientales que contiene este Código constituyen los fundamentos conceptuales para todas las decisiones y actividades públicas o privadas de las personas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, en relación con la conservación, uso y manejo sostenible del ambiente... “.

Art. 27. Numeral 7 “Generar normas y procedimientos para la gestión integral de residuos y desechos para prevenirlos, aprovecharlos o eliminarlos, según corresponda”.

Art. 224. “La gestión integral de los residuos y desechos está sometida a la tutela estatal cuya finalidad es contribuir al desarrollo sostenible, a través de un conjunto de políticas intersectoriales y nacionales en todos los ámbitos de gestión, de conformidad con los principios y disposiciones del Sistema Único de Manejo Ambiental”.

Art. 226. “Principio de jerarquización. La gestión de residuos y desechos deberá cumplir con la siguiente jerarquización en orden de prioridad: 1) Prevención. 2) Minimización de la generación en la fuente. 3) Aprovechamiento o valorización. 4) Eliminación y 5) Disposición final”.

2.2.4. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente

El (REGLAMENTO AL CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE, 2019) en los siguientes artículos establece:

Art. 587. Separado de la fuente. - La separación en origen se refiere a la selección y almacenamiento temporal de diversos residuos y desechos sólidos no peligrosos en su punto de origen para facilitar su futuro almacenamiento y disposición temporal.

Art. 593. “Los residuos orgánicos que se generen en los cantones, incluyendo aquellos que resulten de la limpieza y poda de vegetación de los espacios públicos, deberán ser aprovechados con la alternativa más adecuada a su realidad y se incluirán en los Planes de Gestión Integral Municipal de residuos y desechos sólidos que establezca cada gobierno autónomo descentralizado municipal. Dicho componente del Plan de Gestión Integral Municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos deberá promover y facilitar las actividades de aprovechamiento, para lo que debe basarse en las prácticas y necesidades de cada cantón, priorizando el reciclaje inclusivo”.

- Los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos, de forma debidamente justificada y motivada podrán solicitar a la Autoridad Ambiental Nacional autorización para el aprovechamiento con fines de generación de energía, lo cual será analizado y aprobado de forma excepcional, bajo los criterios establecidos en la normativa secundaria correspondiente

Art. 594. “La Autoridad Ambiental Nacional establecerá las metas de recuperación de residuos reciclables y aprovechamiento de residuos orgánicos”.

Art. 668. Estrategia Nacional de Producción y Consumo Sostenible.- Autoridad Ambiental Nacional elaborará la Estrategia Nacional de Producción y Consumo Sostenible que incluirá los lineamientos para incentivar hábitos de producción y consumo sostenible, entre los que se contemplarán los siguientes criterios:

h) Minimizar la generación de desechos y promover el aprovechamiento de residuos en concordancia con la Política Ambiental Nacional.

i) Priorizar el fomento de actividades, obras o proyectos que respalden la seguridad y soberanía alimentaria en el marco de una gestión ambiental eficaz.

- **Parámetros fisicoquímicos de la calidad de abono**

La calidad de un abono está dada en coherencia al uso que se le quiera dar, es decir esta calidad depende del tipo de cultivo en el cual se quiera aplicar el abono, dado que la calidad va a depender del usuario y de sus objetivos, en la valoración de parámetros de naturaleza física, química, biológica las variables más utilizadas para determinar la calidad y los rangos que se consideran óptimos según la Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación FAO, Norma técnica peruana 201.207.2020 – Abono uso agrícola, y la Norma Técnica Chilena. A continuación, en la Tabla 3, se describen los parámetros más comunes para determinar la calidad de un abono como fuente de nutrientes.

Tabla 3

Parámetros con niveles óptimos que determinan la calidad del abono.

Parámetros	Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación FAO	Norma técnica peruana 201.207.2020 – Abono uso agrícola	Norma Técnica Chilena
Humedad (%)	30- 40	-	30 - 45
Temperatura (°C)	25°C - 35°C	-	-
pH	6.5 – 8.5	7 – 8.3	5 – 8.5

Conductividad m/s	0,5 - 2	0,5 – 1,5	0,5 - 2
Nitrógeno %	0.3 – 1.5	0.8 - 1.5	0.5
Fósforo%	0.1 – 1	0.4 - 1	-
Potasio %	0.3 – 1	0.6 – 1.5	-

Fuente: (Cajamarca, 2012)

Humedad

Los niveles óptimos de humedad para la elaboración de abonos deben permanecer en un rango del 40 al 60%, Sin un mínimo de humedad, la mayor parte de los microorganismos no pueden vivir y el exceso de agua produce encharcamientos e impide que haya aireación en la pila c (Bueno Márquez et al., 2018).

Temperatura

La temperatura óptima para la elaboración de abonos orgánicos, está entre un rango de (35 a 65 °C), debido a que si la temperatura es inferior a 35°C los microorganismos trabajan lento, y si la temperatura es superior a 65°C, los microorganismos mueren (Zurita-Martínez, 2015).(Roman et al., 2013)

pH

Es un parámetro que condiciona la actividad biológica que degrada la materia orgánica y puede seleccionar a las poblaciones microbianas presentes en cada etapa. Las bacterias prefieren un pH cercano a la neutralidad con un rango comprendido entre 6-7,5, mientras que los hongos se desarrollan mejor en medio ácido, sin embargo, toleran un margen más amplio de pH (5-8). Así, aunque el compostaje puede desarrollarse dentro de un amplio rango de pH (3-11), se consideran como valores óptimos los comprendidos entre 5,5 y 8,0 (Tortosa, 2013)

Los NPK

El valor NPK, indica cuánto valor de nitrógeno, fósforo y potasio existe en el abono, ya que es vital para las plantas estos tres macronutrientes, por lo mismo es necesario

conocer el valor de NPK tanto del suelo como del abono para saber cual es la cantidad adecuada de nutrientes que se le tiene que dar a las plantas (Roman et al., 2013).

- El Nitrógeno (N), es necesario para el crecimiento de una planta.
- El fósforo (P), promueve la formación de raíces y el desarrollo de flores y frutos.
- El potasio (K), apoya el traslado de agua y nutrientes en tus plantas.

Método de Cuarteo

Método de cuarteo

Se iniciará tomando los residuos sólidos generados diariamente que son recolectados y destinados a la planta de tratamiento de bioinsumos de la parroquia Huambi. El contenido se regará formando un montón o pila sobre un área plana horizontal de 4m por 4m, se moverá hasta homogeneizarlos con ayuda de una minicargadora después de esto se dividirá en cuatro partes iguales A,B,C,D y se eliminan las partes opuestas A y C o B y D, repetiremos esta operación hasta dejar un mínimo de 50 kg, para selección de subproductos (Alayón Castro, 2021).

De las partes eliminadas del primer cuarteo se tomará 10 kg, para análisis físicos, químicos. Con el resto se determina el peso volumétrico.

Residuo

El término "desecho" incluye cualquier artículo u objeto obtenido concurrentemente con el producto principal, e incluye aquellos artículos que se han convertido en "residuos" inutilizables y aquellos que quedan solo después de cualquier tipo de proceso como "residuo" o "desperdicio" o materia. (Jordi Pon, 2019)

Son materiales o artículos de los que disponen sus dueños o poseedores, en estado sólido o semisólido, líquido o gaseoso, contenidos en recipientes o depósitos; que pueden ser evaluados o requeridos para ser eliminados o en última instancia actuar en consecuencia (Semarnat, 2016).

El problema ambiental causado por el aumento de los residuos sólidos se debe en parte a la falta de educación y responsabilidad ambiental para separarlos en la fuente y utilizarlos como materia prima en la elaboración de nuevos productos.

Clasificación de residuos

La gran cantidad de actividades humanas que generan desechos significa que los desechos existen en muchas formas diferentes, por lo que la clasificación puede ser difícil (INSST, 2015).

Según su origen:

- ✓ Domiciliarios.
- ✓ Industriales.
- ✓ Hospitalarios o sanitarios.
- ✓ Municipales.

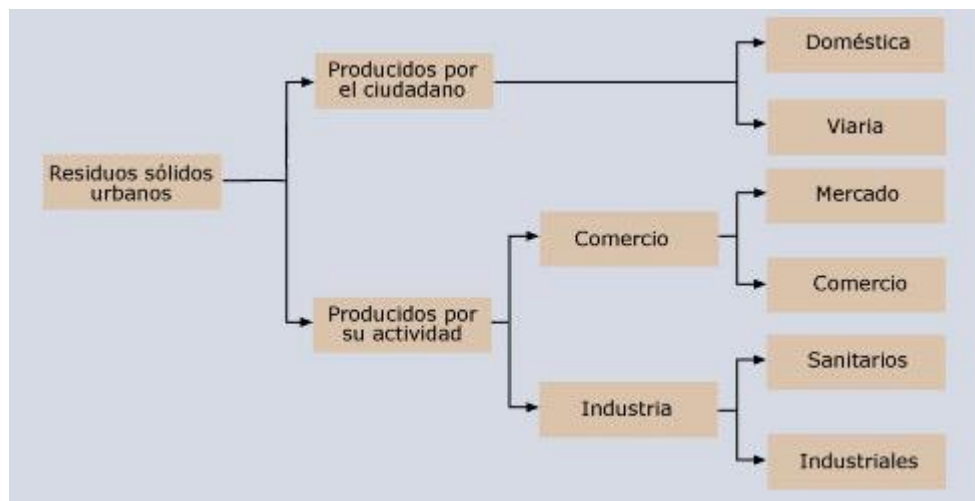
Según su biodegradabilidad:

- ✓ Orgánicos.
- ✓ Inorgánicos.

Tipificación de los residuos sólidos urbanos.

Ilustración 1

Diagrama general de clasificación de residuos sólidos domiciliarios



Fuente: Autores

Residuos orgánicos.

Este tipo de residuo suele provenir de materias vegetales, animales o comestibles. Se trata de residuos biodegradables, es decir, que ocasionan procesos de descomposición y la

naturaleza puede aprovecharlos e incluirlos en su flujo normal. No obstante, su acumulación puede provocar plagas o riesgos sanitarios. Deben depositarse en el contenedor de materia orgánica (Nelly Vanessa Maigua de la Torre, 2019).

Residuos inorgánicos.

Es todo aquel residuo que no está compuesto por materia biodegradable. Latas, botellas, objetos metálicos o bolsas de plástico, por ejemplo. Se trata de residuos que tardan mucho tiempo en descomponerse o no lo hacen nunca, por lo que invaden la naturaleza. Deberán separarse y depositarse en los contenedores correspondientes (Nelly Vanessa Maigua de la Torre, 2019).

Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

Se consideran residuos sólidos urbanos las sustancias comúnmente denominadas "residuos" o, en otras palabras, "los materiales resultantes de la producción, uso, consumo o limpieza, cuando sean dispuestos por sus propietarios o productores". (González, 2016).

Generación de RSU

Según su origen y naturaleza, estos excedentes se clasifican en: a) Excedentes derivados de actividades residenciales o domésticas. e) Industria. Se trata de "residuos" generados por la industria en los núcleos urbanos y por tanto sujetos al mismo sistema de recogida que los residuos domésticos, comerciales, etc.

La composición de los residuos sólidos urbanos puede variar en función de factores como su origen, la época del año en que se generan los residuos (un factor muy importante, sobre todo en zonas secas), el nivel de vida de la población o el nivel de vida en el sitio. a diario. semanas (Sánchez-Muñoz et al., 2020).

Tipos de tratamiento los RSU orgánicos

Actualmente, los desechos orgánicos sólidos se consideran un subproducto utilizable que necesita ser tratado antes de que pueda ser utilizado; se basan en varios procesos que modifican las propiedades fisicoquímicas o biológicas de los residuos; los principales usos de estos subproductos son la alimentación del ganado, el compostaje, el vermicompostaje, el bioaceite, la producción de biogás, etc. (Gazzo & Librandi, 2007).

Abonos orgánicos

Se refiere a cualquier material de origen animal o vegetal que pueda usarse para aportar nutrientes y mejorar la fertilidad de los suelos. Podemos decir que un abono orgánico es una sustancia hecha con residuos o desechos vegetales o animales que hace nuestra tierra mejor para las plantas. Sin embargo, no es tan sencillo como mezclar cualquiera de estos residuos con la tierra o arrojarlos sobre ella. Los abonos orgánicos

deben prepararse adecuadamente o pueden resultar perjudiciales para nuestras plantas (Garro, 2017).

Se obtienen de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (estiércoles, desechos de la cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc.) que se utilizan en suelos agrícolas con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra, el abono es rico en materia orgánica, energía y microorganismos, pero bajo en elementos inorgánicos (Mosquera, 2010).

Todos estos tipos de fertilizantes orgánicos son naturales y no contienen ingredientes químicos está bien dañar la tierra y respetar el ecosistema. Aunque el fertilizante es una solución rápida y eficaz a corto plazo si el uso provoca problemas ambientales como contaminación del agua, riesgo de toxicidad o degradación de la vida del suelo (Mosquera, 2010).

Para un sustrato de suelo fértil, los fertilizantes orgánicos proporcionan varios nutrientes esenciales, los más importantes son: nitrógeno, fósforo y potasio, que aseguran un crecimiento constante de las plantas. Además, favorecen la regeneración de la vida microbiana fúngica y bacteriana, lo que mejora la composición natural del propio suelo (Garro, 2017).

Tipos de abonos orgánicos

Entre los diferentes tipos de abonos orgánicos tenemos el compost, el estiércol fermentado con bokashi, el humus de lombriz, el estiércol bioorgánico, el té de estiércol. Este proyecto utiliza compost y vermicompostaje (Ramos David; & Elein Tery Alfonso, 2014).

✓ **Vermicompostaje.**

Es una técnica de compostaje que transforma los residuos sólidos orgánicos y aprovechando el poder de la descomposición de lombrices: en definitiva, un enfoque ecológico para agregar valor a los residuos orgánicos (Villegas & Laines, 2017).

El principio es simple: las lombrices comen desechos orgánicos y sus excrementos forman compost, un poderoso fertilizante natural. El uso de un vermicompostador ayuda a reducir significativamente la cantidad de residuos orgánicos domésticos y los convierte en abono para nuestras plantas. De hecho, el compostaje de lombrices descompone la

materia orgánica mucho más rápido que el compostaje convencional, ya que las lombrices consumen entre el 20% y el 100% de su peso corporal cada día. (Gómez y Vásquez, 2011).

✓ **Compostaje.**

Es el proceso de convertir la materia orgánica en compost, que no es más que un fertilizante natural para el suelo y la tierra utilizada en la agricultura y la ganadería (Acosta & Peralta, 2015).

Es un elemento clave en la regeneración de las zonas desérticas y una salida natural de la primera parte de los residuos: la materia orgánica. A nivel microecológico, se trata de una práctica de compostaje participativa y educativa en huertos urbanos y escuelas que pretende sensibilizar a los niños (TCU, 2017)

Diferencia entre vermicompost y compost

Como hemos visto, el vermicompostaje es un proceso en el que las capacidades de descomposición de los gusanos se utilizan para transformar los restos orgánicos domésticos en un fertilizante óptimo para las plantas (Santos & Urquiaga, 2013).

El compostaje clásico da el mismo resultado, un suelo rico, pero se basa en la acción de los microbios que también descomponen otros tipos de desechos vegetales, como los desechos verdes del jardín. Los contenedores de compost vienen en una variedad de formas, generalmente en forma de trompeta, y deben colocarse afuera, lejos del sol y el viento, para que puedan entrar en contacto directo con el suelo y los microbios. Deben tener paredes sólidas pero aireadas y una tapa fácilmente removible para que los grumos se puedan mezclar cada 15-20 día (Dominguez & Edwards, 2010).

Agar PDA

El agar papa dextrosa proviene de la marca DIBICO, se llama PDA por la abreviatura en inglés, la infusión de papa se usa como fuente de almidón y la glucosa es la base para el crecimiento de hongos y levaduras. Un nivel de pH bajo (3.5) previene el crecimiento bacteriano. Cuando se utiliza para la enumeración de hongos y levaduras, después de la esterilización y enfriamiento a aprox. 45°C, añadir al medio 14 ml de solución estéril de ácido tartárico al 10% hasta alcanzar un pH de aprox. 3.5. Aplique el material a la superficie o adjunte las muestras a la técnica de fundición en placa. Incubar hasta 7 días a temperatura ambiente. Este medio es selectivo porque su alto contenido en glucosa y su bajo pH promueven el crecimiento de hongos, y el extracto de patata aumenta el

crecimiento de micelios aéreos y la producción de pigmentos característicos, especialmente Fusarium, Aspergillus y Penicillium. (Insumolab, 2019).

Análisis estadístico para la comparación de abonos

Análisis de la Varianza (ANOVA)

Se evaluará los tratamientos por separado de los parámetros físico químicos; mediante el análisis y comparación de resultados obtenidos en los diferentes tratamientos, se analizará los cambios en la variabilidad de los parámetros con respecto a valores iniciales, durante y al finalizar; los parámetros escogidos para los tratamientos son: pH, temperatura, humedad, nitrógeno, fósforo y potasio.

Para verificar la eficiencia del abono natural los resultados se compararon con los obtenidos al emplear los diversos tratamientos, ya sea en la lombricultura y takakura.

Los resultados obtenidos en los 3 tratamientos se pretenden realizar para cada abono orgánico, se tabularon y se analizaron en un programa estadístico. Se efectuará un análisis de varianza (Anova) y el test de Turkey, con una confiabilidad del 95% (valor $P < 0,05$).

METODOLOGÍA

Método del cuarteo

Figura 4

Almacenamiento temporal de residuos orgánicos



Fuente: Autores

Se inició recolectando los residuos orgánicos generados del fin de semana, los mismos provenientes de los mercados del cantón Sucúa, estos residuos orgánicos son destinados a la Planta de Bioinsumos que está localizada en la parroquia de Huambi, la cual cuenta con un área de almacenamiento para los residuos orgánicos, donde se procedió a realizar el método de cuarteo.

Figura 5

Expansión de la materia orgánica



Fuente: Autores

En el área de disposición de los residuos orgánicos se procedió a esparcir los mismos de forma homogénea con ayuda del operador de la minicargadora que se encarga de dar mantenimiento continuo a la planta de bioinsumos del Gobierno Cantonal de Sucua, se esparció de forma horizontal en un área de 64 metros cuadrados, posterior a ello se fraccionó en cuatro porciones iguales denominando A-B-C-D.

Figura 6

Cuarteo de los residuos orgánicos



Fuente: Autores

Una vez cuarteado en áreas A, B, C, D, se tomó el área A para dividirlo en cuatro partes iguales A1, A2, A3, A4, de la misma manera se procedió en hacer a las tres áreas restantes.

Figura 7

Recolección de los residuos inorgánicos



Fuente: Autores

Figura 8

Pesado de los residuos inorgánicos



Fuente: Autores

Por último, en las áreas ya cuarteadas se procedió a recolectar todos los residuos inorgánicos que se encontraban en cada una de las subáreas. Por consiguiente, se procedió a pesar los residuos inorgánicos recolectados en cada subárea.

Trituración de residuos orgánicos

La Planta de Bioinsumos no cuenta con una trituradora por lo cual se procedió a llevar al relleno sanitario del cantón Macas, una vez en el lugar se procedió a disminuir el diámetro de los residuos con la máquina trituradora que cuenta el relleno sanitario de Macas, posterior a ello se cargó toda la materia orgánica triturada a la volqueta con ayuda de la minicargadora, luego de ello se trasladado nuevamente a la planta de Bioinsumos de la parroquia Huambi para su posterior tratamiento.

Figura 9

Transporte de los residuos orgánicos



Fuente: Autores

Figura 10

Trituración de los residuos inorgánicos



Fuente: Autores

Elaboración del compostaje mediante el método de Takakura

Para el método de Takakura se debe de crear una semilla, la cual consta de la mezcla de dos soluciones tanto dulce como salada, las mismas que deberán ser mezcladas con harina, hojarasca y viruta. Estos son importantes para la creación de hongos que ayudaran a la degradación de la MO y finalmente se mezclara con toda la materia orgánica recolectada en el cantón Sucúa.

Preparación de la solución dulce

En la elaboración de la solución dulce se consiguió los ingredientes y materiales en el mercado, tiendas de los cantones Sucúa y Macas, los mismos que fueron:

- 7.2 kg de queso
- 8 gal de yogurt
- 500 g de levadura
- 30 kg de azúcar
- 60 L de agua
- 1 tachos de plástico de 120 litros

Figura 11

Ingredientes para la solución dulce



Fuente: Autores

En el recipiente plástico de 120 galones se procederá a colocar los 60 litro a agua, posteriormente se colocara los 500 gramos de azúcar y con ayuda de una palo se procederá

a homogenizar el azúcar completamente, luego de ello se procederá a colocar el queso y con ayuda de las manos se procederá a desmenuzar el queso que tal manera que tengan un diámetro 3 cm o inferior, finalmente se colocara los 500 gramos de levadura y los 8 galones de yogurt, con ayuda de un palo se procederá a mezclar todos los ingredientes antes mencionadas.

Figura 12

Homogeneización de los ingredientes para la preparación de la solución dulce



Fuente: Autores

Una vez homogeneizado los ingredientes se deja reposar por 8 días el mismo que deberá ser colocado en un lugar donde no tenga contacto directo con la luz solar , cabe mencionar que el recipiente debe ser tapado de tal forma que no ingrese ningún tipo de insecto, al tercer día se debe de aflojar la tapa del recipiente esto es debido a que se produce un gas debido a la fermentación el mismo que podría explotar al no aflojarlo. Transcurrido los 8 días el olor de la solución dulce será a chicha y se visualizará una forma de nata amarillenta en la superficie de solución.

Preparación de la solución salada

En la elaboración de la solución salada se consiguió los ingredientes y materiales en el mercado, tiendas del cantón Sucúa, los mismos que fueron:

- 1.2 kg de cáscara de papaya

- 0.4 kg de corteza de manzana
- 3.2 kg de corteza de naranja
- 0,2 kg de corteza de pepinillo
- 0.2 kg de corteza de uva
- 6.4 kg de lechuga
- 14.2 kg de col
- 3 kg de sal
- 60 L de agua
- 1 tacho de plástico de 120 litros

Cabe mencionar que las verduras y frutas fueron peladas y picadas de formar manual por parte de los autores ya que solo se requería las cáscaras y con ayuda de la báscula se procedió a pesar.

Figura 13

Ingredientes para la elaboración de la solución salada



Fuente: Autores

En el recipiente se colocó los 60 litros de agua y los 3kg de sal y con ayuda de un palo se procederá a homogeneizar de tal manera que se disuelva por completo, una vez disuelto se procedió a colocar todas las cáscaras antes mencionadas y con ayuda de un palo se homogenizó.

Figura 14

Homogenización de los ingredientes para la elaboración de la solución salada



Fuente: Autores

Finalmente se deja reposar por 8 días el mismo que deber ser tapado para impedir el ingreso de insectos, de igual manera que en la solución dulce de deberá de aflojar la tapa al tercer día, transcurrido los 8 días la solución tendrá un olor a putrefacción y se visualizará la presencia de mohos en las cascara de la superficie de la solución, el mismo que ayudará posteriormente a la degradación de la MO.

Figura 15

Presencia de moho en la solución salada



Fuente: Autores

Elaboración de la semilla de Takakura

Para la elaboración de la semilla de compost se procedió a conseguir los ingredientes los cuales proceden del Parque Botánico Regional, aserrío y tienda del cantón Sucúa, los mismos que fueron:

- 136 kg de hojarasca
- 45 kg de harina
- 60 kg de viruta
- 3x3 metros de plástico

La viruta cumple una función muy importante en la semilla debido a que ayuda a mantener la temperatura y humedad óptima para el desarrollo de mohos, en cambio la hojarasca proveniente del Parque Botánico Regional deberá estar en estado de descomposición el mismo que se visualizara en su entorno una presencia blanquecina la cual aportará microorganismos naturales para la descomposición de la materia orgánica y por último la harina será un medio de alimenta para los microorganismos que se generen en la semilla a crear.

Figura 16

Recolección de viruta



Fuente: Autores

Figura 17

Recolección de hojarasca



Fuente: Autores

Una vez obtenido los ingredientes se procedió a preparar (limpiar) el lugar en donde se mezclará la hojarasca, viruta y harina. Se arrojó los sacos de viruta de tal manera que se forme un montón, luego de ello se arrojó los sacos de hojarasca sobre la viruta, con ayuda de una pala se procederá a mezclar homogéneamente de izquierda a derecha y viceversa.

Figura 18

Mezcla de viruta y hojarasca



Fuente: Autores

Finalmente, después de que las virutas se mezclen con la hojarasca, la harina se coloca encima de la pila y se mezcla. Remueve con una espátula hasta obtener una mezcla homogénea.

Figura 19

Mezcla de viruta, hojarasca y harina



Fuente: Autores

Obtenido la mezcla de viruta, hojarasca y harina se procederá a colocar las dos soluciones antes ya preparadas y reposadas, la cantidad fue de 40 litros de la solución salada y 40 litros de la solución dulce en toda la mezcla de viruta, hojarasca y harina.

Figura 20

Mezcla de las soluciones dulces y saladas con la pila creada anteriormente



Fuente: Autores

Una vez colocado las soluciones se mezclaron homogéneamente de tal manera que la humedad sea proporcionada en toda la semilla, para verificar que la humedad es óptima se realizó la prueba del puño, la cual consta en coger un puñado de la semilla y apuñalarla de tal manera que esta no gotee y ni se parta, una vez mezclado se cubrirá con el plástico y se dejará reposar por 8 días, de manera que no ingrese ningún tipo de insecto además que nos ayudará a incrementar la temperatura de la semilla.

Figura 21

Pila de semilla de takakura cubierta con un plástico para mantener la temperatura



Fuente: Autores

Cabe mencionar que desde el día en el que se realizar la semilla de bebe de voltear cada tres días verificando que la humedad sea proporcional en toda la semilla de no ser el caso colocar más de la solución dulce y salada antes creada comprobando que la humedad sea igual mediante el método del puño y la temperatura de esta incremente o se mantenga, de tal manera que facilite el crecimiento de los microorganismos que nos ayudará a la descomposición de los residuos sólidos orgánicos.

Figura 22

Verificación de temperatura, humedad y creación de mohos



Fuente: Autores

Mezcla de los residuos sólidos orgánicos y la semilla de Takakura

Con los residuos sólidos orgánicos ya previamente caracterizados y picados se procedió a realizar 12 montones, de los cuales 3 de ellos sirvieron como testigos ya que no tuvieron ningún tipo de tratamiento o manipulación humana, de esta manera al finalizar el proyecto se verificará las concentraciones de nutrientes con los tratamiento biológicos aplicados de Takakura y Lombricultura, los 9 montones restantes se les aplicó varias formulaciones los cuales constan con diferentes pesos de residuos sólidos orgánicos y de semilla de takakura, para poder verificar y comparar sus concentraciones de nutrientes como se muestra en la tabla 4.

Cabe mencionar que antes de realizar los montones de residuos sólidos orgánicos se coloca 50 kg de viruta en forma de cama, la cual nos ayudará a evitar el riesgo de lixiviados en el proceso de descomposición de la materia orgánica.

Tabla 4

Formulación de los tratamientos para el método de Takakura.

Tratamientos	Kg de RSO	Kg de semilla de Takakura
Testigo 1	50	0
Testigo 2	40	0
Testigo 3	60	0
T1	50	50
T1.1	50	50
T1.2	50	50
T2	40	60
T2.1	40	60
T2.2	40	60
T3	60	40
T3.1	60	40
T3.2	60	40

Fuente: Autores

En la siguiente tabla se puede apreciar las formulaciones (kg de RSO y Kg de semilla de Takakura) para el tratamiento biológico del Takakura, tomando en cuenta que para los testigos no se aplicará ninguna cantidad de semilla de Takakura.

Figura 23

Testigos sin tratamiento



Fuente: Autores

Montones de materia orgánica sin ningún tratamiento biológico, como indica la formulación en la **tabla 4**.

Figura 24

Camas de viruta



Fuente: Autores

Una vez realizadas las camas se procedió a colocar la semilla de Takakura en cada una como indica la formulación en la **tabla 4**.

En cada una de las camas se colocó solo la mitad de la semilla de lo que indica en la **tabla 4**, esto se debe a que luego se deberá de cubrir el montón con la mitad restante de la semilla.

Figura 25

Camas de viruta con semilla del Takakura



Fuente: Autores

Figura 26

Camas de viruta con semilla del Takakura



Fuente: Autores

Obtenidas las camas se procedió a colocar los residuos sólidos orgánicos ya clasificados y triturados según la formulación establecida en la **tabla 4**.

Figura 27

Camas de viruta con semilla del Takakura y residuos sólidos orgánicos



Fuente: Autores

Finalmente se colocó el restante de la semilla de Takakura en las camas antes creadas, de igual manera se procede a colocar 9 libras de harina a las formulaciones recordando que el esto es alimento para los microorganismos presentes en la cama de takakura, posterior a ello se colocó en todas las camas una capa de viruta (9 libras) la cual nos ayuda a mantener la temperatura y la humedad de las camas creadas.

Figura 28

Pilas de Takakura



Fuente: Autores

Elaboración del vermicompostaje mediante la técnica de lombricultura

Para este procedimiento se utilizó los residuos sólidos orgánicos clasificados, triturados y no triturados al cual se le aplicó de la misma manera tres diferentes formulaciones con tres repeticiones, esto nos permitirá comprobar si el tiempo de descomposición y las concentraciones de nutrientes varían, para ello se realizó 9 cajones con dimensiones de 1x1 metros cuadrados donde se colocará los tratamientos que se muestra en la **tabla 5**.

Tabla 5

Formulación de los tratamientos para la técnica de lombricultura

Tratamientos	Kg de RSO	Kg de Lombriz Californiana
T1	50	0,5
T1.1	50	0,5
T1.2	50	0,5
T2	40	1
T2.1	40	1
T2.2	40	1
T3	60	1,5
T3.1	60	1,5
T3.2	60	1,5

Fuente: Autores

En la siguiente tabla se puede apreciar las formulaciones (kg de RSO y Kg de Lombriz Californiana) para el tratamiento biológico de la Lombricultura.

Elaboración de las celdas para los tratamientos

Para la elaboración de las celdas se procedió a conseguir los materiales necesarios como son:

- 9 tablas de 1 metro
- 1 cierra

- 1 machete
- 1 martillo

Figura 29

Dimensiones de la celda



Fuente: Autores

Figura 30

Celdas para el vermicompostaje



Fuente: Autores

Introducción de las lombrices en los residuos sólidos orgánicos

Con la ayuda de la balanza se procedió a pesar los residuos sólidos orgánicos para ser colocadas en las celdas respectivas, con las cantidades que se indican en la tabla 2.

Figura 31

Peso de los residuos para las celdas de lombricultura



Fuente: Autores

Con la ayuda del rastrillo se procedió a distribuir de forma homogénea en la celda.

Figura 32

Distribución de los residuos sólidos orgánicos con el rastrillo



Fuente: Autores

Cabe mencionar que en las celdas T3, T3.1 y T3.2 se colocó los residuos sólidos orgánicos no triturados para comparar el tiempo de descomposición que tendrán estas con ayuda de la lombriz californiana.

Figura 33

Celda con residuos sólidos orgánicos sin triturar



Fuente: Autores

Para la introducción de la lombriz californiana en las celdas primero se procedió a recolectarlas de las celdas en la que se encontraban, cabe destacar que su recolección fue de forma manual.

Figura 34

Cosecha de las lombrices californianas



Fuente: Autores

Una vez cosechadas las lombrices californianas se procedió a pesar conforme a las cantidades que se encuentran descritas en la **tabla 5**.

Figura 35

Pesado de las lombrices californianas



Fuente: Autores

A una esquina de la celda se removieron los residuos sólidos orgánicos con la ayuda del rastrillo, para posteriormente colocar las lombrices conforme a las medidas que se encuentran en la **tabla 5**.

Figura 36

Introducción de las lombrices californiana en las celdas



Fuente: Autores

Monitoreo de los parámetros fisicoquímicos de los abonos orgánicos del compostaje y vermicompostaje

La toma de muestras del compostaje y vermicompostaje fue de forma in situ la misma que se inició desde el primer día en el cual se arrancó con las técnicas antes mencionadas, para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos de la zona urbana y mercados del cantón Sucúa, cabe mencionar que los instrumentos utilizados para medir los parámetros fisicoquímicos fueron los mismos para el takakura y lombricultura. Los instrumentos que se utilizaron para la toma de muestras fueron las siguientes:

- Kit de medidores NPK
- Peachímetro y temperatura (soil survey instrument)
- Humedad (YY-1000)

Figura 37

Kit de medidor NPK



Fuente: Autores

Figura 38

Instrumento para medir el pH y temperatura



Fuente: Autores

Figura 39

Instrumento para medir la humedad y conductividad



Fuente: Autores

La toma de los parámetros fisicoquímicos fueron de forma in situ, para ello se tomó 2 veces a la semana en cada una de las técnicas, en cada formulación y repetición de las técnicas se realizó cuatro tomas de muestras de forma horaria que posteriormente que registraba en la base de datos creada.

Figura 40

Muestreo de los parámetros fisicoquímicos en el takakura y testigos



Fuente: Autores

Figura 41

Muestras de los parámetros fisicoquímicos en la lombricultura



Fuente: Autores

Parámetros fisicoquímicos

En la técnica del takakura y lombricultura se tomaron los siguientes parámetros:

- Temperatura
- Humedad
- Eléctrica
- Conductividad eléctrica
- Nitrógeno (N)
- Fósforo (P)
- Potasio (K)

Se tomó al inicio, durante y final de los métodos del takakura y lombricultura los cuales constan de formulaciones con repeticiones **tabla 4 / tabla 5** para posteriormente registrar en la base de datos respectiva.

Parámetros físicos

Con la ayuda del soil survey instrument y YY-1000 se midieron los parámetros físicos en los métodos de takakura y lombricultura, los mismos que se tomó durante los 3 meses que duró el proyecto, vale recalcar que los instrumentos ya vienen calibrados para las respectivas mediciones.

Figura 42

Toma de muestras de los parámetros físicos



Fuente: Autores

La medición de: temperatura, humedad, pH y conductividad eléctrica, se tomo con la ayuda de soil survey instrument y YY-1000 durante la elaboración de los abonos orgánicos, para verificar su comportamiento en el transcurso de la elaboración de los abonos, para ello se introdujo en cada una de las repeticiones a una profundidad de 20 a 50 cm en cada una de las técnicas, las mismas que se dejó introducida en las pilas de 1 a 2 minutos, cabe mencionar que antes de introducir en las pilas se debe de verificar que en la pantalla se encuentre en cero y en 7 en el caso del pH.

Figura 43

Instrumentos calibrados para los parámetros físicos



Fuente: Autores

Parámetros químicos

Con la ayuda del kit de medición NPK se midieron los parámetros químicos en los métodos de takakura y lombricultura, los mismos que se tomaron durante los 3 meses que duró el proyecto, vale recalcar que los instrumentos ya vienen calibrados para las respectivas mediciones.

Figura 44

Toma de las muestras de los parámetros químicos



Fuente: Autores

La medición de: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), se realizó con la ayuda del kit de medición NPK, durante la elaboración de los abonos orgánicos, para verificar su comportamiento en el transcurso de la elaboración de los abonos, para ello se introdujo en cada una de los procesos a una profundidad de 5 a 10 cm en cada una de las técnicas, las mismas que se dejó introducida en las pilas de 1 a 3 minutos, cabe mencionar que antes de introducir en las pilas se debe de verificar que en la pantalla se encuentre en cero y después de cada medición se debe de limpiar las sondas de metal con un trapo o papel.

Figura 45

Instrumentos calibrados para los parámetros químicos



Fuente: Autores

Identificación de los hongos presentes en el proceso del takakura

Para la técnica del takakura se hicieron tres repeticiones obteniendo 9 pilas, las mismas con diferentes medidas de materia orgánica como se muestra en la tabla 1, por ello es que se procedió a recolectar los hongos presentes en cada una de las pilas, el tiempo transcurrido para la visualización y obtención de los hongos en las pilas fue de un mes y medio aproximadamente.

Figura 46

Hongos presentes en las pilas



Fuente: Autores

Se etiquetó cada una de las tarrinas para posteriormente ser trasladadas a los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana.

Figura 47

Recolección de los hongos presentes en las pilas



Fuente: Autores

Procedimiento para la identificación de los hongos en el laboratorio

Se procedió a trasladar las muestras de los hongos extraídos de las pilas la cual está ubicada en la planta de bioinsumos del cantón Sucúa a los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana.

Figura 48

Muestras de los hongos obtenidos de la descomposición de la MO en el proceso del takakura



Fuente: Autores

Preparación de Agar Papa Dextrosa (PDA)

En la preparación del agar PDA se debe de tener presente los siguientes materiales:

- 1 varilla
- 1 matraz Erlenmeyer de 500 ml
- Estufa eléctrica
- Mechero
- 14 cajas Petri
- 1 rollo de aluminio
- 1 funda de algodón
- 14 pedazos de Parafilm
- Asa microbiológica
- Autoclave
- Cámara de Flujo Laminar
- Agar Papa Dextrosa
- Agua destilada

Figura 49

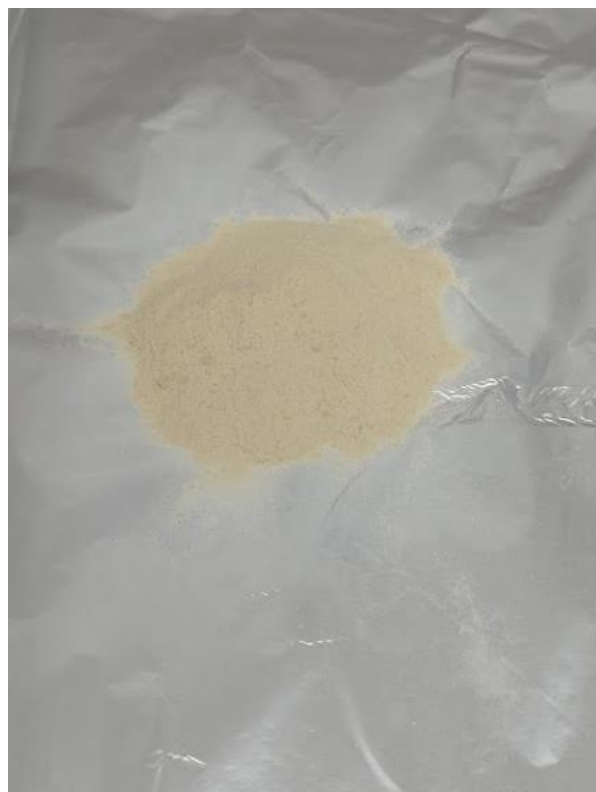
Autoclave



Fuente: Autores

Figura 50

Agar Papa Dextrosa



Fuente: Autores

Figura 51

Cámara de flujo laminar, mecheros, asa y cajas petri



Fuente: Autores

Figura 52

Estufa eléctrica, varilla, Erlenmeyer y agar PDA



Fuente: Autores

Para preparar 14 Cajas Petri se necesitó 17 gramos de agar PDA, el mismo que se diluyo en 200 mililitros de agua destilada con ayuda de la estufa eléctrica y varilla se procedió a homogenizar de tal manera que se disolviera todo el agar, sin embargo, para verificar una homogeneización adecuada se debe de mezclar hasta cuando hierva el agua con precisión de no quemarse.

Figura 53

Homogeneización de agar PDA



Fuente: Autores

Una vez ya mezclado completamente se procede a colocar algodón en la boca del Erlenmeyer y sellarlo con aluminio.

Figura 54

Sellado con algodón y aluminio el matraz con el agar PDA



Fuente: Autores

Una vez sellado se procede a llevar a la autoclave, sin embargo, se debe de verificar que la autoclave contenga agua destilada caso contrario se procede a colocarlo con cuidado en las orillas de la autoclave.

Figura 55

Llenado con agua destilada en el autoclave



Fuente: Autores

Una vez verificado que este con la suficiente agua destilada se procede a colocar el Erlenmeyer con el agar y tapan la autoclave y esperar que el medidor de presión esté en uno, luego de ello se procede a apagar y esperar que la presión disminuya y así proceder a retirar el Erlenmeyer con el agar.

Figura 56

Esterilización del Erlenmeyer con el agar PDA



Fuente: Autores

Con precaución de no quemarse se procede a llevar el Erlenmeyer a la cámara de flujo laminar y colocar en las Cajas Petri del agar con las medidas de precaución respectivas para no contaminar las cajas y agar, una vez colocado en las Cajas Petri el agar PDA se procede a reposar por unos 10 minutos para se solidifique el agar PDA.

Figura 57

Enfriamiento del agar PDA



Fuente: Autores

Transcurrido los 10 minutos se procede a sembrar los hongos antes extraídos de las pilas, para realizar la siembra con la ayuda de la aza se le esteriliza en el mechero y se extrae el hongo de la muestra.

Figura 58

Esterilización del aza y extracción del hongo

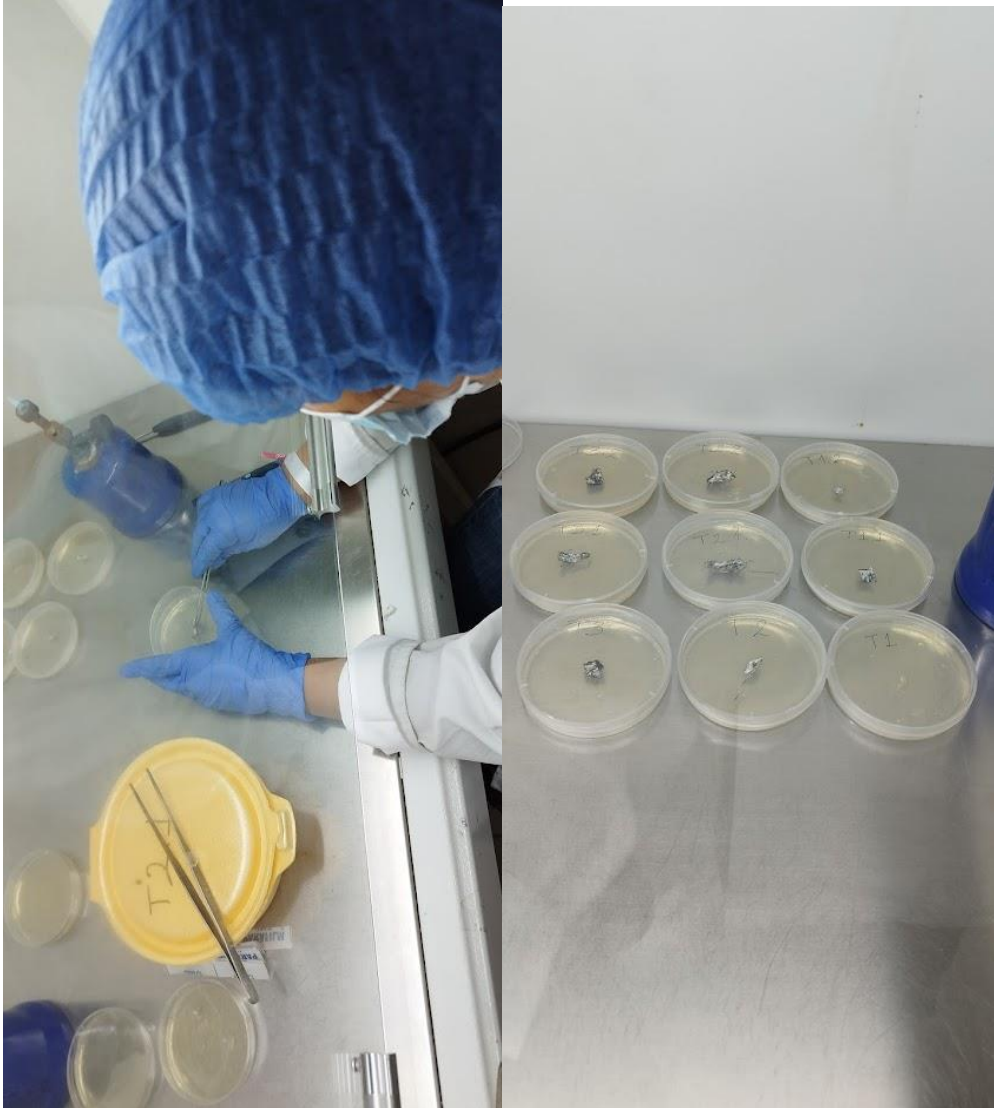


Fuente: Autores

Extraída la muestra de hongo se procede a colocar en las cajas Petri, se debe sellar con la cinta Parafilm

Figura 59

Siembra del hongo en las cajas Petri y sellado

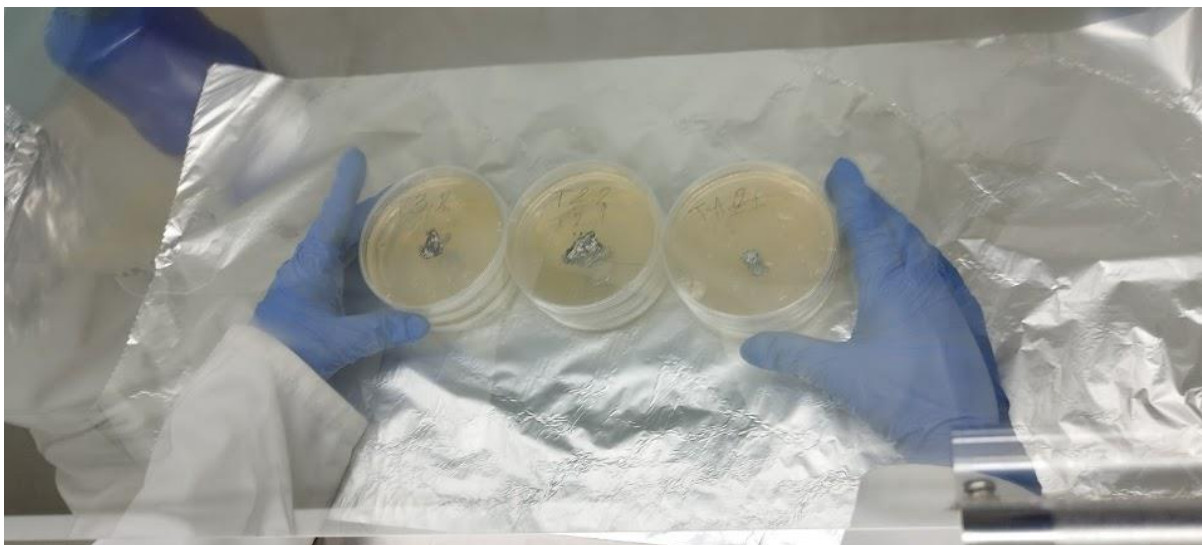


Fuente: Autores

Sembrado y etiquetado las cajas Petri con las formulaciones repetidas, se procede a envolver con aluminio se coloca en una funda ziploc etiquetado y llevado a la estufa, la misma que debe estar a una temperatura de 25 grados centígrados por un tiempo de 6 días.

Figura 60

Forrado de aluminio a las cajas Petri



Fuente: Autores

Figura 61

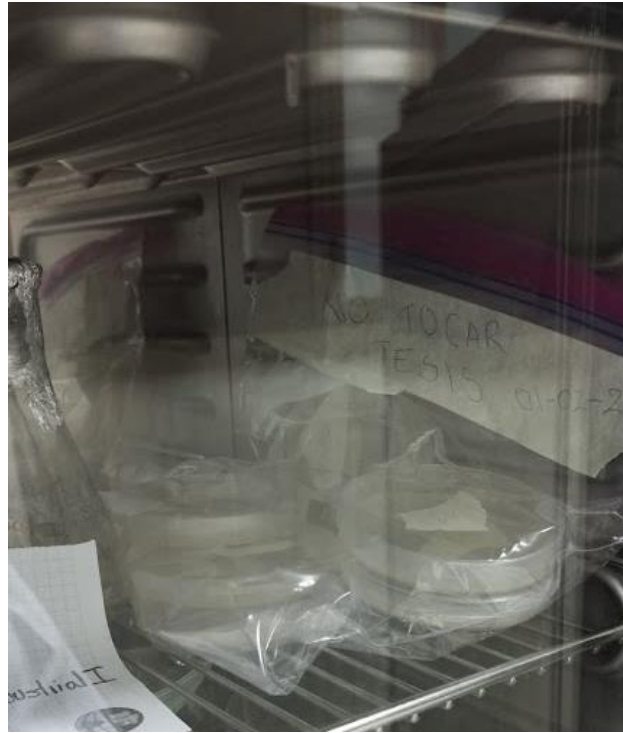
Colocación en la funda de ziploc



Fuente: Autores

Figura 62

Colocación de las cajas Petri en la estufa a 25°C



Fuente: Autores

Aislamiento de los hongos cultivados

Transcurrido los 6 días en la estufa a 25°C constante se procedió a sacar de la estufa y llevados a la cámara de flujo laminar, para realizar el aislamiento de los hongos, cabe mencionar que se procedió a realizar más agar PDA el cual se siguió el mismo procedimiento antes utilizado.

Figura 63

Preparación para el aislamiento de los hongos cultivados



Fuente: Autores

Una vez colocado el agar PDA en las 9 cajas Petri se procede a aislar teniendo en cuenta las medidas de precaución para no contaminar el laboratorio, con la ayuda de mechero se procedió a esterilizar el asa microbiana teniendo en cuenta que la parte superior del asa este completamente roja eso nos ayudara que no se contamine el aislamiento de los hongos respectivos.

Figura 64

Esterilización del asa microbiana



Fuente: Autores

Ya esterilizada el asa microbiana se procede al aislamiento, teniendo precaución de no tocar con los dedos en el hongo si no que solamente con el asa, se extrae la parte a aislar del hongo cultivado, se pincha en la caja Petri de tal manera que el hongo extraído se quede completamente en la nueva caja Petri, luego de ello se selló y etiqueto respectivamente.

Figura 65

Aislamiento de los hongos



Fuente: Autores

Figura 66

Insertación del hongo en la nueva caja Petri



Fuente: Autores

Figura 67

Sellado y etiquetado de las cajas Petri



Fuente: Autores

Aislado todas las 9 repeticiones se llevó a la estufa a una temperatura de 25°C por 5 días para posteriormente visualizar en el microscopio.

Identificación de los hongos presentes en la descomposición de la MO en el método del Takakura

Para la identificación de los hongos se procedió a utilizar los siguientes materiales:

- Cámara de flujo laminar
- Mechero
- Asa microbiana
- Microscopio
- Porta y cubreobjetos
- Azul de lactofenol

Figura 68

Azul de lactofenol, porta y cubreobjetos



Fuente: Autores

Figura 69

Microscopio AUSTRIA



Fuente: Autores

Transcurrido los 6 días se procedió a sacar las cajas Petri de la estufa y ser llevado a la cámara de flujo laminar.

Figura 70

Hongos aislados

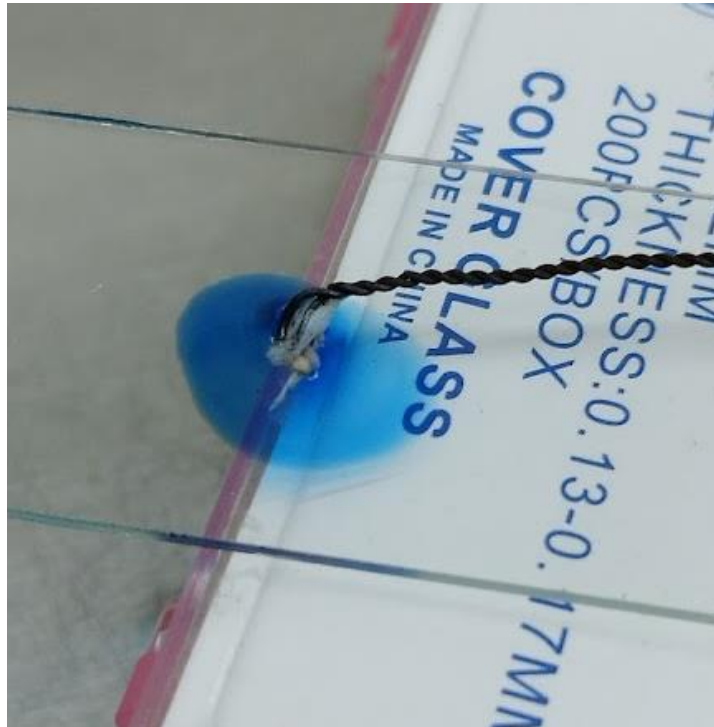


Fuente: Autores

Con ayuda del asa microbiana esterilizada se procedió a extraer una parte del hongo para colocar en el portaobjetos, cabe destacar que en el portaobjetos se colocó una gota de azul de lactofenol, con el cubreobjetos se coloca sobre la gota de lactofenol y la muestra extraída del hongo así obteniendo la plaqueta lista para visualizar en el microscopio.

Figura 71

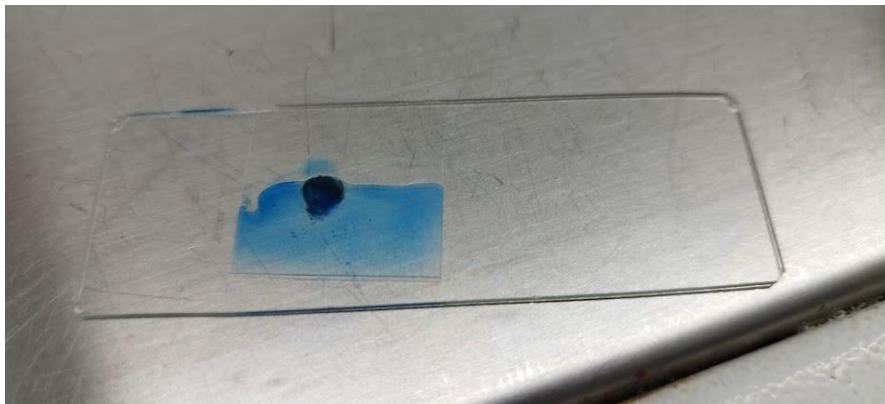
Muestra del hongo con azul de lactofenol



Fuente: Autores

Figura 72

Plaqueta lista para la visualización en el microscopio



Fuente: Autores

Figura 73

Plaqueta lista para ver en el microscopio



Fuente: Autores

3.9. Etapa final del proceso del Takakura

El tiempo que tomo para obtener el abono orgánico mediante el método del Takakura fue de 65 días, esto sin contar el tiempo de 21 días en el que tomo para preparar la semilla de este.

A continuación, se visualiza el secado de las pilas del Takakura para posteriormente ser tamizados.

Figura 74

Secado de las pilas del Takakura



Fuente: Autores

Con ayuda del rastrillo y la pala se procedió a tender las pilas para el secado de estas, el cual se dejó por 3 días para su secado.

Figura 75

Tamizado de las pilas del Takakura



Fuente: Autores

Con ayuda de la pala se colocó la semilla en la gaveta la cual contenía una malla en su interior para facilitar el tamizado de la semilla del Takakura.

Figura 76

Pesado de las semillas tamizadas de las pilas del Takakura



Fuente: Autores

Con la ayuda de la báscula se procedió a pesar el abono orgánico obtenido por el método del cuarteo a cada una de las pilas.

3.10. Etapa final del proceso de la Lombricultura

El tiempo que tomo para obtener el abono orgánico mediante el método del Takakura fue de 65 días, esto sin contar el tiempo de 21 días en el que tomo para preparar la semilla de este.

A continuación, se visualiza el secado de las pilas del Takakura para posteriormente ser tamizados.

Figura 77

Tamizado del abono orgánico de las celdas de la Lombricultura



Fuente: Autores

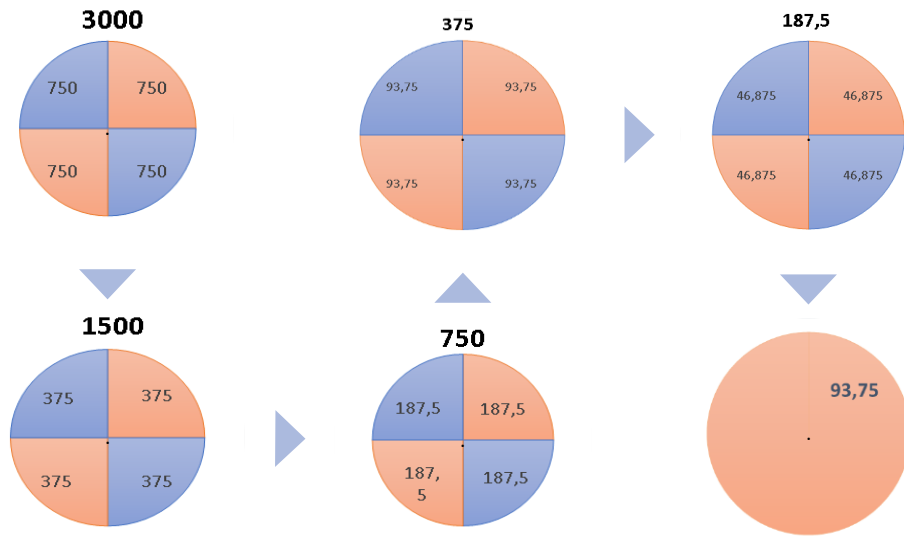
Con ayuda de la pala se procedió a colocar el abono orgánico en la gaveta la cual contiene una malla en su interior el cual facilita para tamizar del abono orgánico de la Lombricultura.

RESULTADOS

Con respecto al primer objetivo: **seleccionar los residuos sólidos orgánicos que son destinados a la Planta de Bioinsumos mediante el método de cuarteo.**

Ilustración 2

Método de cuarteo de los Residuos Sólidos Orgánicos de la planta de Bioinsumos de Huambi



Fuente: Autores

Figura 78

Método de cuarteo en la planta de bioinsumos de Huambi



Fuente: Autores

Esto se hace para reducir el número de muestras de desechos sólidos orgánicos a un número pequeño para garantizar que sean representativas y lo más homogéneas posible. El tamizaje de residuos orgánicos se realiza por el método de cuartiles, y la cantidad de residuos sólidos orgánicos que ingresan a la planta de Bioinsumos todos los días se establece en 3000 kg, y la cantidad recolectada todos los lunes, miércoles y viernes es la misma. el viernes y domingo para poder determinar que los residuos orgánicos sólidos que ingresan a la instalación son: vegetales, hortícolas, animales, cáscaras de frutas, residuos de alimentos y residuos inorgánicos que normalmente se desechan como basura.

Los residuos ya caracterizados posteriormente serán utilizados para aplicar diferentes formulaciones a los distintos los tratamientos biológicos.

Con respecto al segundo objetivo: **elaborar compostaje y vermicompostaje en la planta de Bioinsumos del cantón Sucúa mediante la técnica del Takakura y Lombricultura.**

En la elaboración de los abonos orgánicos se realizó mediante tres formulaciones con tres repeticiones de cada uno con muestras previamente obtenidas del método de cuarteo. Siendo un total de 9 tratamientos, sin contar los tres tratamientos testigo, se obtuvo datos de los parámetros físico químicos dos veces por semana para de esta manera controlar los parámetros que permitieron una mejor descomposición,

En el takakura el tratamiento con mejores condiciones físicas (Temperatura y pH), es la formulación T1 (50 kg de RSO y 50 Kg de semilla de takakura), las dos repeticiones restantes de esta formulación de la misma manera fueron similares los resultados como se visualiza en la tabla 7, aunque la humedad y la conductividad no fue la mejor en esta formulación lo que caracteriza un mejor abono de takakura es la temperatura y el pH, los rangos de conductividad y humedad se mantuvieron dentro del rango óptimo para la supervivencia de los microorganismos descomponedores lo que no afectó el proceso, con 50 kg de residuos sólidos orgánicos y 50 kg de semilla de takakura se obtuvo 80kg de compostaje con 1,03 % de nitrógeno, 0,90% fósforo y 1,1% de potasio en un tiempo estimado de 65 días, aunque el proceso de elaboración de la semilla puede tomar de dos a tres semanas los resultados obtenidos lo recompensan con el tiempo más corto en descomponer.

Tabla 6

Kilogramo de Compostaje en diferentes formulaciones y repeticiones

Tratamientos	Kg de RSO	Kg de semilla de Takakura	Kg de Compostaje
Testigo 1	50	0	15

Testigo 2	40	0	14
Testigo 3	60	0	14
T1	50	50	80
T1.1	50	50	79,5
T1.2	50	50	79,3
T2	40	60	70,2
T2.1	40	60	68,5
T2.2	40	60	69,3
T3	60	40	75
T3.1	60	40	74,3
T3.2	60	40	74,6

Fuente: Autores

Para la técnica de lombricultura se realizó de la misma manera tres formulaciones y tres repeticiones, dándonos un total de 9 tratamientos, con residuos sólidos orgánicos previamente caracterizados de los cuales se obtuvo datos de los parámetros dos veces por semana, para controlar que se encuentren dentro de los rangos óptimos para su transformación.

En la lombricultura el tratamiento con mejores condiciones físicas (Temperatura y Humedad), es la formulación T3 (60 kg de RSO sin triturar y 1,5 kg de lombriz californiana), con respecto a la conductividad y pH se mantuvo dentro de los rangos óptimos para que la lombriz californiana cumpla su función como se visualiza en la tabla 7, destacando también que en este tratamiento los residuos no fueron triturados sin embargo se obtuvo mejores resultados tanto en los parámetros como en el tiempo, a través de investigaciones se determinó que los organismos descomponedores prefieren residuos frescos y al triturarlos pierden este valor. Mediante la aplicación de la técnica de lombricultura con 60 kg de residuos sólidos orgánicos y 1,5 kg de lombriz californiana se obtuvo 38 kg de vermicompostaje con 0,95% de nitrógeno, 0,69% de fósforo y 1,05% de potasio, en un tiempo estimado de 73 días

En el proceso del tratamiento testigo se aplicó de igual manera una formulación, para visualizar el comportamiento de los residuos sólidos orgánicos sin ningún tipo de tratamiento, ni intervención humana, la formulación T1 se inició con 50 kg de residuos y se obtuvo 0,257% de nitrógeno, 0,01% de fósforo y 0,18% de potasio y se obtuvo 15 kg de abono orgánico, mencionando también a que los residuos aún se encontraban en etapa

de descomposición mientras los dos tratamientos biológicos ya habían finalizado su proceso de transformación. Estos tratamientos testigo nos sirvieron como base para ver la diferencia que existe al aplicar o no diferentes tratamientos biológicos.

Tabla 7

Kilogramo de Vermicompostaje en diferentes formulaciones y repeticiones

Tratamientos	Kg de RSO	Kg de Lombriz Californiana	Kg de vermicompost
T1	50	0,5	38
T1.1	50	0,5	38,1
T1.2	50	0,5	37,8
T2	40	1	30,3
T2.1	40	1	30,2
T2.2	40	1	30
T3	60	1,5	36,7
T3.1	60	1,5	37
T3.2	60	1,5	37,4

Fuente: Autores

En los tres meses que duró la parte experimental del proyecto se tomó los parámetros fisicoquímicos el cual se creó una base de datos que conforma el registro de dos muestreos semanales de takakura, lombricultura y testigo respectivamente. Una vez finalizado el proceso de aprovechamiento de los residuos orgánicos se procedió a elegir los tratamientos con las mejores condiciones fisicoquímicas que determinan la calidad del

abono, como se puede visualizar en la tabla 7. Para la misma se tomó como referencia los rangos óptimos de la FAO (FAO, 2019).

Con respecto al objetivo tres **Identificar el tipo de Hongos que participan en la descomposición de la materia orgánica mediante el método del takakura**

Para la identificación de hongos que participan en la descomposición de la materia orgánica en el método de takakura se realizó mediante la observación micro y macroscópicamente tomamos como referencia el **Atlas** elaborado por Zurita Macalupú, 2017 se identificó mediante la comparación de características físicas micro y macroscópicas.

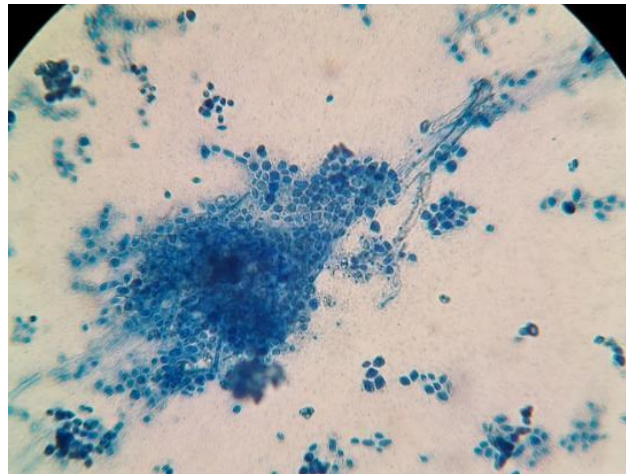
Penicillium sp

Características Microscópicas

Las hifas separadas se pueden ver bajo el microscopio. Los conidióforos tienen ramas secundarias llamadas conidióforos. Son cilíndricos, de paredes lisas, con 3 a 6 viales tipo matraz; dan lugar a largas esporas no ramificadas, o conidios, que forman las alas o cepillos característicos del género.

Figura 74

Penicillium sp en azul de metileno



Fuente: Autores

Características macroscópicas

Macroscópicamente, las colonias suelen crecer rápidamente; inicialmente blanco, pasando con el tiempo a azul, turquesa, verde, gris oliva o rosa, con un reverso amarillo cremoso. Según la variedad, la textura puede ser plana, sedosa, aterciopelada o algodonosa; también puede aparecer gotas de sudor.

Figura 74

Penicillium sp en agar PDA



Fuente: Autores

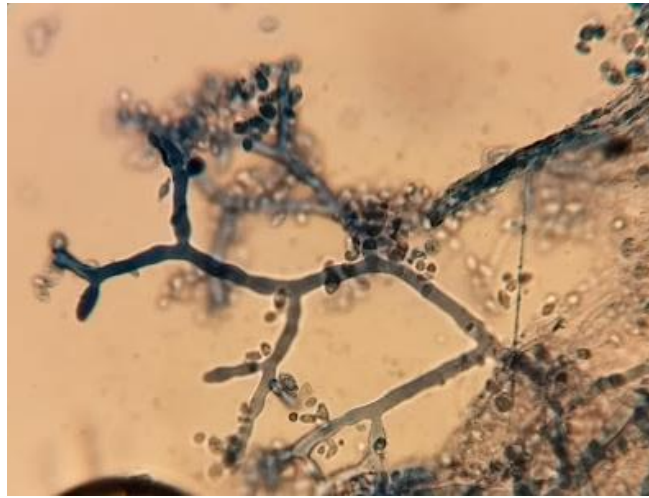
Aspergillus nidulans

Características microscópicas

Las cabezas conidiales se expanden; columnar radial o empacado de forma suelta; tallo marrón, de paredes lisas. vesículas hemisféricas; el conducto biliar ocupa solo la mitad superior de la vesícula biliar. Conidios esféricos, generalmente rugosos. Las ascosporas maduran en 14 días, lenticulares, rojas o moradas, con paredes lisas y dos crestas ecuatoriales.

Figura 75

Aspergillus nidulans en Azul de metileno



Fuente: Autores

Características macroscópicas

Las colonias CYA y CY20S son de color verde a verde oscuro a 25 °C; micelio blanco o gris; conchas aductoras de color amarillo pálido a amarillo pálido debido a la abundancia de células de Hülle; los exudados, si están presentes, son de color rosa a marrón; inverso marrón anaranjado o morado; pigmento disperso del mismo color; colonias blandas o ligeramente aireadas, densas, planas o acanaladas. Las colonias de MEA suelen estar muy esporuladas; verde oscuro; micelio blanco apenas perceptible; clastasia de color amarillento a amarillo pálido rodeada de células de Hülle; reverso incoloro o marrón claro; colonias blandas y planas.

Figura 76

Aspergillus nidulans en agar PDA



Fuente: Autores

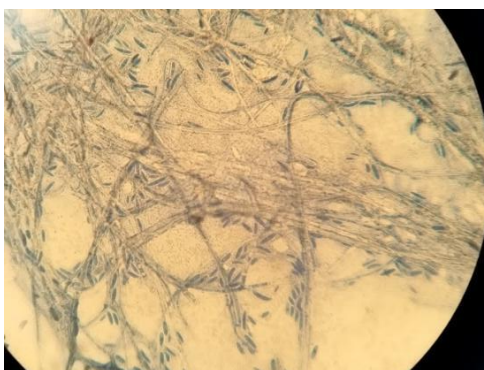
Fusarium sp

Características microscópicas

Fusarium sp. Tiene características microscópicas específicas de la especie. Los viales suelen ser delgados y con forma de botella; simple o ramificado; corto o largo; entúbulos (esporas que surgen de los agujeros en el vial) o politúbulos (porosos).

Figura 77

Fusarium sp en azul de metileno



Fuente: Autores

Características macroscópicas

Son colonias de aspecto algodonoso, de crecimiento rápido, de color blanco y rosa en las primeras etapas de desarrollo; con el tiempo, en algunos lugares aislados, lavanda, morado oscuro, rosa, rosa y blanco; en el reverso del plato, lavanda y Se aprecian los colores de Kurumba, con un crecimiento uniforme en el centro del plato y un color más claro en los bordes.

Figura 78

Fusarium sp en agar PDA



Fuente: Autores

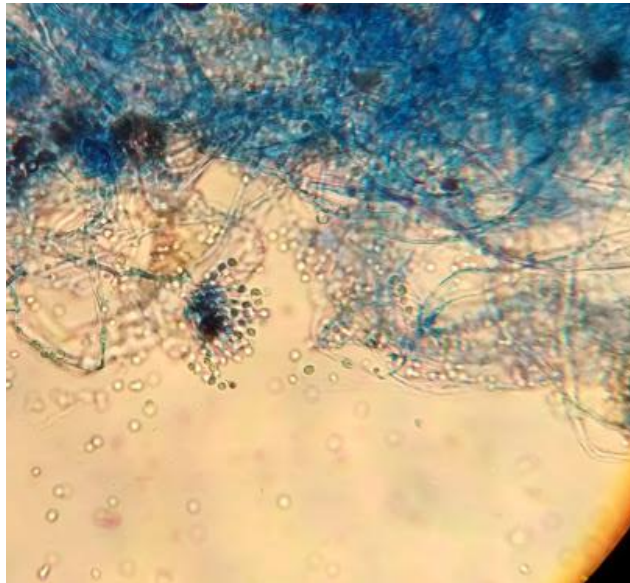
Aspergillus versicolor

Características Microscópicas

Enorme micelio tubular, transparente y desprendido con largos conidióforos impariotes que sostienen vesículas subesféricas de 10–2 μm con dos series de flagelos en ángulos menores de 180° y conidios de 2–3 μm , células de Shearer.

Figura 79

Aspergillus versicolor en azul de metileno



Fuente: Autores

Características Macroscópicas

Micelio tubular desprendido, transparente y enorme con conidióforos simpátricos largos que soportan vesículas subesféricas de 10–2 μm con dos filamentos flagelares en un ángulo de menos de 180° y conidios de 2–3 μm , células Le griegas.

Figura 80 *Aspergillus versicolor* en agar PDA



Fuente: Autores

Con respecto al cuarto objetivo **Monitorear los parámetros físico químicos como: humedad, pH, temperatura, nitrógeno, fósforo, potasio, al inicio, durante y al final de la elaboración de los abonos orgánicos.**

Al inicio del proceso se logró obtener los valores de los parámetros dentro del nivel óptimo ya sea en el takakura para la supervivencia de los microorganismos descomponedores y en la lombricultura de la misma manera para la lombriz californiana, en el transcurso de la primera semana al aplicar las diferentes técnicas, los parámetros variaron hasta estabilizarse en la segunda semana de diciembre y de esta manera se completó el proceso de descomposición y aprovechamiento. Para una mejor ilustración del comportamiento de los parámetros en el tratamiento elegido observar las **gráficas 1 – 12**.

Tabla 8

Monitoreo final de las formulaciones y repeticiones de los tratamientos biológicos

Fuente: Autores

		T °C	H%	pH	σ m/s	N %	P %	K %
	Nivel Optimo	25-35	30-40	6,5-8,5	0,5-2	0,3-1,5	0,1-1	0,3-1,5
TA KA KU RA	T1	30	35,7	7	1	1,03	0,90	1,1
	T1.1	28	34	7	0,9	1,05	0,85	1
	T1.2	27	34	7	0,9	1,05	0,88	0,99
	T2	26	32	7	0,6	0,7	0,6	0,5
	T2.1	26	32	7	0,6	0,6	0,9	0,6
	T2.2	25	30	6,6	0,5	0,7	0,4	0,5
	T3	28	34	7	0,9	0,9	0,5	0,6
	T3.1	25	29	7	0,5	0,8	0,7	0,4
	T3.2	26	29	6,6	0,5	0,7	0,3	0,5
LO M BR IC UL TU RA	T1	24,9	30	7	0,8	0,5	0,3	0,6
	T1.1	23,7	29	7	0,6	0,5	0,4	0,6
	T1.2	24,7	29	7	0,7	0,7	0,4	0,4
	T2	24,9	29	7	0,7	0,4	0,5	0,5
	T2.1	24	30	7	0,7	0,6	0,4	0,5

	T2.2	23	28	7	0,5	0,4	0,5	0,4
	T3	25	35	7	1,3	0,95	0,69	1,05
	T3.1	25,3	35	7	1,3	1	0,7	1
	T3.2	25,5	35,6	7	1,2	1,05	0,75	1,1
TESTIGO	T1	24,3	44,7	7	1,8	0,257	0,01	0,18
	T2	26,5	48,8	8	1,2	0,1	0,05	0,14
	T3	26,3	63	6	1,6	0,19	0,03	0,15

En la **tabla 8** se muestran los parámetros fisicoquímica finales de todos los tratamientos biológicos (Takakura y Lombricultura) con sus respectivas repeticiones incluido el testigo como se formuló en la **tabla 4**, para una mejor visualización de todos los parámetros fisicoquímicos tomados durante el proyecto ir a **anexos**, los que se encuentran resaltados de color verde son las formulaciones que se encuentran dentro los niveles óptimos como menciona la FAO.

Tabla 9

Monitoreo al inicio, durante y final de las formulaciones y repeticiones de los tratamientos biológicos

	PARÁMETROS	T °C	H %	PH	COND.	N %	P%	K%	
	RANGO ÓPTIMO	25-35	30-40	6,5-8,5	0,5-2,5	0,3-1,5	0,1-1	0,3-1,5	
TAKAKURA	Valor final	T1	30	35,7	7	1	1,03	0,90	1,1
	Valor durante		52,7	54,3	6,9	1,3	0,907	0,807	2,56
	Valor inicial		56,6	37,7	6,5	1,2	2,24	2,137	4,297
LO	Valor final	T3	25	35	7	1,3	0,95	0,69	1,05

M B R I C U L T U R A	Valo r dur ante		25,7	65,7	6,9	2,1	3,427	3,18	9,177
	Valo r inici al		22	69,4	6,8	1,6	5,243	4,23	12,283
T E S T I G O	Valo r final	T1	24,3	44,7	7	1,8	0,257	0,01	0,18
	Valo r dur ante		27,7	64,4	7	1,3	0,933	0,4	0,697
	Valo r inici al		37,7	57,2	6,7	0,9	1,197	0,783	1,197

Fuente: Autores

En la **tabla 9** se aprecia de forma resumida los parámetros fisicoquímicos que se encuentran dentro de los niveles óptimos conforme la FAO lo estipula para abonos orgánicos, los datos de los tratamientos biológicos son del inicio, durante y final de los procesos biológicos.

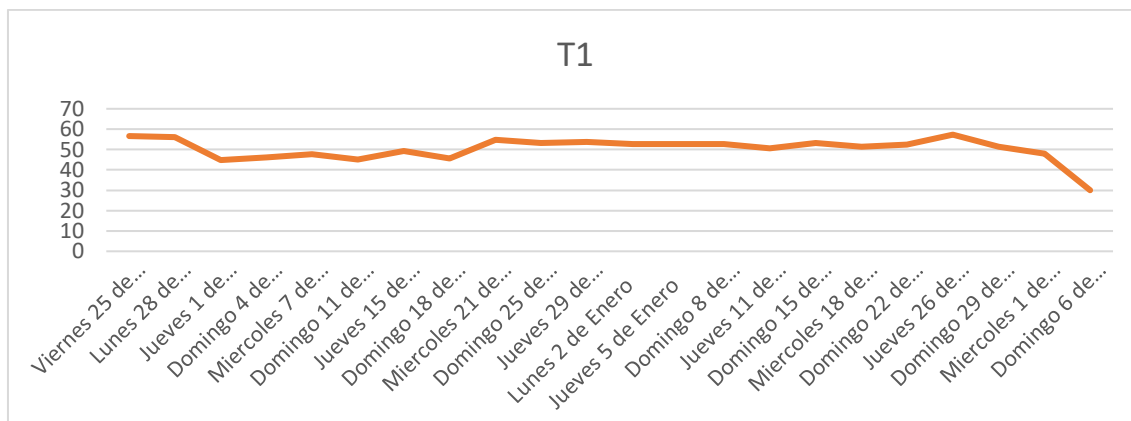
Para una mejor visualización se realizaron graficas de las formulaciones que se encuentran dentro de los niveles óptimos, de tal manera se apreciará el comportamiento de los parámetros físicos en el proceso de descomposición de la materia orgánica en los procesos biológicos.

TAKAKURA

Temperatura

Gráfica 1

Comportamiento de la temperatura en el método del Takakura



Fuente: Autores

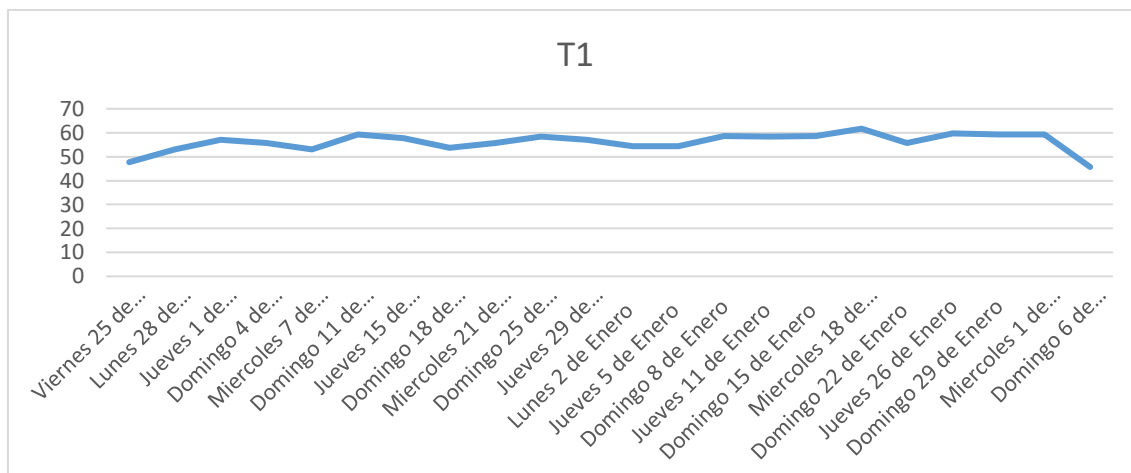
De los 9 tratamientos tres principales y dos repeticiones de cada uno, el tratamiento T1 fue el que mantuvo un comportamiento de temperatura más constante y dentro del rango óptimo.

En la **gráfica 1** se puede evidenciar el comportamiento de la temperatura en el transcurso que duró la descomposición de la materia orgánica hasta obtener el producto final, teniendo en cuenta que la temperatura óptima para la descomposición de la MO es de 35 a 65 °C para la subsistencia de los microorganismos y hongos. Al inicio la temperatura fue de 56.6°C, durante de 52.7°C y al final de 30°C, la cual está dentro de los niveles óptimos que establece la FAO.

Humedad

Gráfica 2

Comportamiento de la humedad en el método del Takakura



Fuente: Autores

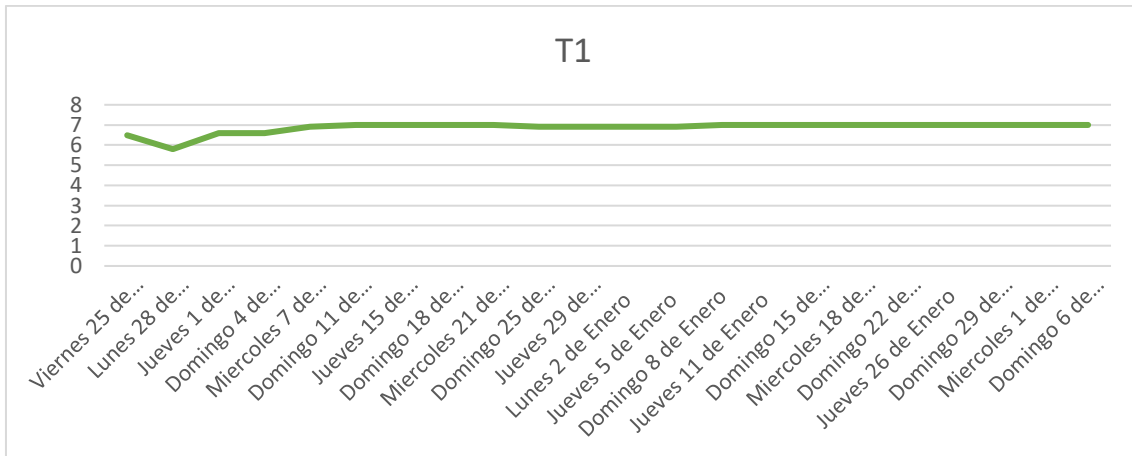
De los 9 tratamientos tres principales y dos repeticiones de cada uno, el tratamiento T1 fue el que mantuvo un comportamiento de temperatura más constante y dentro del rango óptimo.

En la **gráfica 2** se puede evidenciar el comportamiento de la humedad en el transcurso que duró la descomposición de la materia orgánica hasta obtener el producto final, teniendo en cuenta que la humedad óptima para la descomposición de la MO es de 40 a 60 °C para la subsistencia de los microorganismos y hongos. Al inicio la humedad fue de 37.7%, durante de 54.3% y al final de 35.7%, la cual está dentro de los niveles óptimos que establece la FAO.

Ph

Gráfica 3

Comportamiento de la pH en el método del Takakura



Fuente: Autores

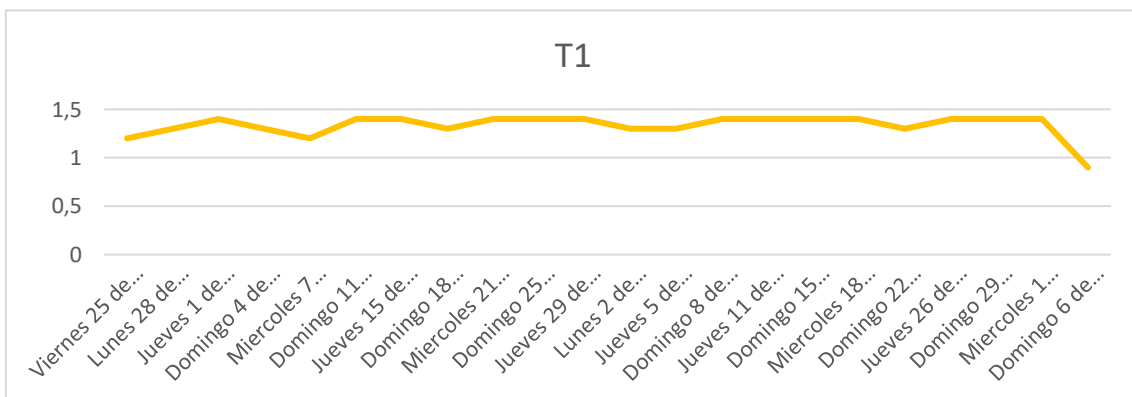
De los 9 tratamientos tres principales y dos repeticiones de cada uno, el tratamiento T1 fue el que mantuvo un comportamiento de temperatura más constante y dentro del rango óptimo.

En la **gráfica 3** se puede evidenciar el comportamiento del pH en el transcurso que duró la descomposición de la materia orgánica hasta obtener el producto final, teniendo en cuenta que la temperatura óptima para la descomposición de la MO es de 5 a 8 para la subsistencia de los microorganismos y hongos. Al inicio el pH fue de 6.5, durante de 6.9 y al final de 7, la cual está dentro de los niveles óptimos que establece la FAO.

Conductividad

Gráfica 4

Comportamiento de la conductividad en el método del Takakura



Fuente: Autores

De los 9 tratamientos tres principales y dos repeticiones de cada uno, el tratamiento T1 fue el que mantuvo un comportamiento de temperatura más constante y dentro del rango óptimo.

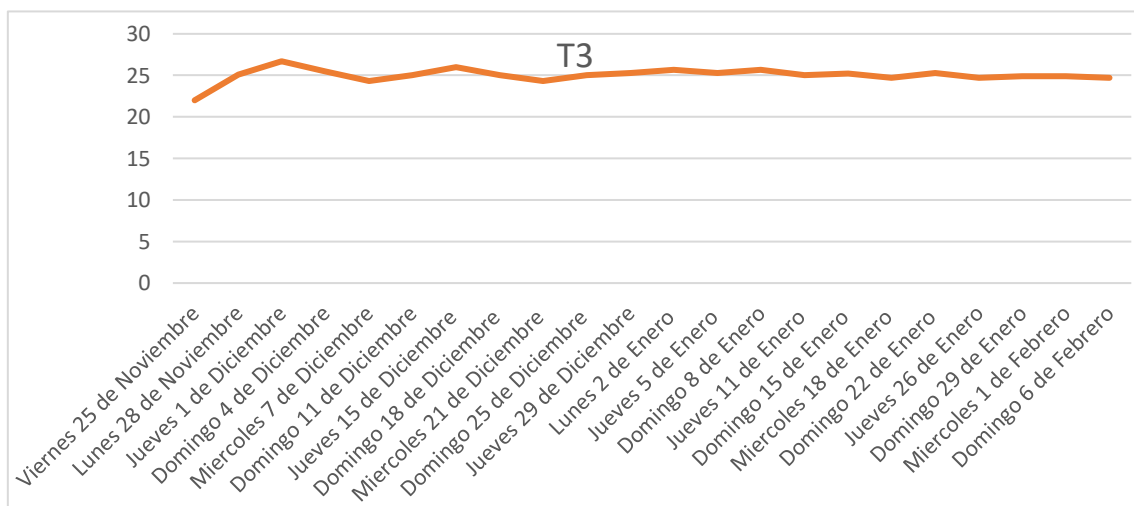
En la **gráfica 4** se puede evidenciar el comportamiento de la conductividad en el transcurso que duró la descomposición de la materia orgánica hasta obtener el producto final, teniendo en cuenta que la conductividad óptima para la descomposición de la MO es de 0.5 a 2.5 mS para la subsistencia de los microorganismos y hongos. Al inicio de la conductividad fue de 1.2mS, durante de 1.3mS y al final de 1mS, la cual está dentro de los niveles óptimos que establece la FAO.

Lombricultura

Temperatura

Gráfica 5

Comportamiento de la temperatura en la técnica de lombricultura



Fuente: Autores

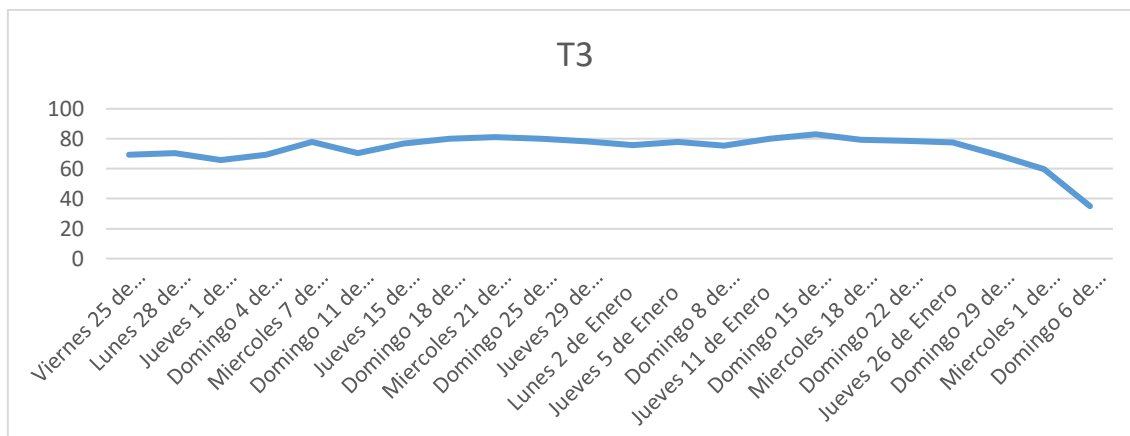
De los 9 tratamientos tres principales y dos repeticiones de cada uno, el tratamiento T3 fue el que mantuvo un comportamiento de temperatura más constante y dentro del rango óptimo.

En la **gráfica 5** se puede evidenciar el comportamiento de la temperatura en el transcurso que duró la descomposición de la materia orgánica hasta obtener el producto final, teniendo en cuenta que la temperatura óptima para la descomposición de la MO es de 30°C a 20°C para la subsistencia de la lombriz californiana ya que no sobrevive a mayor temperatura. Al inicio la temperatura fue de 22°C durante de 25,7°C y al final de 25°C, la cual está dentro de los niveles óptimos que establece la FAO.

Humedad

Gráfica 6

Comportamiento de la humedad en la técnica de lombricultura



Fuente: Autores

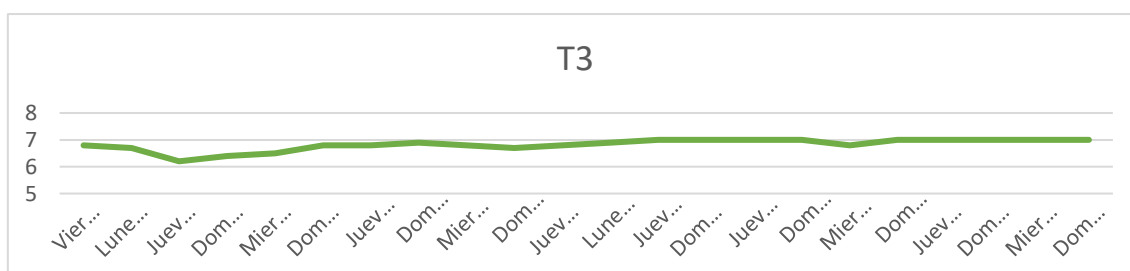
De los 9 tratamientos tres principales y dos repeticiones de cada uno, el tratamiento T3 fue el que mantuvo un comportamiento de humedad más constante y dentro del rango óptimo.

En la **gráfica 6** se puede evidenciar el comportamiento de la humedad en el transcurso que duró la descomposición de la materia orgánica hasta obtener el producto final, teniendo en cuenta que la humedad óptima para la descomposición de la MO es de 70% a 80% para la subsistencia ya que la lombriz respira por la piel, y una humedad más alta impediría su respiración. Al inicio la humedad fue de 69,4% durante de 65,7% y al final de 35%, la cual está dentro de los niveles óptimos que establece la FAO.

Ph

Gráfica 7

Comportamiento de la pH en la técnica de lombricultura



Fuente: Autores

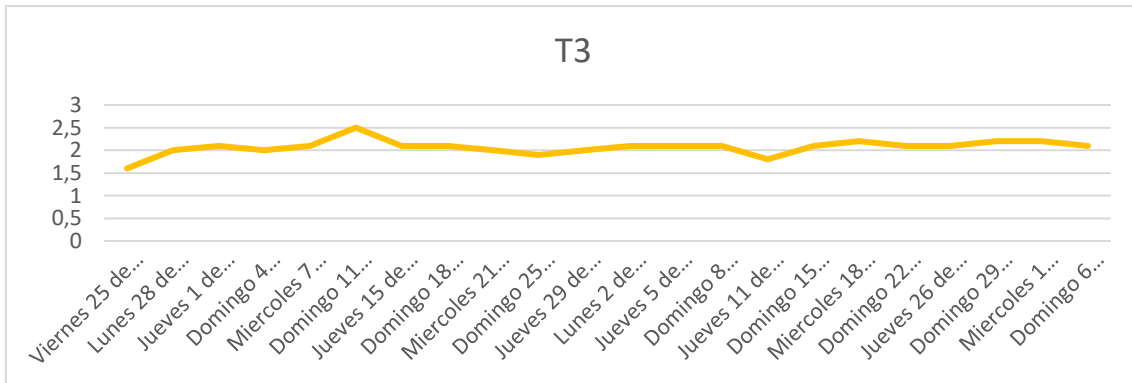
De los 9 tratamientos tres principales y dos repeticiones de cada uno, el tratamiento T3 fue el que mantuvo un comportamiento del pH más constante y dentro del rango óptimo. En la **gráfica 7** se puede evidenciar el comportamiento del pH en el transcurso que duro la descomposición de la materia orgánica hasta obtener el producto final, teniendo en

cuenta que el pH óptimo para la descomposición de la MO es de 5 a 8,5 ya que en ambientes más altos impediría la alimentación de la lombriz. Al inicio el pH fue de 6,8 durante de 6,9 y al final de 7 la cual está dentro de los niveles óptimos que establece la FAO.

Conductividad

Gráfica 8

Comportamiento de la Conductividad en la técnica de lombricultura



Fuente: Autores

De los 9 tratamientos tres principales y dos repeticiones de cada uno, el tratamiento T3 fue el que mantuvo un comportamiento de conductividad más constante y dentro del rango óptimo.

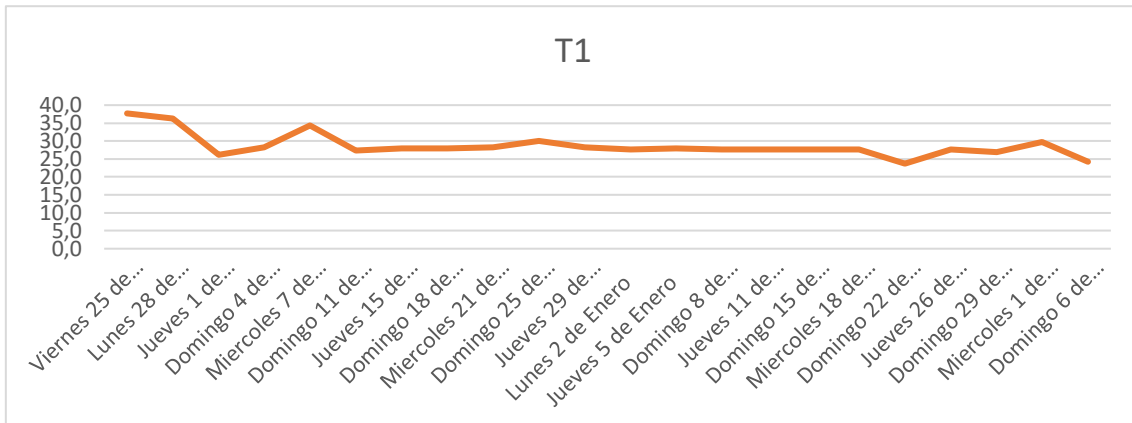
En la **gráfica 8** se puede evidenciar el comportamiento de la conductividad en el transcurso que duró la descomposición de la materia orgánica hasta obtener el producto final, teniendo en cuenta que la conductividad óptima para la descomposición de la MO es de 0.5 a 2,5 mS ya que en ambientes más altos impediría la alimentación de la lombriz. Al inicio la conductividad fue de 1.6 mS durante de 2.1mS y al final de 1.3 mS la cual está dentro de los niveles óptimos que establece la FAO.

Testigo

Temperatura

Gráfica 9

Comportamiento de la temperatura en la prueba testigo



Fuente: Autores

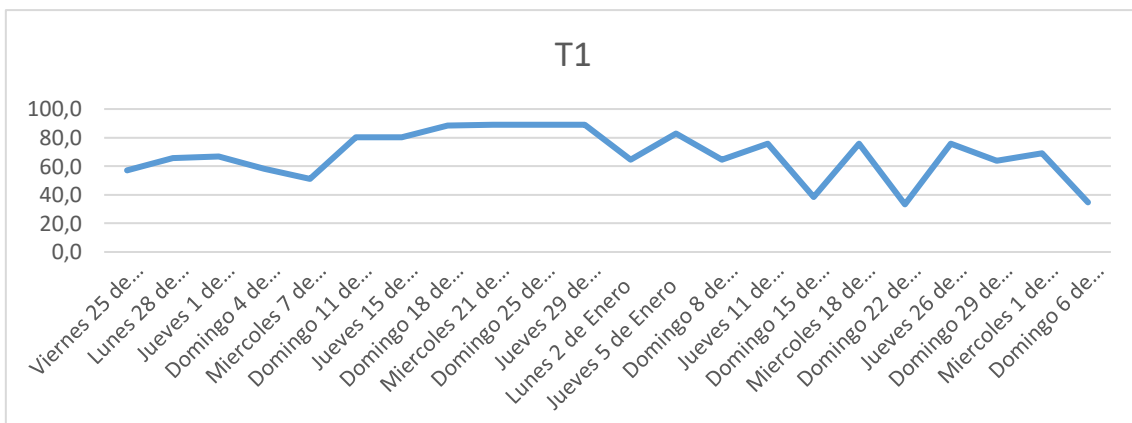
Para el método denominado testigo se realizaron tres repeticiones destacando que en estos tratamientos no tuvieron ninguna intervención lo único que vario en los tres tratamientos fue la cantidad de materia orgánica, aquí se eligió el tratamiento que mantuvo una temperatura más cerca del nivel óptimo.

En la **gráfica 9** se puede evidenciar el comportamiento de la temperatura en el transcurso que duró la descomposición de la materia orgánica hasta obtener el producto final, Al inicio la temperatura fue de 37,7 durante de 27,7 y al final de 24,3 la cual es más constante y cercana a los niveles óptimos que establece la FAO.

Humedad

Gráfica 10

Comportamiento de la humedad en la prueba testigo



Fuente: Autores

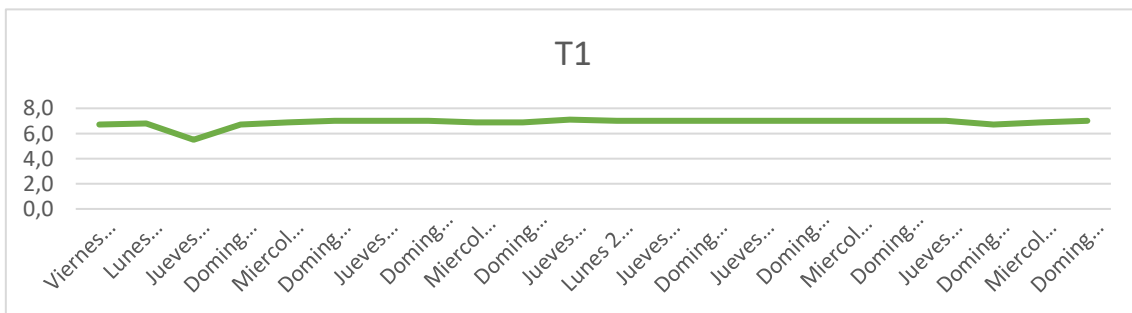
Para el método denominado testigo se realizaron tres repeticiones destacando que en estos tratamientos no tuvieron ninguna intervención lo único que vario en los tres tratamientos fue la cantidad de MO, aquí se eligió el tratamiento que mantuvo una humedad más cerca del nivel óptimo.

En la **gráfica 10** se puede evidenciar el comportamiento de la humedad en el transcurso que duró la descomposición de la materia orgánica hasta obtener el producto final, Al inicio la humedad fue de 57,2% durante de 64,4% y al final de 44,7% la cual es más constante y cercana a los niveles óptimos que establece la FAO.

pH

Gráfica 11

Comportamiento del pH en la prueba testigo



Fuente: Autores

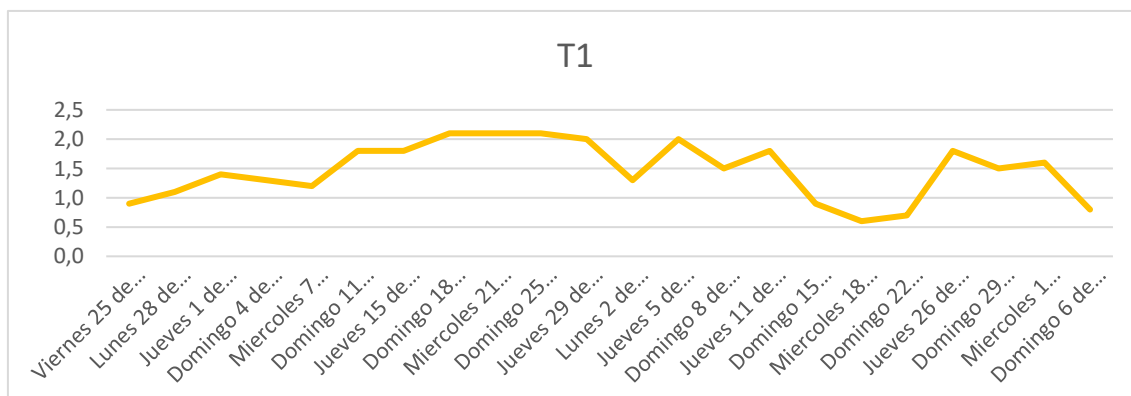
Para el método denominado testigo se realizaron tres repeticiones destacando que en estos tratamientos no tuvieron ninguna intervención lo único que varió en los tres tratamientos fue la cantidad de materia orgánica, aquí se eligió el tratamiento que mantuvo un pH más cerca del nivel óptimo.

En la **gráfica 11** se puede evidenciar el comportamiento del pH en el transcurso que duro la descomposición de la materia orgánica hasta obtener el producto final, Al inicio el pH fue de 6,7 durante de 7 y al final de 7 la cual es más constante y cercana a los niveles óptimos que establece la FAO.

Conductividad

Gráfica 12

Comportamiento de la conductividad en la prueba testigo



Fuente: Autores

Para el método denominado testigo se realizaron tres repeticiones destacando que en estos tratamientos no tuvieron ninguna intervención lo único que vario en los tres tratamientos fue la cantidad de materia orgánica, aquí se eligió el tratamiento que mantuvo una conductividad más cerca del nivel óptimo.

En la **gráfica 12** se puede evidenciar el comportamiento de la conductividad en el transcurso que duró la descomposición de la materia orgánica hasta obtener el producto final, Al inicio la conductividad fue de 0,9 durante de 1,3 y al final de 0,8 la cual es más constante y cercana a los niveles óptimos que establece la FAO.

Se realizo la prueba estadística con los datos obtenidos de cada uno de los parametro fisicoquimicos de las diferentes formulaciones en la elaboración de los abonos organicos, se trabajo con un alfa del 0.05 en la prueba de Anova, concluyendo que el $P > 0.05$ por ende no existe una diferencia significativa entre los parámetros fisicoquimicos en el proceso de elaboración del abono organico.

Con ayuda de Anova se realizo la prueba de Turkey de los parametros fisicoquimicos donde se comparo las formulaciones, dandonos como resultado que el $P > 0.05$ por lo que no existe diferencia significativa entre las formulaciones en la obtencion del abono organico.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realizó la caracterización de los residuos orgánicos que son destinados a la planta de Bioinsumos, el cual nos permitió identificar la cantidad de 12 toneladas semanales de

residuos orgánicos que son generados en la zona urbana del cantón Sucúa, las mismas que están conformados por restos de legumbres, jardinería, animales, cáscaras de frutas, restos de comida y residuos inorgánicos.

Se realizaron dos tratamientos biológicos como es el Takakura y Lombricultura para aprovechar la materia orgánica de la zona urbana del cantón Sucúa, las mismas que tienen tres tratamientos con dos repeticiones de cada una variando la cantidad de residuo sólido orgánico y la cantidad de semilla de Takakura y lombriz californiana.

De los 9 tratamientos biológicos del Takakura que se realizaron se pudo verificar que la formulación T1 fue la mejor y el T3 en el tratamiento de la Lombricultura y el T1 para el testigo, ya que sus parámetros físicos se mantuvieron más constantes e óptimos para una mejor composición en un periodo más corto.

De los tratamientos biológicos empleados para la descomposición de la materia orgánica que es destinada a la Planta de Bioinsumos ubicada en la parroquia Huambi, se puede evidenciar que el tratamiento biológico del Takakura es más óptimo debido a que el proceso de descomposición es más rápido y sus propiedades fisicoquímicas están dentro de los niveles permisibles según estipula la FAO.

Los cuatro hongos identificados en el proceso de descomposición del Takakura aportan de la siguiente manera: El *penicillium sp*, está presente en la descomposición de la materia orgánica debido que es un degradador de celulosa en el proceso de obtención del compostaje. El *Aspergillus nidulans*, está presente en la descomposición de la materia orgánica debido que es un degradador de celulosa y la lignina en el proceso de obtención del compostaje. El *Aspergillus versicolor*, está presente cuando hay una humedad óptima para la descomposición de la materia orgánica. El *fusarium sp*, está presente en todo el proceso de compostaje ya que se alimenta de materia orgánica en descomposición y es muy común en el suelo.

El monitoreo de los parámetros fisicoquímicos permitió mantener los tratamientos biológicos en rangos óptimos para una mejor descomposición de la materia orgánica y de esta manera tener un mejor aprovechamiento de este.

Recomendaciones

Realizar charlas de capacitaciones a los ciudadanos del cantón Sucúa para evitar que lleguen residuos no orgánicos a la Planta de Bioinsumos.

Incentivar con una cantidad de abono orgánico a los ciudadanos del cantón Sucúa para que dejen solo la materia orgánica en la planta de Bioinsumos.

En la elaboración de la semilla se recomienda utilizar lácteos naturales o que estén caducados para una mejor obtención de microorganismos.

Utilizar una malla o plástico en las pilas si el proyecto se realiza en lugares donde habiten animales de carroña.

En el método del Takakura se recomienda triturar los residuos orgánicos para una mejor descomposición y en la Lombricultura picar de un tamaño mayor o igual a 2 cm.

Realizar un estudio de mercado para la venta del abono orgánico producido en la Planta de Bioinsumos de la parroquia Huambi.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

Tortosa, G. (13 de Noviembre de 2013). *La ciencia del compost*. Obtenido de

<http://www.compostandociencia.com/2013/11/ph-en-el-compostaje->

[html/#:~:text=As%C3%AD%20aunque%20el%20compostaje%20puede,%2C5%2](http://www.compostandociencia.com/2013/11/ph-en-el-compostaje-)

[0y%208%2C0.](http://www.compostandociencia.com/2013/11/ph-en-el-compostaje-)

Acosta, W., & Peralta, M. (2015). Elaboración De Abonos Orgánicos a Partir Del Compostaje De

Residuos Agrícolas En El Municipio De Fusagasugá. *Trabajo de Grado*, 116.

Alayón Castro, E. (2021). Guía para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos. *Inventum*,

15(29), 76–94. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.15.29.2020.76-94>

- Bueno Márquez, P., Jesús, M., Blanco, D., & Cabrera Capitán, F. (2018). *Factores que afectan al proceso de Compostaje*.
- Byron Mosquera (FONAG). (2010). *Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana*.
- Cajamarca, D. (2012). Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos. *Universidad de Cuenca*, 118.
- Cando, C., Salazar, D., & Carbajal, S. (2018). *Boletín técnico N°-XX-Año-OE 2*
Dirección/Departamento Unidad Elaborado por: Revisado por: Aprobado por: Contenido.
www.ecuadorencifras.gob.ec
- COA. (2017). *CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE*. www.lexis.com.ec
- CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR. (2008). *CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008 Decreto Legislativo 0 Registro Oficial*. www.lexis.com.ec
- Dominguez, J., & Edwards, C. (2010). Relationships between Composting and Vermicomposting. *Vermiculture Technology*, 11–25. <https://doi.org/10.1201/b10453-3>
- FAO. (2019). *STATE OF FOOD AND AGRICULTURE 2019 (SPANISH EDITION) : moving forward on food loss and waste ... reduction*. FOOD & AGRICULTURE ORG.
- Garro, J. (2017). El suelo y los abonos orgánicos. *Sector Agro Alimentario*, 11(1), 77–81.
- Gazzo, R. M., & Librandi, V. G. (2007). Tratamiento de desechos y aprovechamiento. *Repositorio Universidad de Palermo*, 8.
- Gómez y Vásquez. (2011). Abonos orgánicos. *Sistema de Agronegocios Agrícolas*, 27.
- González, J. (2016). Residuos sólidos: problema, conceptos básicos y algunas estrategias de solución. *Revista Gestión y Región*, 22, 101–119.

Huambi GAD. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Huambi*

DIAGNOSTICO PROPUESTA MODELO DE GESTIÓN.

INEN. (2021). *Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU).*

INSST. (2015). NTP 1054. Gestión de residuos: clasificación y tratamiento. *Notas Técnicas de Prevención*, 1–8.

Insumolab. (2019). *AGAR PAPA DEXTROSA.*

Jordi Pon. (2019). Instrumentos para la implementación efectiva y coherente de la dimensión ambiental de la agenda de desarrollo. Caso 4 Residuos. *Comisión Económica Para América Latina y El Caribe*, 102.

Mosquera, B. (2010). Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana. *Fonag*, 25.

Nelly Vanessa Maigua de la Torre. (2019). *UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ COLEGIO COMUNICACIÓN Y ARTES CONTEMPORÁNEAS.*

PDOT. (2019). *Gobierno Municipal Del Cantón Sucúa*. 36,37.

Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida*. www.planificacion.gob.ec

Ramos David;, & Elein Tery Alfonso. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del boscashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35, 52–59.

REGLAMENTO AL CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE. (2019). *REGLAMENTO AL CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE*. www.lexis.com.ec

Roman, Pilar., Martínez, M. M., & Pantoja, Alberto. (2013). *Manual de compostaje del agricultor : experiencias en América Latina*. FAO.

- Sánchez, F. (2019). Evaluación de los residuos sólidos urbanos generados en tres parroquias del cantón Sucúa. In *Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana / Tesis / Grado*.
- Sánchez-Muñoz, M. del P., Cruz-Cerón, J. G., & Maldonado-Espinel, P. C. (2020). Gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina: un análisis desde la perspectiva de la generación. *Revista Finanzas y Política Económica*, 11(2), 321–336.
<https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2019.11.2.6>
- Santos, S., & Urquiaga, R. (2013). COMPOSTAJE Y VERMICOMPOSTAJE DOMÉSTICOS Sergio de Santos y Raúl Urquiaga. *Ceneam, Metodología del vermicompostaje*, 10.
- Semarnat. (2016). Residuos Residuos. *Informe Anual Profepa*, 380.
- TCU. (2017). *COMPOST*.
- Toro, E. R., Szantó, M., Juan, N., Pacheco, F., Contreras, E., & Gálvez, A. (2017). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*.
- Vargas-Pineda, O. I., Trujillo-González, J. M., & Torres-Mora, M. A. (2019). El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento. *Orinoquia*, 23(2). <https://doi.org/10.22579/20112629.575>
- Villegas, V., & Laines, J. (2017). Vermicompostaje: I avances y estrategias en el tratamiento de residuos solidos organicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(2), 393–406.
- Zurita Macalupú, S. (2017). *Atlas para el diagnóstico micológico*.
- Zurita-Martínez, F. (2015). Manual de compostaje del agricultor. In *Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe*.

Anexo de los parámetros físicos del tratamiento Testigo

Tabla 10

Datos obtenidos de la semana uno de los parámetros físicos de la muestra testigo

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	36.95	61.45	6.75	1
T2	33.4	46.3	5.9	1.05
T3	38	83.1	6.5	1.6

Fuente: Autores

Tabla 11

Datos obtenidos de la semana dos de los parámetros físicos de la muestra testigo

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	27.2	62.6	6.1	1.35
T2	30.25	53.6	5.4	1.1
T3	31.75	42.95	5.2	0.8

Fuente: Autores

Tabla 12

Datos obtenidos de la semana tres de los parámetros físicos de la muestra testigo

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	30.85	65.7	6.95	1.5
T2	29	59.9	6.95	1.3
T3	28.05	67.5	6.9	3.35

Fuente: Autores

Tabla 13

Datos obtenidos de la semana cuatro de los parámetros físicos de la muestra testigo

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	27.95	84.3	7	1.95
T2	27.2	64.55	6.85	1.45
T3	26.75	66	7	1.55

Fuente: Autores

Tabla 14

Datos obtenidos de la semana cinco de los parámetros físicos de la muestra testigo

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	29.15	89	6.9	2.1
T2	28.2	82.85	7	2
T3	28.45	87.15	6.95	2.05

Fuente: Autores

Tabla 15

Datos obtenidos de la semana seis de los parámetros físicos de la muestra testigo

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	27.95	76.7	7.05	1.65
T2	27.05	56.5	7	1.25
T3	26.6	51	6.85	1.15

Fuente: Autores

Tabla 16

Datos obtenidos de la semana siete de los parámetros físicos de la muestra testigo

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	27.85	73.7	7	1.75
T2	26.35	57.5	6.95	1.25
T3	26.2	51.5	7	1.15

Fuente: Autores

Tabla 17

Datos obtenidos de la semana ocho de los parámetros físicos de la muestra testigo

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	27.65	57.1	7	1.35
T2	26.85	44.65	7	1
T3	26	31.9	7	0.7

Fuente: Autores

Tabla 18

Datos obtenidos de la semana nueve de los parámetros físicos de la muestra testigo

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	25.65	54.5	7	0.65
T2	25.7	68.5	7	0.95
T3	27	53.3	7	0.75

Fuente: Autores

Tabla 19

Datos obtenidos de la semana diez de los parámetros físicos de la muestra testigo

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	27.25	69.7	6.85	1.65
T2	26.6	63.5	7	0.85
T3	26.5	47.65	7	0.65

Fuente: Autores

Tabla 20

Datos obtenidos de la semana once de los parámetros físicos de la muestra testigo

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	24.3	44.7	7	1.8
T2	26.5	48.8	8	1.2
T3	26.3	63	6	1.6

Fuente: Autores

Anexo de los parámetros físicos del tratamiento del Takakura

Tabla 21

Datos obtenidos de la semana uno de los parámetros físicos de la muestra del takakura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	57.65	47.2	6.95	1.15
T2	57.1	50.5	6.05	1.25
T3	56.35	50.35	6.15	1.25
T1.1	60.2	56.9	6.2	1.4
T2.1	59	56.5	5.9	1.35

T3.1	53.1	51.8	6.35	1.25
T1.2	53.95	51.3	5.9	1.3
T2.2	55.8	51.3	6.3	1.25
T3.2	56.35	54.8	6.4	1.3

Fuente: Autores

Tabla 22

Datos obtenidos de la semana dos de los parámetros físicos de la muestra del takakura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	44.95	52	5.5	1.25
T2	46.05	55.3	6.3	1.35
T3	45.55	56.35	6.6	1.35
T1.1	45.7	48.8	5.6	1.25
T2.1	43.05	54.2	4.6	1.35
T3.1	45.95	55.85	6.6	1.25
T1.2	41.35	54.2	6.75	1.25
T2.2	43.2	55.15	6.8	1.35
T3.2	52.2	50.85	6.35	1.2

Fuente: Autores

Tabla 23

Datos obtenidos de la semana tres de los parámetros físicos de la muestra del takakura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	46.75	50.65	6.65	1.2
T2	46.9	55.15	6.95	1.35
T3	46.35	56.15	3.5	1.3
T1.1	46.05	49.35	6.95	1.15
T2.1	46.55	51.5	6.9	1.25
T3.1	46.2	50.7	6.95	1.25
T1.2	46.75	53.5	7	1.3

T2.2	46.95	55.85	6.95	1.4
T3.2	48.45	52	6.95	1.3

Fuente: Autores

Tabla 24

Datos obtenidos de la semana cuatro de los parámetros físicos de la muestra del takakura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	44.65	52.5	7	1.25
T2	47.35	56.5	7	1.35
T3	47.5	55.7	7	1.35
T1.1	48.5	55.15	7	1.3
T2.1	48.35	54.7	7	1.3
T3.1	52.65	54.5	6.95	1.3
T1.2	51.65	56	7	1.4
T2.2	52.15	56.15	6.9	1.4
T3.2	51.65	54.65	6.9	1.3

Fuente: Autores

Tabla 25

Datos obtenidos de la semana cinco de los parámetros físicos de la muestra del takakura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	50.15	51.65	6.9	1.25
T2	52.85	55.5	6.95	1.35
T3	54	57	6.95	1.4
T1.1	54	56	7	1.35
T2.1	53.85	54.5	6.95	1.4
T3.1	52.5	55.85	7	1.4
T1.2	54.5	56.5	7	1.35
T2.2	53.85	55	6.95	1.35
T3.2	51.65	55.15	6.9	1.35

Fuente: Autores

Tabla 26

Datos obtenidos de la semana seis de los parámetros físicos de la muestra del takakura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	50.3	52.65	6.8	1.3
T2	54.15	56.35	6.9	1.35
T3	53.2	55.65	6.9	1.35
T1.1	55	56.15	7	1.4
T2.1	53.15	57.65	6.9	1.45
T3.1	50.5	57.15	7	1.4
T1.2	55.5	54.35	7	1.3
T2.2	56.5	56.85	6.8	1.35
T3.2	54.5	57.5	7	1.4

Fuente: Autores

Tabla 27

Datos obtenidos de la semana siete de los parámetros físicos de la muestra del takakura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	49.3	53	6.9	1.3
T2	53.15	55.2	6.95	1.3
T3	52.7	56.5	6.95	1.35
T1.1	51.7	57.15	7	1.4
T2.1	53.15	56.35	6.95	1.35
T3.1	49.5	56	7	1.4
T1.2	52	54.2	7	1.3
T2.2	54	55.65	6.9	1.3
T3.2	53.65	57.15	6.95	1.35

Fuente: Autores

Tabla 28

Datos obtenidos de la semana ocho de los parámetros físicos de la muestra del takakura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
----------------	--------------------	----------------	-----------	----------------------

T1	49.65	59.7	7	1.4
T2	50.35	59.8	7	1.4
T3	52	58.5	7	1.4
T1.1	51.35	58	7	1.4
T2.1	51.65	60.5	7	1.4
T3.1	51.2	59.5	7	1.4
T1.2	51.65	59.15	7	1.4
T2.2	53	55.5	6.8	1.3
T3.2	52.85	56.3	6.8	1.35

Fuente: Autores

Tabla 29

Datos obtenidos de la semana nueve de los parámetros físicos de la muestra del takakura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	54.35	62.5	7	1.45
T2	52.15	60.15	7	1.4
T3	51.8	58.7	7	1.35
T1.1	51.35	60	7	1.4
T2.1	52.8	60.7	7	1.4
T3.1	53.7	58.85	7	1.45
T1.2	53.15	58.85	7	1.4
T2.2	54.5	60	6.65	1.4
T3.2	53.15	60.6	6.65	1.4

Fuente: Autores

Tabla 30

Datos obtenidos de la semana diez de los parámetros físicos de la muestra del takakura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	54	60.3	7	1.4
T2	53.65	59.65	7	1.4
T3	54.3	59.5	7	1.4
T1.1	55.7	58.85	7	1.4

T2.1	57.3	58.8	7	1.4
T3.1	53.5	56.65	7	1.3
T1.2	53.5	58.5	7	1.4
T2.2	55.65	54.65	6.75	1.25
T3.2	55.2	54.15	6.65	1.25

Fuente: Autores

Tabla 31

Datos obtenidos de la semana once de los parámetros físicos de la muestra del takakura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	Ph	Conductividad
T1	30	35.7	7	1
T2	26	32	7	0.6
T3	28	34	7	0.9
T1.1	28	34	7	0.9
T2.1	26	32	7	0.6
T3.1	25	29	7	0.5
T1.2	27	34	7	0.9
T2.2	25	30	6.6	0.5
T3.2	26	29	6.6	0.5

Fuente: Autores

Anexo de los parámetros físicos del tratamiento de la Lombricultura

Tabla 32

Datos obtenidos de la semana uno de los parámetros físicos de la muestra de la lombricultura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	pH	CONDUCTIVIDAD
T1	25.65	89.75	6.75	2.1
T2	26.9	80.95	5.8	1.9
T3	26.8	94.05	5.95	2.2
T1.1	27.35	84.25	6.3	1.95
T2.1	24.9	92.15	6.45	2.15
T3.1	25.35	86.1	6.05	2.15
T1.2	23.55	76.1	6.75	1.8

T2.2	24.9	80.45	6.5	1.9
T3.2	27.85	70.45	6	1.55

Fuente: Autores

Tabla 33

Datos obtenidos de la semana dos de los parámetros físicos de la muestra de la lombricultura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	pH	CONDUCTIVIDAD
T1	26.35	90.65	5.55	2.1
T2	26.05	93.35	5.7	2.15
T3	25.55	92.5	6.4	2.15
T1.1	26.55	89.9	5.45	2.1
T2.1	26.1	92	6.2	2.2
T3.1	26.25	91.9	6.55	2.15
T1.2	26.1	89.5	6.3	2.05
T2.2	26.25	92.7	6.2	2.15
T3.2	26.55	89.6	6.55	2.05

Fuente: Autores

Tabla 34

Datos obtenidos de la semana tres de los parámetros físicos de la muestra de la lombricultura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	pH	CONDUCTIVIDAD
T1	25.4	90.1	5.8	2.1
T2	24.5	89.45	5.8	2.05
T3	24.5	89.95	5.95	2.1
T1.1	24.2	90.55	5.85	2.1
T2.1	24.65	74.15	6.65	1.65
T3.1	24.5	91	5.75	2.1
T1.2	24.65	85.9	6.65	2.3
T2.2	24.7	91.1	6.55	4.3
T3.2	24.15	91.25	6.5	1.75

Fuente: Autores

Tabla 35

Datos obtenidos de la semana cuatro de los parámetros físicos de la muestra de la lombricultura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	pH	CONDUCTIVIDAD
T1	25.5	89.35	6.1	2.1
T2	24.85	87.6	5.3	2.05
T3	24.5	88.2	5.2	2.1
T1.1	24.5	91.1	6.2	2.2
T2.1	25.5	88.3	6.9	2.1
T3.1	26	90.95	5.85	2.15
T1.2	25.5	89.9	6.85	2.1
T2.2	25.8	89.4	6.5	6.5
T3.2	25.8	89.4	6.25	2.05

Fuente: Autores

Tabla 36

Datos obtenidos de la semana cinco de los parámetros físicos de la muestra de la lombricultura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	pH	CONDUCTIVIDAD
T1	25.85	90.3	6.45	2.1
T2	25.15	91.05	6.25	2.1
T3	25.5	88.5	6.25	2.05
T1.1	25.5	91	6.05	2.15
T2.1	25.85	88.35	6.75	2
T3.1	25.35	91.5	6	2.15
T1.2	24.65	87.55	6.75	1.95
T2.2	25.35	88.95	6.5	1.4
T3.2	24.7	89.15	6.3	2.05

Fuente: Autores

Tabla 37

Datos obtenidos de la semana seis de los parámetros físicos de la muestra de la lombricultura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	pH	CONDUCTIVIDAD
---------	-------------	---------	----	---------------

T1	25.15	89.8	6.95	2.1
T2	24.85	91.55	6.7	2.2
T3	25	88.3	6.9	2
T1.1	24.8	90.75	6.55	2.1
T2.1	25.15	88.5	6.9	2.05
T3.1	25.3	91.65	6.55	2.2
T1.2	25.5	88.2	6.85	2.05
T2.2	25.5	88.5	6.5	6.5
T3.2	25.35	89	6.65	2.1

Fuente: Autores

Tabla 38

Datos obtenidos de la semana siete de los parámetros físicos de la muestra de la lombricultura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	pH	CONDUCTIVIDAD
T1	25.35	89.95	7	2.1
T2	25	89.7	6.9	2.1
T3	24.65	89	6.85	2.05
T1.1	24.85	90.95	6.9	2.15
T2.1	25.15	88.35	6.95	2.1
T3.1	25.15	91.65	7	2.15
T1.2	25.5	89.55	7	2.1
T2.2	25.3	89.45	6.5	4.3
T3.2	25	89.35	6.95	2.15

Fuente: Autores

Tabla 39

Datos obtenidos de la semana ocho de los parámetros físicos de la muestra de la lombricultura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	pH	CONDUCTIVIDAD
T1	25.25	90.45	7	1.85
T2	25.15	89.55	7	2.2
T3	25	90.65	7	2.2
T1.1	25.35	90.55	7	2.05

T2.1	25.15	89	7	1.95
T3.1	25.15	91.85	7	2.15
T1.2	25.1	83.6	7	1.95
T2.2	24.95	88.9	6.5	2.15
T3.2	25.25	90.4	7	2.05

Fuente: Autores

Tabla 40

Datos obtenidos de la semana nueve de los parámetros físicos de la muestra de la lombricultura

MUESTRA	TEMPERATURA	HUMEDAD	pH	CONDUCTIVIDAD
T1	24.9	30	7	0.8
T2	25	89.2	7	2.05
T3	24	89.8	7	2.1
T1.1	24.85	89.7	7.05	2.1
T2.1	24.85	90.15	7	2.1
T3.1	25.35	89.8	7	2.1
T1.2	25	90.5	6.9	2.15
T2.2	24.95	89.85	6.75	2.1
T3.2	25.45	89.85	6.9	2.15

Fuente: Autores

Tabla 41

Datos obtenidos de la semana diez de los parámetros físicos de la muestra de la lombricultura

MUESTR A	TEMPERATURA	HUMEDAD	pH	CONDUCTIVIDAD
T1	25.1	88.5	7	2.05
T2	24.95	89.5	7	2.1
T3	25.1	89.7	7	2.1
T1.1	24.7	90.2	7	2.1
T2.1	24.85	90.15	7	2.15
T3.1	25.35	90	7	2.1
T1.2	24.8	89.8	7	2.15

T2.2	25	89.2	7	2.1
T3.2	24.85	89.7	7	2.15

Fuente: Autores

Tabla 42

Datos obtenidos de la semana once de los parámetros físicos de la muestra de la lombricultura

MUESTR A	TEMPERATURA	HUMEDAD	pH	CONDUCTIVIDAD
T1	24.9	30	7	0.8
T2	24.9	29.7	7	0.7
T3	25	35	7	0.7
T1.1	23.7	29	7	0.6
T2.1	24	30	7	0.7
T3.1	25.3	35	7	1.3
T1.2	24.7	29	7	0.7
T2.2	23	28	7	0.5
T3.2	25.5	35.6	7	1.2

Fuente: Autores

Anexo de los parámetros químicos del tratamiento Testigo

Tabla 43

Datos obtenidos al inicio del proceso de descomposición de la MO de los parámetros químicos de la muestra de testigo

MUESTRA	NITROGEN O	FOSFOTO	POTASIO
T1	119,7	78,3	119,7
T2	52,7	58,0	59,7
T3	58,7	47,3	72,3

Tabla 44

Datos obtenidos durante del proceso de descomposición de la MO de los parámetros químicos de la muestra de testigo

MUESTRA	NITROGEN O	FOSFOTO	POTASIO
---------	---------------	---------	---------

T1	93,3	40,0	69,7
T2	1,0	1,0	2,0
T3	5,7	20,7	7,0

Tabla 45

Datos obtenidos al final del proceso de descomposición de la MO de los parámetros químicos de la muestra de testigo

MUESTRA	NITROGEN O	FOSFOTO	POTASIO
T1	0,257	0,01	0,18
T2	0,1	0,05	0,14
T3	0,19	0,03	0,15

Anexo de los parámetros químicos del tratamiento Takakura

Tabla 46

Datos obtenidos al inicio del proceso de descomposición de la MO de los parámetros químicos de la muestra del Takakura

MUESTRA	NITROGEN O	FOSFOTO	POTASIO
T1	28,0	23,0	47,3
T2	13,3	31,0	54,7
T3	35,7	55,3	135,3
T1.1	31,7	32,3	79,7
T2.1	114,3	61,0	79,7
T3.1	10,3	14,0	56,7
T1.2	19,0	24,7	56,0
T2.2	43,7	37,0	117,3
T3.2	37,0	37,0	120,0

Tabla 47

Datos obtenidos durante del proceso de descomposición de la MO de los parámetros químicos de la muestra del Takakura

MUESTRA	NITROGEN O	FOSFOTO	POTASIO
T1	77,3	86,3	245,7
T2	101,7	123,7	271,7
T3	90,7	148,0	335,0
T1.1	47,7	108,0	313,3
T2.1	109,7	119,0	320,0
T3.1	90,7	80,7	256,0

T1.2	198,3	110,0	383,3
T2.2	267,0	137,7	465,0
T3.2	193,0	138,3	386,0

Tabla 48

Datos obtenidos al final del proceso de descomposición de la MO de los parámetros químicos de la muestra del Takakura

MUESTRA	NITROGEN O	FOSFOTO	POTASIO
T1	1,03	0,90	1,1
T1.1	1,05	0,85	1
T1.2	1,05	0,88	0,99
T2	0,7	0,6	0,5
T2.1	0,6	0,9	0,6
T2.2	0,7	0,4	0,5
T3	0,9	0,5	0,6
T3.1	0,8	0,7	0,4
T3.2	0,7	0,3	0,5

Anexo de los parámetros químicos del tratamiento de la Lombricultura

Tabla 49

Datos obtenidos al inicio del proceso de descomposición de la MO de los parámetros químicos de la muestra de la Lombricultura

MUESTRA	NITROGEN O	FOSFOTO	POTASIO
T1	382,0	430,7	1320,7
T2	508,7	329,0	1067,7
T3	618,0	345,7	1136,0
T1.1	491,7	226,7	1056,3
T2.1	240,0	210,7	637,3
T3.1	389,7	363,0	1287,3
T1.2	110,0	318,0	917,7
T2.2	240,7	212,7	571,3
T3.2	399,0	231,3	1015,7

Tabla 50

Datos obtenidos durante el proceso de descomposición de la MO de los parámetros químicos de la muestra de la Lombricultura

MUESTRA	NITROGEN O	FOSFOTO	POTASIO
---------	---------------	---------	---------

T1	196,7	442,7	851,3
T2	596,3	471,3	1578,0
T3	527,7	291,3	774,3
T1.1	85,0	312,0	733,7
T2.1	543,0	402,3	981,7
T3.1	285,3	323,3	992,0
T1.2	342,7	248,0	373,3
T2.2	456,7	279,0	1209,0
T3.2	620,0	533,3	775,0

Tabla 51

Datos obtenidos al final del proceso de descomposición de la MO de los parámetros químicos de la muestra de la Lombricultura

MUESTRA	NITROGEN O	FOSFOTO	POTASIO
T1	0,5	0,3	0,6
T1.1	0,5	0,4	0,6
T1.2	0,7	0,4	0,4
T2	0,4	0,5	0,5
T2.1	0,6	0,4	0,5
T2.2	0,4	0,5	0,4
T3	0,95	0,69	1,05
T3.1	1	0,7	1
T3.2	1,05	0,75	1,1

