

**Instituto de Educación Superior Tecnológico Público
"De las Fuerzas Armadas"**



TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL

**ELABORACIÓN DE UN VERMICOMPOSTADOR DOMÉSTICO
BIOBRIZ PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS
ORGÁNICOS EN EL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA - PERÚ**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL TÉCNICO EN
ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS FORESTALES

PRESENTADO POR:

DELGADO HUAMANHUILLCA, Antony

LIMA, PERÚ

2021

Dedicado con mucho respeto, cariño y aprecio a la Ing. Neli Mejía Marcacuzco por creer en mí y por su guía, entusiasmo y motivación para culminar mi trabajo de aplicación profesional.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a mis padres por todo el esfuerzo y apoyo que me dieron desde muy pequeños, eh inculcarme buenos valores y ayudarme a cumplir mis metas.

En segundo lugar, a los profesores y asesores que me dieron la oportunidad de crecer y desarrollarme como buen profesional y como persona, gracias a ellos estoy muy contento por haber culminado satisfactoriamente la carrera.

En tercer lugar, al Instituto de Educación Superior Tecnológico Publico “De las Fuerzas Armadas” que me brindó todos los beneficios para poder formarme como un gran profesional en la carrera de “Administración de Recursos Forestales”.

Me siento orgulloso por haber servido a nuestra patria y en compensación a ello haber recibido esta oportunidad para forjarme un mejor futuro.

Índice

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Índice	v
Índice de Figuras	vii
Resumen	viii
Introducción	ix
Capítulo I: Determinación del Problema	
1.1 Formulación del problema	13
1.1.1 Problema general	13
1.1.2 Problemas específicos	14
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivo general	14
1.2.2 Objetivo específicos	14
1.3 Justificación	15
Capítulo II: Marco Teórico	
2.1 Estado de arte	17
2.1.1 Antecedentes Internacionales	17
2.1.2 Antecedentes Nacionales	19
2.2 Base teóricas	20
2.2.1 Residuos Solidos	20
2.2.2 Residuos Orgánicos	20
2.2.3 Abonos Orgánicos	21
2.2.3.1 Tipos de Abono Orgánico	22
2.2.4 Humus	22
2.2.4.1 Humus Liquido	23
2.2.6 Lombriz	25
2.2.7 Eisenia Foetida	25
2.2.8 Lombricultura	26
2.2.9 Factores Relevantes en el Cultivo de Lombrices	27
2.2.10 Vermicompostaje	28
Capítulo III: Desarrollo del trabajo	
3.1 Finalidad	34

3.2 Propósito	34
3.3 Componentes	34
3.4 Actividades	36
3.5 Limitaciones	47
Capítulo IV: Resultados	
4.1 Resultados	49
Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones	
5.1 Conclusiones	51
5.2 Recomendaciones	52
Referencias Bibliográficas	53
Apéndices	
Apéndice A. Cronograma de actividades (Diagrama de Gantt)	
Apéndice B. Cronograma de presupuesto	

Índice de Figuras

Figura 1: Composición química del humus	24
Figura 2: Diseño 3D Perfil	37
Figura 3: Vista Isométrica	37
Figura 4: Unión de tablas	38
Figura 5: Triplay	38
Figura 6: Unión de tablas	39
Figura 7: Base y tapa	39
Figura 8: Armado de cuerpo	40
Figura 9: Aprovechamiento de lixiviados	41
Figura 10: Incorporación de contenedores	41
Figura 11: Instalación de sistema de aislamiento	42
Figura 12: Instalación de sistema de aireación	42
Figura 13: Pintado	43
Figura 14: Biobriz	44
Figura 15: Lombriz Roja Californiana (<i>Eisenia Foetida</i>)	44
Figura 16: Lixiviado recolectado del Biobriz	45

Resumen

El presente trabajo de aplicación profesional tiene como finalidad la elaboración del Biobriz para reciclar y reutilizar los desperdicios de cocina que, a falta de un manejo adecuado, son desechados en la vía pública donde se convierten focos de infección y generan enfermedades en la población de los Olivos.

El Biobriz construido es un vermicompostador de pequeña escala hecho a base de madera de forma octogonal de 75 cm de alto y 30 cm de ancho, cabe en cualquier espacio de una casa. Se implementó con un sistema de aireación que, en trabajo conjunto con las lombrices de tierra, proporcionan una adecuada oxigenación a los microorganismos que habitan en su interior, los cuales tienen como función aprovechar los residuos orgánicos domiciliarios.

El clima de las estaciones del año, jugaron un papel importante a la hora de realizar el diseño del vermicompostador, factores como temperatura y humedad del ambiente exterior son relevantes ante el proceso de degradación de la materia orgánica, por eso se instaló un sistema de aireación y aislamiento para mantener un ambiente interno adecuado.

Luego de 15 días se obtuvo como resultado un abono orgánico estabilizado aprovechable en viveros, horticultura, jardinería y áreas verdes e indirectamente contribuye extendiendo la vida productiva de rellenos sanitarios, y reduciendo la cantidad desmesurada de desperdicios. El segregar nuestros desperdicios y aprovechar los residuos sólidos orgánicos de manera individual, conlleva buenos resultados a corto, mediano y largo plazo. Así de esta manera cuidaremos de nuestra naturaleza y tendremos un mejor lugar donde vivir.

Palabras clave: residuos sólidos, vermicompostaje, compostador, reaprovechamiento, compost.

Introducción

La sobrepoblación y falta de segregación en el origen puede provocar un déficit en el sistema de gestión de residuos sólidos domiciliarios. Focos de infección, gases de efecto invernadero y malos olores son los tipos de problema que se ocasionan dentro de una ciudad y, fuera de ella se convierten en botaderos los cuales contaminan aguas subterráneas y degradan de manera descontrolada el espacio que ocupan.

La generación per cápita de residuos sólidos incluidos los orgánicos del distrito de Los Olivos es de 0.5 kilos/persona/día, por lo tanto, existe una gran demanda de productos alimenticios (materia orgánica), de los cuales luego de ser usados, se obtienen desechos que pueden ser aprovechados mediante la técnica del vermicompostaje transformándolos en productos amigables con el medio ambiente.

El vermicompostaje es una actividad que abarca desde la degradación hasta la estabilización de la materia orgánica donde intervienen lombrices de tierra, microorganismos y fauna relacionada. (Villar, 2017). Teniendo en cuenta la problemática mencionada en el primer párrafo y empleando la técnica del vermicompostaje se busca generar investigación y dar solución al problema.

Este proyecto se basa en la elaboración de un vermicompostador que tiene como nombre “*Biobriz*”, está compuesto de 2 partes bio (vida) y Briz de (lombriz de tierra). El objetivo general es la elaboración del Biobriz, así de esta manera mostrar a centros educativos, municipalidades, empresas, casas, restaurantes etc., la segregación de los residuos sólidos en espacios reducidos y obtener un abono orgánico estabilizado y disponible para cualquier tipo de área verde es viable.

El presente trabajo está organizado de la siguiente manera:

Capítulo I. Se describe el fundamento del problema de los residuos sólidos domiciliarios generados diariamente, la formulación de las interrogantes al problema y los objetivos desde la elaboración e importancia de estos sistemas de aprovechamiento.

Capítulo II. Inicia con el marco teórico narrando como es que nace y se va desarrollando tanto el compostaje y vermicompostaje, parte de los procesos que sufre la materia orgánica hasta llegar al producto final y los diferentes biocompostadores domésticos que se han realizado.

Capítulo III. En esta etapa del trabajo de aplicación profesional residen la finalidad y el propósito, los componentes que se utilizaron en la elaboración y las actividades como diseño, construcción y funcionamiento.

Capítulo IV. Se explica, discute y/o interpreta los resultados del vermicompostador casero la elaboración a un bajo costo y la eficiencia.

Capítulo V. Se presenta las conclusiones y recomendaciones gracias a la experiencia adquirida y verificada después del funcionamiento.

CAPÍTULO I

DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del Problema

Según el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) en el 2019 el Perú anualmente produce 7781904 toneladas Tn de residuos sólidos, solo en el Departamento Lima 3387055 Tn. Uno de los distritos presentes en esta producción es el distrito de Los Olivos con 115200 Tn de residuos sólidos, de los cuales el 47 % son residuos sólidos orgánicos (desechos de cocina) y el 53 % residuos sólidos inorgánicos como el papel, desechos electrónicos, cartón, vidrio etc.

La generación per- cápita nacional de residuos sólidos es de 0.57 kg/hab - día, con respecto a la capital, la cantidad de residuos generados al día por una persona es de aproximadamente 0.63 kg/hab – día y del distrito de Los Olivos 0.58 kg/hab – día (SINIA, 2019).

Actualmente, a nivel nacional se tiene 2370 ha afectadas por estos residuos por la descomposición de estos desechos impermeabilizando el suelo o contaminando aguas subterráneas con los lixiviados generados por la combinación de los desechos en putrefacción y las lluvias (SINIA, 2019).

Se sabe que a nivel nacional 4959950 Tn son residuos sólidos domiciliarios; de los cuales 3653423 Tn se destinan a rellenos sanitarios autorizados, el resto normalmente no son aprovechados y finalmente terminan en cualquier lugar. En el Perú existen 1585 botaderos; en Lima solo hay 341 puntos críticos de acumulación de desperdicios; a esto le sumamos el deficiente sistema de recojo de desperdicios (SINIA, 2019).

Otro punto importante, es la contribución con los proyectos de incentivo que promueve el Ministerio del Decreto Legislativo 1278 de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos Ambiente basado en el promulgada en el año 2000 y modificada en el mes de mayo del 2020 bajo el mandato del Presidente de la Republica Martin Vizcarra Cornejo en el Art. 5 señala los principios de una económica circular basada en la eficiente recuperación y regeneración de los recursos dentro del ciclo biológico o técnico y la priorización de la valorización de los residuos sólidos (Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos).

Asimismo, en el Art 51 promueve la valorización de los residuos orgánicos decide que las municipalidades deben valorizar principalmente los residuos orgánicos provenientes de áreas verdes, mercados y de origen domiciliario, el cual resalta los beneficios del compost, humus sobre parques y jardines producidos por estos residuos (Decreto Legislativo 1278).

Así también, el Art 70 de la Gestión de los recursos de las municipalidades, donde promueven el incentivo mediante descuentos. Las municipalidades pueden efectuar descuentos en el pago de arbitrios como incentivo a los ciudadanos que cumplan con realizar la segregación en la fuente de los residuos que generan, en el marco del Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva, entre otro tipo de incentivos (Decreto Legislativo 1278).

Debido al crecimiento poblacional y a la mejora de la calidad de vida, la tasa de crecimiento de estos residuos está en aumento, según la gerencia de gestión ambiental de la municipalidad de Los Olivos al día se recogen 320 Tn de residuos sólidos, de los cuales 57% está compuesto por material orgánico como restos de comida, madera, etc. y el 47% son papel, cartón, bolsas entre otros.

De esta manera se promueven varios artículos importantes dictados por el Ministerio del Ambiente donde se puede resaltar el compromiso para minimizar los residuos sólidos, ya que en el Perú del 54% de residuos sólidos orgánicos solo se aprovecha el 1% y del 20% de residuos sólidos inorgánicos solo se aprovecha el 2%. Tenemos mucho trabajo por realizar para minimizar estos residuos empezando por concientizar, reciclar, reutilizar y rehabilitar.

1.1.1. Problema General

¿Cómo elaborar un vermicompostador doméstico “Biobriz” para el aprovechamiento de los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Los Olivos, Lima – Perú?

1.1.2. Problemas Específicos

¿De qué manera se puede aprovechar los residuos sólidos domiciliarios que se desechan en el distrito de Los Olivos, Lima – Perú?

¿Cómo generar abono orgánico a partir de los residuos sólidos orgánicos del distrito de Los Olivos, Lima- Perú?

¿Cómo disminuir los residuos sólidos domiciliarios que se producen en el distrito de Los Olivos, Lima – Perú?

¿Cómo reducir la contaminación del medio ambiente en el distrito de Los Olivos, Lima - Perú?

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Elaborar un vermicompostador doméstico “Biobriz” para el aprovechamiento de los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Los Olivos, Lima - Perú.

1.2.2 Objetivos Específicos

Aprovechar los residuos sólidos domiciliarios que se desechan en el distrito de Los Olivos, Lima - Perú.

Generar abono orgánico a partir de los residuos sólidos orgánicos del distrito de Los Olivos, Lima- Perú.

Disminuir los residuos sólidos domiciliarios que se producen en el distrito de Los Olivos, Lima – Perú.

Reducir la contaminación del medio ambiente en el distrito de Los Olivos, Lima – Perú.

1.3 Justificación

Nuestra sociedad carece de una educación integral de segregación de nuestros desechos sólidos domiciliarios y poca cultura ambiental. Por lo tanto, es necesario educar, concientizar, reducir y aprovechar los residuos sólidos domiciliarios ya que son factores principales para reducir los índices de contaminación.

Por lo tanto, la importancia de reciclar los residuos orgánicos apunta a reducir el impacto ambiental que se generan al ir a parar en botaderos de basura informales, como la emisión de gases de efecto invernadero sumamente contaminantes como el metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂), alteraciones en la calidad de agua y mayores costos asociados a su tratamiento.

La creación de un vermicompostador (Briobriz) para el manejo de los residuos sólidos orgánicos como desechos de comida papel y cartón que se desechan en una casa común, ayudará a reducir el aumento desmesurado de estos residuos a largo plazo de la población de Los Olivos.

El “Briobriz” es un vermicompostador se ha diseñado para aprovechar alimentos pre consumidos no procesados de una casa común como cascara de plátano, de huevo, de papa, verduras, frutas, semillas, saquitos de té, restos de café, etc. transformándolos en humus: el abono orgánico más potente del planeta, el cual será utilizado para las áreas verdes, jardines, viveros, áreas de horticultura, parques, colegios, universidades, condominios, etc. en el distrito de Los Olivos.

Mediante programas educativos en colegios llegando a los más pequeños, los niños quienes son el futuro de las nuevas generaciones podrán aprender a gestionar de una manera adecuada los residuos que desechan. De esta manera contribuimos no solo en el aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliario si no creamos un ambiente de conciencia y protección sobre el medio en que vivimos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Estado de Arte

Antecedentes Internacionales

Storino. (2017). En su tesis doctoral titulada "*Compostaje descentralizado de residuos orgánicos domiciliarios a pequeña escala: Estudio del Proceso y del Producto Obtenido*" El objetivo del siguiente trabajo fue profundizar en el estudio de aspectos operativos de las técnicas del compostaje a pequeña escala para favorecer su sostenibilidad y difusión como instrumento de prevención de residuos. La primera fase inicia con un estudio de potencialidades para reconocer los aspectos técnicos a investigar en la parte experimental. Además, se realizó una vasta revisión bibliográfica centrándonos en temas medioambientales y económicos, y posteriormente realizando un análisis SWOT (DAFO). La experimentación se centró en comparar 2 tipos de compostaje. Compostaje doméstico y compostaje industrial. Para este fin se realizaron 4 ensayos comparando el compostaje del mismo tipo de residuo a escala industrial en pilas de 1300 t y domestico de 320 l. En los primeros ensayos, se observó un compostaje limitado a escala doméstica, debido a que el tamaño de los desechos utilizados era demasiado espeso y la frecuencia de agitación no era suficiente para el proceso de compostaje en los contenedores. Posteriormente, se realizaron un tercer y un cuarto ensayo compostando material orgánico de residuos municipales a ambas escalas, modificando, en la escala doméstica, el tamaño del estructurante empleado y la frecuencia de volteo afectando positivamente a la evolución del compost. El compostar residuos orgánicos domésticos en espacios reducidos a demostrado su eficacia ante la desmesurada cantidad que se puede producir a diario, nos ayuda a gestionar de una manera adecuada nuestros desperdicios. Desde un punto de vista técnico, manteniendo el desarrollo de manera controlada, el producto final obtenido presento parámetros óptimos para ser utilizado de forma casera.

López (2018). Proyecto de investigación de grado titulada "*Empleo de lixiviados para compostar los residuos sólidos orgánicos domiciliarios de la ciudad de sucúa, mediante las técnicas de takakura y de vermicompostaje*" El siguiente trabajo fue realizado con el objetivo de utilizar lixiviados para acelerar la transformación de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios de la ciudad de Sucúa, mediante las Técnicas de Takakura y Vermicompostaje para su posible utilización en la agricultura. Para esta

investigación, se armaron diez camas, todas contenían 100 kg de residuos orgánicos. Los tratamientos correspondientes al método Takakura, estaban constituidos por: aserrín (11.06 kg) y semilla Takakura (20 kg), mientras que los tratamientos del vermicompostaje sólo contenían residuos orgánicos. Durante el proceso se realizó un control diario de temperatura, pH y humedad. Después de cada volteo se tomó una muestra de cada tratamiento para realizar análisis de la evolución del proceso ecotecnológico. Al finalizar el proceso se verificó la calidad del abono mediante análisis físicos-químicos, químicos y biológicos, mismos que se encontraron dentro de los rangos establecidos por normativas como la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y de la Comisión Europea. Según el análisis estadístico, el mejor tratamiento fue TKL3, el cual exhibió un porcentaje de índice de germinación del 71% sin fitotoxicidad, una relación C/N de 1.3 equivalentes y un poder de conductividad de 2.35 mS / cm, demostrando la calidad del producto final. El vermicompost ayuda a obtener una gran cantidad de biomasa. Se recomienda utilizar el método Takakura con 375 ml adicionales de lixiviado para un tratamiento óptimo de los residuos orgánicos.

Charro (2020) En su tesis de grado titulada "*Evaluación de la eficiencia del vermicompostaje de desechos orgánicos en entornos educativos: caso colegio liceo campoverde, quito, Ecuador*". La investigación tuvo como objetivo evaluar la eficiencia del vermicompostaje en los residuos orgánicos generados en el Colegio Liceo Campoverde, Quito, Ecuador, a través de análisis físicos y químicos del vermicompostaje producido. Se realizó pre-compostaje, colocando los restos orgánicos en la compostera por un tiempo mínimo de 2 semanas. Se realizaron dos tratamientos, bajo el siguiente procedimiento: tratamiento 1 (T1), 30 días de compostaje; y tratamiento 2 (T2), 72 días de compostaje. De ambos tratamientos fueron recolectadas 3 muestras para realizar análisis del abono orgánico. Las variables analizadas fueron: humedad, Nitrógeno (N) total, carbono orgánico (C), pH, relación carbono nitrógeno C/N, y la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC). Los resultados de la comparación de los análisis de los fertilizantes orgánicos en el compost producido utilizando vermicompostaje en el Tratamiento 1 (T1) y 2 (T2), indicaron que no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$), para los parámetros: humedad ($p=0,08$), pH ($p=0,08$), nitrógeno total ($p=0,37$), carbono orgánico ($p=0,08$) y Relación C/N ($p=0,08$). Se pudo verificar que la utilización de la técnica de vermicompostaje es efectiva y puede ser utilizada en entornos educativos, ya que se comprobó una reducción en la cantidad de residuos

orgánicos; en 72 días de experimento se aprovechó un total de 40kg de residuos orgánicos, es decir que en un año escolar (185 días), se aprovecharían un total de 102 kg.

Antecedentes Nacionales

Contreras, Cuba & Rojas (2021) En sus tesis grado titulada *“Eficiencia del compostaje y vermicompostaje en la biorremediación de suelos contaminados con cadmio y plomo por pasivos ambientales mineros de Huamantanga – Canta”* La presente investigación se realizó con el propósito de buscar tecnologías alternativas para la biorremediación de suelos contaminados con cadmio (Cd) y plomo (Pb) por pasivos ambientales mineros de Huamantanga – Canta. Para la experimentación, se realizaron 3 tratamientos que consistían en la elaboración de compostaje y vermicompostaje con diferentes cantidades de sustrato, estiércol de cuy, suelo contaminado y lombriz (*Eisenia foetida*), Se realizaron tres repeticiones a cada tratamiento y se trabajó con una muestra en blanco. Las concentraciones iniciales fueron de 8.8 mg/kg en Cd y 11134.13 mg/kg en Pb. Los resultados dieron a conocer que técnica presentó mayor eficiencia en la biorremediación de suelos contaminados, donde el tratamiento T1V presentó 76.99%, una mayor eficiencia en la biorremediación de plomo seguido de los demás tratamientos de vermicompostaje T2V (74,11 %) y T3V (56.21%), para el caso de cadmio se muestra una mayor eficiencia en el tratamiento T1V donde se presentó un 75.14 % de eficiencia de remoción del contaminante seguido del tratamiento T2V (73,5%) y T3V (56.58%); en los tratamientos de compostaje se evidenció una mayor eficiencia en el tratamiento T3C donde se muestra un valor de 52.75 % para el plomo, este fue seguido de los tratamientos T2C con 25,99% y T1C con 15.58 %. Asimismo, el tratamiento T3C fue el más eficiente 47.10% en la biorremediación de cadmio seguido del tratamiento T2C con un valor de 11.91% y T3C con 0.45%. Se concluyó que el tratamiento mediante la técnica de vermicompostaje fue la más eficiente según el estudio realizado.

Ortiz (2017) en su proyecto aplicativo titulado *“Producción de plantas forestales de la especie tectona grandis a partir de compostaje obtenido de residuos sólidos orgánicos domésticos en Tarqui-Huila”* La finalidad del proyecto fue el aprovechamiento de los residuos orgánicos domésticos convirtiéndolos en abono orgánico para después utilizarlo en producción de plantones forestales. Por medio de material audiovisual se capacitó a la comunidad seleccionada a segregar de forma

adecuado sus residuos orgánicos. Posteriormente, para el almacenamiento de estos residuos se habilitó de recipientes de plástico reutilizables. La recolección de los residuos orgánicos fue transportada hasta el lugar de aprovechamiento que fue de un total de 240 kg en un mes. Finalizado este tiempo, se procedió a realizar el compostaje donde se aplicaron una serie de suplementos para su adecuado proceso como (hongos, melaza y agua) y se realizaron controles de (temperatura, humedad y pH) para mejorar ciertas condiciones fisicoquímicas y biológicas que permitieran obtener un buen sustrato. Transcurridos seis meses en los cuales se culminó la fase de maduración del compostaje, se obtuvo una reducción del 78,1%, el cual fue tamizado y utilizado como sustrato acompañado de tierra, en bolsas de polietileno, donde fueron trasplantadas el 76% (57 unidades) de las plántulas germinadas las cuales fueron 75. Finalmente llevaron un control hasta que tuvieron un tamaño de 10-20 cm para ser llevadas a campo definitivo.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Residuos sólidos

La Ley general de los residuos sólidos, art. 14, define a los residuos sólidos como aquellas sustancias en la que el generador dispone un producto que puede ser sólido o semisólido, en consecuencia, atenta contra la salubridad y el ambiente (Dirección General de Salud Ambiental, 2004).

Los residuos urbanos se generan en los domicilios y en los establecimientos habituales propios de las ciudades (tiendas, mercados, almacenes, restaurantes, hoteles, pequeños talleres, etc.) (Seoanez, 2000).

El alto costo de máquinas industriales resulta un problema para la adquisición de tecnologías para un adecuado aprovechamiento de materiales residuales sin dejar de lado el bajo valor económico como también la falta de mercados para los productos recuperados (Mendoza, 2010 pág. 3).

2.2.2. Residuos Orgánicos

Estos residuos orgánicos se denominan así porque se derivan de frutas y vegetales, por lo tanto, su descomposición no es dañina para el medio ambiente. Estos residuos se pueden transformar y utilizar como abono orgánico. Proviene

usualmente de la cocina de los hogares y están compuesto principalmente por cascara de frutas, tallos, verduras, residuos de filtrante, residuos de café, variedades legumbres. No son orgánicos aquellos derivados de fósiles, ya que su descomposición oscila entre los 5 a 10 años (Flores, 2003).

Los residuos sólidos orgánicos están principalmente compuestos por restos de comida, papeles, cartones, cueros, textiles, residuos de jardinería, etc. El residuo orgánico atribuye muchos microorganismos que contribuyen en los fenómenos de descomposición de la materia orgánica (Pulido, 2012).

Los residuos orgánicos son elementos que han provenido de seres vivos, o bien sean derivados de elementos vivos o de seres compuestos de diferentes sistemas simples o complejos (pluricelulares) (Barradas, 2009).

En definitiva, los residuos orgánicos son biodegradables que se derivan de unidades vivas y por ello se descomponen con facilidad, sin causar daño al medio ambiente.

2.2.3. Abonos Orgánicos

El uso indiscriminado de fertilizantes químicos ha dado como resultado un grave contexto de contaminación de aguas y suelos. Tal problemática a concientizado a la población y como efecto la creación y desarrollo de fertilizantes orgánicos para la conservación del medio en que vivimos y reducir los factores causantes del problema (Romero et al., 2004).

Son productos que 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 (Moreno, 2019).

El abono es sustancial y nutritivo en microelementos y macroelementos de fácil absorción para las plantas, sin embargo, proporciona agua y luz escasamente. Tiene características físico - químicas muy variadas, debido al tipo de origen según su composición. Estas materias actúan alterando la composición química y física del suelo y activando los microorganismos, de acuerdo con sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

2.2.3.1. Tipos de Abono Orgánico.

Tipos de abono orgánico donde la materia orgánica es la principal fuente de nutrientes según Iparraguirre (2007) se dividen en 2:

1. **No procesados:** Se encuentran en su estado natural fuera de cualquier tipo de proceso y están conformados por desechos vegetales, desechos animales: gallinaza, estiércol fresco de vacuno, cerdo y cuy.
2. **Procesados:** Este tipo de abono orgánico ha pasado por un proceso aeróbico y están conformados por compost, lombricompost, bokashi y ácidos húmicos.

Ciertos microorganismos también están considerados en la parte de abonos orgánicos y están conformados por: Biofertilizantes inoculante en turba de *Rhizobium* para leguminosas, micorrizas, *Bacillus subtilis*.

2.2.4. Humus.

El humus de lombriz es un fertilizante (abono) orgánico 100% natural que se obtiene de la transformación de residuos orgánicos por medio de la lombriz roja de California (*Eisenia foetida*) (Camiletti, 2016).

Existe información que se refieren al humus como las excretas de las lombrices dedicadas a transformar los residuos orgánicos y también a lo producido por las lombrices de tierra como desechos de digestión (Azabache, 2003).

Humedad	30 – 60%
pH	6.8 – 7.2
Nitrógeno	1 – 2.6%
Fósforo	2 – 8 %
Potasio	1 – 2.5%
Calcio	2 – 8 %
Magnesio	1 – 2.5 %
Materia orgánica	30 – 70%
Carbono orgánico	14 – 30%
Ácido fulvónicos	14 – 30 %
Ácidos húmicos	2.8 – 5.8
Sodio	0.02 %
Cobre	0.05 %
Hierro	0.02 %
Manganeso	0.006 %
Relación C/N	10 – 11%

Figura 1: Composición química del humus

Fuente: Barbado. J (2004)

Debido a su composición bacteriana y enzimática el humus es elevadamente soluble, lo que provoca que las raíces de las plantas puedan absorber sus nutrientes de manera más rápida y eficaz (Infoagro).

El color marrón oscuro es característico del humus de lombriz. Esta coloración favorece a la absorción del calor mediante el suelo y tiende a neutralizar compuestos contaminantes. Además, consta de una vasta variedad de microorganismos la cual beneficia y actúa directamente en la regeneración de suelos (Rodríguez, 2018).

2.2.4.1. Humus Líquido

El humus líquido es producido por la alimentación de los desechos orgánicos que se introducen en el vermicompostador. Sumado también los líquidos que sueltan los desechos orgánicos y parte del riego periódico que se realiza en el vermicompostador. La unión de estos componentes hace de esta mezcla una interesante propuesta para regar nuestras plantas (Bollo, 2001).

Esencialmente este abono en estado líquido aporta principalmente enzimas, aminoácidos y otras sustancias al suelo y a las plantas, beneficiando a la diversidad y disponibilidad de nutrientes para las mismas. En estos residuos líquidos o purines Los purines aportan microorganismos ya que en él se crea un cultivo de microorganismos, en especial de bacterias. Cada purín es un cultivo específico donde se reproducen rápidamente determinados tipos de bacterias en un ámbito propicio para su desarrollo (Ecoagricultor, 2015).

La aplicación de humus sólido demanda de 2/6 m³/h, limitando su ingreso a producciones tradicionales (trigo, maíz, soja etc.), de allí la iniciativa de humus líquido, aunque no esté al alcance de cualquiera su elaboración los lixiviados de humus sin control ni enriquecimiento de las poblaciones de microorganismos no son equiparables al humus líquido (Schuldt, 2006).

Los abonos orgánicos líquidos llamados lixiviados de primera, segunda y tercera vuelta, son el resultante o producto obtenido del drenaje del regadío a canteros utilizados en la producción de lombrices (Rojas, 2013).

2.2.5. Usos de Humus de Lombriz o Importancia

El humus de lombriz es un producto químicamente estable actuando como uno de los fertilizantes de mejor calidad entre los existentes. Contiene el nitrógeno mineralizado y a la vez gran cantidad de bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (azotobacter). Además, tiene la propiedad de inactivar los residuos de las plaguicidas, debido a su capacidad de absorción (Crisóstomo, 2011).

La importancia de este producto está principalmente relacionada con el suelo, ya que lo protege de la erosión, mejora las características fisicoquímicas haciéndola más impermeable al agua y al aire, aumenta la retención hídrica, regula la actividad de los nitratos del suelo, optimiza la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada como del Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Azufre y Boro (Vila, 2017).

2.2.6. Lombriz

La lombriz es un anélido que vive de forma natural en el suelo y se alimenta esencialmente de material orgánico en descomposición. La labor de la lombriz tiene un impacto relevante en el ambiente ya que gracias a ella se recicla todo el material desechable que puede haber en el suelo, son capaces de realizar galerías en el suelo lo cual facilita que el exceso de agua drene y pueda ser aprovechado por las raíces de las plantas. Además, proporciona mayor oxigenación al suelo (Rostrán y Castillo, 2012).

Diariamente puede alimentarse de residuos equivalente a su propio peso. La temperatura ideal para este anélido es de 15° a 25° C aunque su actividad con los residuos orgánicos puede realizarlo desde los 3° hasta los 35° C. La lombriz roja californiana es denominada epigea porque viven permanentemente asociadas a acumulaciones de materia orgánica sobre la superficie del suelo (Santos y Urquiaga, 2013. pág. 3).

En la actualidad existen diferentes especies de lombrices como *Eisenia foetida* o la *Eisenia andrei* que son utilizadas en el aprovechamiento de desechos orgánicos. El resultado de este proceso es el vermicompost un abono producido de sus deyecciones y carne la cual es utilizada en la industria agropecuaria (Ferruzzi, 1987).

2.2.7. *Eisenia foetida*

a) Clasificación taxonómica

La clasificación sistemática de *Eisenia foetida*:

Reino : Animal
Phylum : Anélida
Clase : Oligoqueto
Orden : Opisthoro
Familia : Lombricidae
Género : *Eisenia*
Especie : *E. foetida*

La lombriz roja es una especie de lombriz de tierra del género *Eisenia*, perteneciente a la familia Lumbricidae, Reino Animalia, del orden de los haplotáxidos, de la rama de los anélidos perteneciente a su vez a la subclase de los oligoquetos que significa (con pocas quetas) referenciando a 4 pares de cerdas que emergen apenas visibles del cuerpo de la lombriz 2 a los costados y 2 estomacales que permiten pegar partes del cuerpo al sustrato o a la pareja durante el ayuntamiento (Gardiner, 1978).

La *Eisenia Foetida* o denominada lombriz roja (proceden de Eurasia), es sin duda la especie que más se adapta al ambiente donde sea ubicada resistiendo al estrés hídrico (humedad inferior del 70%) sin dejar de lado la velocidad en que puede descomponer la materia orgánica. Es roja o parda, pero en el límite de los segmentos posee un bandeado pálido y/o amarillento que le proporciona el aspecto atigrado (Schuldt, 2006.pag 37).

2.2.8. Lombricultura

La lombricultura es considerada como una herramienta biotecnológica, es la crianza o cultivo de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) con la finalidad de aprovechar los desechos orgánicos generados por las actividades domésticas, pecuarias, agrícolas y agroindustriales, en un producto natural de alta calidad (Mazariegos, 2018).

El lumbricultivo se enfoca en el desarrollo de poblaciones de lombrices, llevando un proceso limpio y de fácil aplicación para el tratamiento de una amplia gama de residuos biodegradables como residuos urbanos, agrícolas, industriales, etc. Su aplicación se inserta en una serie de actividades en el ámbito urbano tales como jardinería, floricultura, parques, lombrices para pesca, gallineros etc (Sánchez, 2017).

Existen diversos beneficios que se puede obtener realizando la técnica de lombricultura, entre ellas se encuentra la reducción de fuentes de contaminación mediante el aprovechamiento de los residuos orgánicos. Los lixiviados y el humus sólido son el resultado del proceso eco tecnológico realizado por la lombriz. Estos productos enriquecidos de microorganismos al aplicarlos en el terreno pueden recuperar suelos contaminados y en estado de erosión, aumentan su capacidad de

producción y mejora su estructura. Además, la lombriz también es utilizada como suplemento alimenticio para atletas, aves y peces por su alto contenido en vitaminas, minerales y aminoácidos (Mazariegos, 2018).

2.2.9. Factores Relevantes en el Cultivo de Lombrices

a) Humedad y Aireación

En un terreno mojado las gotas de agua suelen desplazar las burbujas de aire la cual provoca falta de oxígeno, tanto humedad como aireación son parte del sustrato y están muy relacionadas ya que involucra la ingesta de alimento la respiración y la reproducción de las lombrices (Compostadores, 2015).

El mejor ambiente de humedad para las lombrices es de 70% y 80%. Si la cama de la lombriz es superior al 80% la oxigenación es insuficiente provocando una disminución en la degradación de materia orgánica por parte de las lombrices. Un sustrato seco menor al 70% conlleva condiciones desfavorables haciendo difícil el deslizamiento de la lombriz en su medio. Porcentaje de humedad menor al 55% o mayor al 95% puede ocasionar la muerte de las lombrices (Compostadores, 2015).

b) Temperatura

Es un parámetro fundamental para el ciclo de reproducción de las lombrices y la transformación de materia orgánica. Una temperatura óptima para la transformación del material orgánico es de 15°C a 25°C. La *Eisenia Foetida* vive sin problemas en temperaturas de 10°C a 25°C pero a <10° y temperatura >30°C, no hay producción de capsulas. En condiciones controladas es más fácil mantener una temperatura adecuada pero cuando se trabaja al aire libre debe tener un buen control (Instituto Hondureño del Café, 2006).

c) Ph

El pH optimo es muy relevante para el ciclo de vida de la lombriz tiene repercusión en factores de reproducción y descomposición del material orgánico. La humedad y temperatura juegan un papel importante sobre este factor. La lombriz *Eisenia Foetida* acepta de 5 a 8.4 siendo 7 el ideal (neutro). Si es menor

de 5 la lombriz pasa a un estado de dormición y se puede desarrollar una plaga llamada planaria. Este problema se puede solucionar con carbonato de calcio, roseando aproximadamente 2 oz/m² (Instituto Hondureño del Café, 2006).

2.2.10. Vermicompostaje

Es un proceso tecnológico amigable con el ambiente de bajo presupuesto que permite la oxidación, descomposición y estabilización de la materia orgánica provocado por el trabajo conjunto de lombrices y microorganismos, dando como resultado el vermicompost, un abono orgánico natural, homogéneo y de granulometría fina. Este desarrollo eco amigable puede transformar de forma eficaz los desechos orgánicos de un domicilio en un producto de gran beneficio para la restauración de suelos y programas de fertilización de cultivos (Villegas y Laines, 2017).

El vermicompostaje tiene 2 actores principales la lombriz la cual es responsable de la fragmentación del sustrato y los microorganismos los cuales habitan el intestino de la lombriz y se encargan de la degradación bioquímica de la materia orgánica, de esta manera modifican indirectamente las propiedades químicas (Munive, 2018).

Los términos utilizados para identificar el trabajo en conjunto de las lombrices de tierra se dividen en 2. El primero es la lombricultura la cual se encarga de manejar los parámetros suficientes para maximizar la cantidad de lombrices en otras palabras un cultivo de lombrices. Y el segundo es la vermicultura donde el objetivo es la producción de vermicompost, el resultado del proceso digestivo de las lombrices (Ruilova y Martinez, 2008).

En resumen, esta técnica consiste en reunir en un espacio reducido a una gran cantidad de lombrices que dediquen su alimentación a base de materia orgánica. Este ambiente debe recrear un contexto natural para que las lombrices puedan desarrollarse y alimentarse de manera habitual, con el fin de obtener el humus de lombriz (Brunet 2015, pág. 29).

2.2.10.1. Ventajas

- ✓ El vermicompostaje es una técnica que se puede llevar en espacios reducidos. Además, el vermicompost es superior a la mayoría de compost (García, 2020).
- ✓ El vermicompostaje es una técnica eficiente que se puede aprovechar en zonas urbanas tales como colegios, universidades, casas etc. De esta manera darle un valor agregado a los residuos que envían diariamente a la basura (Charro, 2020).
- ✓ El Vermicompostaje no requiere de volteos ya que la lombriz es epigea y está en un constante movimiento de abajo hacia arriba provocando canales de aireación (Schuldt, 2006).

✓

2.2.10.2. Desventajas

- ✓ Las lombrices requieren de una temperatura ideal de 16° a 25° fuera de este rango puede inhibir su crecimiento (Sánchez, 2017).
- ✓ La lombriz respira mediante la epidermis por lo tanto requiere un cuidado especial para mantener una humedad ideal de 70% a 85% (Sánchez, 2018).
- ✓ Si se supera la capacidad del vermicultivo para el manejo de residuos orgánicos puede generar malos olores (Alvaro y Díaz, 2019).
- ✓ Si se descuida el vermicultivo puede ocasionar proliferación de vectores no deseados (Alvaro y Díaz, 2019).

A. *Vermicompost*

El vermicompost es el producto de la descomposición de los residuos orgánicos por medio de lombrices, la cual se ve favorecida por la acción de microorganismos endosimbióticos de su intestino, en tal proceso digestivo se producen enzimas extracelulares las cuales ayudan a acelerar la descomposición de celulosa y compuestos fenólicos. Además, aumentan la mineralización del carbono y nitrógeno del material ingerido (Villegas y Laines, 2017).

Esta técnica de transformación aprovecha las ventajas que derivan del proceso que realizan ciertas especies epigeas de lombrices, donde la principal actividad de beneficio es la aceleración de la materia orgánica. El vermicompost lleva diferentes denominaciones las cuales van a depender del lugar o casa que lo produzca. Por ejemplo mencionaremos las más conocidas como humus de lombriz, lombricompuesto, lombricompost, etc. (Torres, 1996).

El vermicompost es el producto final de la transformación del material orgánico ingerido de origen animal y vegetal a través de sus sistemas digestivo de la lombriz, dando como resultado un producto enriquecido y natural por excelencia la cual se utiliza como abono en la agricultura, jardinería, horticultura y más (Gabriel et al, 2011).

Según Bollo (1999), el vermicompostaje influye en la transformación del N en los materiales iniciales. La mineralización del N fue mayor en presencia de lombrices, lo que sugiere que estas producen condiciones que favorecen la nitrificación, excretando también una cantidad importante en forma de amonio y mucoproteínas (Duran y Enriquez, 2006).

B. *Microorganismos y Fauna Asociada*

El vermicompostaje involucra microorganismos, bacterias y hongos mesófilos tales organismos son parte fundamental de la dieta de las lombrices y juegan un papel relevante en el proceso de biodegradación, mineralización y estabilización del residuo orgánico (Fernández 2011, pág. 28).

En el proceso de vermicompostaje, junto a la lombriz fundamentalmente coexisten bacterias y hongos donde destacan el género *Basilus*, en cuanto a bacterias y el género *Penicilium* y *Aspergillus*, en cuanto a la comunidad fúngica. Durante el paso de la materia orgánica por el intestino de la lombriz tales microorganismos contribuyen con la degradación de la materia orgánica optimizando la absorción de nutrientes por parte de las lombrices (Sánchez, 2017, pág. 6).

Los depredadores más comunes de las lombrices son ratas, ratones, serpientes, sapos, pájaros, topes, ciempiés, milpiés, y algunos otros, que

puede causar graves daños al vermicultivo. La planaria se trata de un pequeño gusano platelminto de cuerpo plano de color oscuro con rayas al largo de su cuerpo es un parásito que se adhiere a la lombriz y mediante un pequeño tubo absorbe los líquidos corporales hasta matarla (Mazariegos, 2018).

Un estudio de cría intensiva de *E. Foetida* y *E. Andrei* es común que los milpies junto a los bichitos bolita (Crustáceos Isópodos Oniscoideos) seas detritívoros en mayor cantidad. Aun así, la lombriz prospera en el marco de potenciales reproductores (Schuldt, 2009).

Fabricación de los Biocompostadores Domésticos

- Compostadores Domésticos

Existen diversos modelos sencillos de compostadores domésticos, a continuación, se describen los modelos más tradicionales.

- Con Pallets de Madera

Consiste en algo tan fácil como disponer tres pallets formando un recinto cuadrado, abierto, por un lado; se pueden unir con cuerdas u otro sistema para aumentar la resistencia del conjunto. En el lado libre, que será nuestra zona de acceso y manipulación, pondremos otro pallet, pero unido sólo por un lado al resto, de forma que haga bisagra para poder abrirlo y acceder al contenido (Francesco, 2017).

- De Plástico Desmontable

Este modelo de plástico es uno desmontable en todas sus partes, unido por varillas y abierto por la base. Esto permite un contacto directo con la acción enzimática de la macrofauna, mesofauna y microfauna que habitan en el suelo en una interacción constante. Además, disponen de una tapa que les hace impermeable al agua de la lluvia y les hace guardar las temperaturas que se originan en el proceso (Francesco, 2017).

- **Vermicompostador Doméstico**

Este producto es fabricado normalmente por 5 bandejas, el tamaño depende de la cantidad de lombrices que se vaya a utilizar, están apiladas una sobre otra, en la tapa y el interior presentan multitud de agujeros el primero para aireación y el segundo permiten a la lombriz una movilización de arriba hacia abajo, y la parte inferior es donde se deposita el lixiviado (Santos y Ulquiaga, 2013).

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 Finalidad

Diariamente el medio en que vivimos es afectado por los residuos sólidos generados por cada habitante existente en la ciudad. En el distrito de Los Olivos se puede observar áreas verdes como parques, jardines y avenidas en mal estado, debido a puntos críticos de acumulación de residuos sólidos, principalmente constituidos por residuos orgánicos que pueden volverse focos de infección.

Una alternativa para la solución de este problema es la construcción del Biobriz, que es un vermicompostador diseñado para usarse en una casa, gracias a las dimensiones que posee y a su fácil manejo.

El presente trabajo propone a la población una alternativa de aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en casa, y transformados en vermicompost. Posteriormente, serán usados en la siembra de áreas verdes de los domicilios o de parques cercanos a las casas; además se logrará disminuir los focos de infección derivados de la acumulación de residuos sólidos.

3.2 Propósito

Los estudiantes del IESTPFFAA debemos contribuir con la población en la mejora constante de nuestra ciudad, por lo que este trabajo buscar aportar a la sociedad una alternativa eficiente de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos. El vermicompostador contribuirá con el embellecimiento del paisaje urbano, aplicando el Decreto Legislativo 1278 de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, que señala la valorización de los residuos sólidos como fuente de ingreso.

3.3 Componentes

Materiales Orgánicos

- 12 kg de compost
- 250 lombrices rojas californianas *Eisenia Foetida*
- 3 kg de tierra
- 2 kg de aserrín

Materiales Compuestos

- Tablas machimbrado
En total fueron 20 tablas machimbrado las cuales fueron utilizadas en el cuerpo del Biobriz para componer el contorno.
- Triplay
El triplay fue utilizado específicamente para los contenedores y las diferentes bases en la construcción del Biobriz.
- Cola sintética
Se usó 1 Kg para unir todas las piezas empezando por la elaboración de las caras del contorno, así mismo para armar y pegar el cuerpo (base la tapa y los contenedores).
- Manguera de plástico
Se instaló una manguera de plástico de 2 metros y ½ pulgada de espesor desde la parte superior hasta la parte inferior del vermicompostador para la circulación del oxígeno.
- Papel aluminio
Formó parte del aislamiento para mantener un ambiente cálido adecuado para los procesos de transformación.
- Piedra chancada y hormigón
El apelmazamiento puede ocasionar problemas de putrefacción, por esta razón se insertó 4 kg piedras y 3 kg de hormigón para la primera capa en la cama de lombrices.

Equipos

Prensa o sargento

Esta herramienta se usó para las primeras uniones de tablas del cuerpo y la base, para ello, fijamos los listones unidos con cola para formar las caras en una superficie plana y de esta manera prevenir que la madera se ondee. Además, sujetó los contenedores con cola que se adhirieron muy bien.

Cierra circular

Con este equipo dimensionamos los listones para poder elaborar el cuerpo de las bases y contenedores.

Lija

Se lijó la superficie del cuerpo y de la base; también se dio el acabado, a la tapa, contenedores y al contorno por dentro como fuera del Biobriz para obtener una textura suave.

3.4 Actividades

La construcción del Biobriz se realizó en las instalaciones del Instituto Educativo Superior Tecnológico de las Fuerzas Armadas ubicado en el Rímac distrito del departamento de Lima.

Después de haber investigado sobre los procesos y los parámetros para la obtención de humus de lombriz, se continuó con la fabricación del Biobriz.

3.4.1. Diseño

Se empezó a diseñar del vermicompostador en el programa AutoCAD 3D con el apoyo del Ing. Michael López Soplapuco especialista en estudios de tráfico, diseño, señalización y seguridad vial. Los primeros bocetos fueron realizados considerando la estética, espacio a ocupar, pero que sea lo suficientemente grande para albergar tantas lombrices y residuos sólidos orgánicos que se pudiesen.

También, se instaló un sistema para una adecuada ventilación sobre todo para el ciclo de vida de las lombrices, y además se incorporó 3 contenedores alrededor del biobriz para un fácil acceso al producto terminado, sin dejar de lado el aprovechamiento de lixiviados.

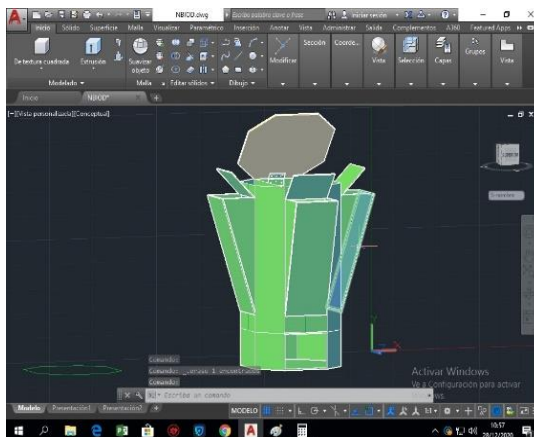


Figura 2: Diseño 3D Perfil

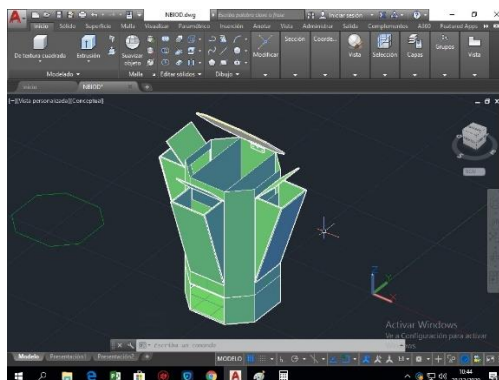


Figura 3: Vista Isometrica

3.4.2. Construcción

El material de construcción (triplay) fue donado por la empresa Wasistamp de aproximadamente 1.50 m^2 y 1 pulgadas de espesor y 20 tablas machimbrados y cepillados de aproximadamente 1.50 m de largo 10 cm de ancho y 1.5 cm de espesor fueron donados por el Instituto Educativo Superior Tecnológico de las Fuerzas Armadas.

La madera utilizada para la construcción del prototipo en especial es de dos especies.

- *Guazuma crinita* (Bolaina Blanca)
- *Ceiba spp.* (Triplay)



Figura 4: Unión de tablas

Fuente: (Maderasamerica.com)

En la figura 4 se puede observar la madera seleccionada y en buen estado con valor agregado tanto cepillada como machimbrado.



Figura 5: Triplay

Fuente: (Grupo Fortaleza.com)

En la figura 5 se observa el triplay en forma de pliegos listo para corte.



Figura 6: Unión de tablas

Posteriormente en la figura 6 se puede observar que la madera ha pasado por un proceso de unión del machimbrado con la cola sintética. En total se empleó 16 listones para crear 8 tablas de 70 cm de largo y 20 cm de ancho. Este material servirá como cuerpo del Biobriz.



Figura 7: Base y tapa

Seguidamente, se observa en la figura 7, que el triplay paso por una transformación siendo requerido para 4 partes. La tapa y la base se cortaron de 42 cm x 42 cm y el soporte de la cama de las lombrices de 41 cm x 41 cm. El resto de triplay servirá para los contenedores.



Figura 8: Armado de cuerpo

En la figura 8 se puede observar el armado de forma octogonal. Se inició con la unión de una tabla con las dos bases que sirvieron como soporte, luego de forma intercalada se unió las otras tablas para unir los 7 lados.



Figura 9: Aprovechamiento de lixiviados

En el proceso de unión de los 7 lados, se dejó un lado abierto para instalar el sistema de aprovechamiento de lixiviados. Se incorporó un pedazo de triplay en forma de octágono para que se posicionara de forma exacta para evitar fugas. Dejando una altura de 15 cm aproximadamente en la parte externa.



Figura 10: Incorporación de contenedores

La incorporación de los contenedores en los cuales se acumulará principalmente los desechos sólidos orgánicos tiene una medida de 39 cm de alto 19 cm de ancho y 15 cm de espesor, la unión se realizó con tornillos y cola sintética. Con ayuda de los sujetadores se tendrá una unión consistente (Figura 10).



Figura 11: Instalación de sistema de aislamiento

En la figura 11 se observa el papel aluminio que se utilizó para forrar toda la parte interior de para aislar el vermicompostador y así mantener una temperatura adecuada.



Figura 12: Instalación de sistema de aireación

Se realizó un sistema de ventilación mediante una manguera que conecta el exterior con el interior con la finalidad de mantener aireado la parte interior del vermicompostador.



Figura 13: Pintado

En la figura 13 se puede observar la construcción final del biobriz de color verde característico de la naturaleza, de esta manera combine con el paisaje.



Figura 14: Biobriz

En la figura 14 se puede observar la cama de lombrices con los residuos orgánicos en transformación.



*Figura 15: Lombriz Roja Californiana (*Eisenia Foetida*)*

En la figura 15 se puede observar a la lombriz roja californiana realizando el proceso de transformación de los residuos orgánicos.



Figura 16: Lixiviado recolectado del Biobriz

En la figura 16 se puede observar el lixiviado recolectado que resulta por filtración del riego periódico.

Funcionamiento

El Biobriz está compuesto por 4 partes:

a) *Cama de lombrices*

La cama principal estará compuesta de piedra chancada, hormigón, sustrato compuesto de compost, tierra, aserrín y 250 lombrices californianas *Eisenia foetida* que en peso equivale a ½ kg. Ocupa la mayor parte del biobriz y está dividida en tres partes, es donde se albergarán las lombrices.

Contenedores

Los contenedores serán proporcionados de residuos orgánicos después del tiempo de climatización, están conectados cada uno con un lado diferente de la cama principal viéndose de frente el primero al lado izquierdo el segundo al derecho y el tercero al frente. Están unidos por 2 aberturas por la parte interior

de 19 cm x 10 cm. Por estas entradas las lombrices podrán cambiar de ambiente y de material orgánico.

b) *Manguera de aireación*

La manguera es de 1.50 mts de largo y ½ pulgada de espesor conecta el interior con el exterior e ingresa por la parte superior de la cama principal rodeándola por dentro, está compuesta por agujeros para que así pueda haber un intercambio de aire.

c) *Aprovechamiento de lixiviados*

La cama principal lleva un agujero en la parte inferior la cual está cubierto de piedra chancada y hormigón, la parte posterior del agujero lleva pegado un pequeño embudo por donde deberán fluir los lixiviados de la cama principal terminando en un recipiente para luego ser aprovechado.

Durante 3 semanas las lombrices pasaran por un estado de climatización en la cama principal, durante ese tiempo se alimentará a las lombrices con residuos orgánicos, 150 gr semanales dividido entre las 3 partes de la cama principal.

La humedad es un factor importante, se debe regar el Biobriz diariamente tanto la cama de lombrices y contenedores 100 ml por día es lo recomendable para mantener un aproximando de 80% de humedad.

Después del tiempo de climatización se insertará en los contenedores residuos orgánicos, 300 gr dividido entre los tres contenedores en partes iguales principalmente cascaras de fruta como plátano, papaya, palta, fresas, uva, cascaras de verduras de papa, brócoli, calabaza, col, lechuga, zanahoria, pepino, rábano, tomate etc. Se recomienda siempre picar en dimensiones de 2 cm aproximadamente y combinarlas con algún material orgánico seco, puede ser el mismo sustrato de la cama principal, aserrín, paja, papel, cartón, o cualquier otro que pueda brindar espacio y albergar oxígeno el cual es muy importante para el ciclo de vida de las lombrices microorganismos y fauna relacionada.

Después de 10 días se volverá a introducir residuos orgánicos pero esta vez en la cama principal, de esta manera las lombrices dejaran los contenedores con el humus de lombriz.

Esta actividad se repetirá durante 3 meses insertando de forma intercalada los residuos orgánicos tanto en contenedores como en la cama de lombriz.

Cosecha del humus de Lombriz

Al pasar tres meses habiendo terminado la última inserción de residuos orgánicos en la cama principal se dejará por 10 días el material transformado de los contenedores, así el humus de lombriz podrá madurar. Después del tiempo transcurrido se pasará a la cosecha se puede sustraer con la mano y depositarlo en una bolsa o envase y almacenarlo o echarlo de forma directa en el área verde, los lixiviados fluirán de forma automática y será recolectado en la parte inferior, se recomienda que los lixiviados sean diluidos en agua y utilizados de forma foliar.

Para aprovechar los residuos orgánicos de una manera indefinida las actividades continuaran de forma cíclica, de esta manera se contribuirá con los factores contaminantes que rodean estos materiales orgánicos sin un proceso adecuado.

3.5 Limitaciones

- ✓ Desconocimiento de algunos temas referentes a reacciones químicas, físicas y biológicas para profundizar en el proceso de la elaboración del vermicompost.
- ✓ La pandemia originada por el COVID-19 paralizó las asesorías académicas y provocó la pérdida del dinero destinado al financiamiento del proyecto.
- ✓ Falta de infraestructura como un laboratorio para realizar las muestras correspondientes del abono orgánico que pudieron complementar los resultados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Resultados

- Se diseñó y construyó un vermicompostador casero bajo el nombre de “Biobriz” para el aprovechamiento de los residuos orgánicos de una casa en el distrito de Los Olivos, Lima. Para obtener esto se utilizaron algunos insumos donados o de bajo costo.
- Con los residuos orgánicos domésticos que sobraban en las casas, normalmente desperdiciadas, se obtuvo: abono orgánico (humus de lombriz) y lixiviados de humus, los cuales se usó como abonos orgánicos sólido y líquido en los jardines interiores de los vecinos de Los Olivos.
- El vermicompostador tiene como capacidad máxima 3 kg de residuos sólidos orgánicos, es decir, si agrega más de lo indicado, los residuos sólidos se pudren. Por lo tanto, se recomienda agregar 300 g de residuos sólidos orgánicos cada 10 días.
- Se transformó 900 g de residuos sólidos orgánicos caseros compuestos (residuos de frutas y vegetales), usando 1/2 kg de lombrices; 100 ml de agua diariamente (3 l/mes), obteniendo como resultado 270 g de humus de lombriz y 250 ml de lixiviados de humus de lombriz en un mes.
- Debido a la escasa cantidad de humus generado mensualmente, se comprobó que era mejor esperar 3 meses para cosechar el humus para obtener una estimación de 810 g de humus y 750 ml de lixiviado.
- Finalmente, cada persona en Los Olivos produce 8 kg de residuos sólidos orgánicos mensualmente, si utiliza el vermicompostador transformará 900 g de residuos orgánicos mensualmente, por lo tanto, los residuos sólidos arrojados a la basura disminuirán en 7.1 kg contribuyendo a evitar la contaminación de suelos y aire.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- a) El estudio realizado, demuestra que la propuesta de producción de abono orgánico (humus de lombriz), a través de un vermicompostador “Biobriz” con madera reciclada es factible y económico, porque no necesita un presupuesto muy elevado para su fabricación.
- b) Se demuestra que la propuesta para generar abono orgánico utilizando residuos sólidos orgánicos domiciliarios es viable, posible y replicable, incluso puede construirse en un tamaño mayor en caso se quiera cosechar más humus y lixiviados al mes.
- c) Es posible contribuir a una disminución del porcentaje de residuos sólidos orgánicos obtenidos mensualmente en las casas, a través de la generación de abonos orgánicos para evitar la contaminación del suelo y reducir que más residuos sólidos orgánicos lleguen a vertederos informales o puntos de acopio informales en las calles.

Recomendaciones

- a) Se recomienda utilizar una madera que tenga buena durabilidad natural, ya que estará expuesta a la humedad, a la descomposición de material orgánico y a la presencia de microorganismos y lombrices.
- b) Se recomienda respetar la cantidad específica de 300 g de residuos orgánicos cada 10 días para evitar fallas en el proceso como, por ejemplo, la pudrición y la generación de malos olores.
- c) Se recomienda respetar la inserción de 100 ml diarios de agua, ya que es fundamental mantener una humedad adecuada para contribuir al proceso que realizan las lombrices.
- d) Se recomienda cosechar cada 3 meses en este tiempo se habrá podido aprovechar una cantidad aproximada de 2700 g de residuos orgánicos ofreciendo unos 750 ml de humus de lombriz
- e) Si el lixiviado se aprovecha directamente como abono líquido en cualquier tipo de cultivo, se recomienda diluir con agua en una cantidad de 4 de agua y 1 de lixiviado, ya que la composición de lixiviado puede resultar muy concentrada, por ende, causaría algún tipo de daño al cultivo.

Referencias

Azabache Leyton. (2003). *Fertilidad de suelos para una agricultura sostenible*. Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.

Alvaro Lopez, A. y Díaz Garcia, J. E. (2019). Diseño de un lombricultivo para el aprovechamiento de los residuos orgánicos de la Universidad distrital Francisco José de Caldas - facultad tecnológica. Tesis Ingeniería de Producción. Colombia: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.

<https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/15563>

Barradas, A. (2009). Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales. Tesis Doctoral. México: Instituto Tecnológico de Minatitlán

https://oa.upm.es/1922/1/Barradas_MONO_2009_01.pdf

Charro Gellibert, M. I. (2020). Evaluación de la eficiencia del vermicompostaje de desechos orgánicos en entornos educativos: caso colegio Liceo Campoverde, Quito. Tesis de Maestría en Gestión Ambiental. Ecuador: Universidad Internacional SEK.

<https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3710>

Camiletti M. (2016). Estudio del vermicompostaje de compost de residuos orgánicos de distinta naturaleza. Tesis de Maestría en Ingeniería Agronómica. España: Universidad Miguel Hernandez de Elche.

<http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2820/1/TFM%20Camiletti%20Morales%20C%20Justin.pdf>

Crisóstomo Oré, L. Y. (2011). Lombricomposteo de residuos sólidos orgánicos municipales del distrito de Ayacucho - Huamanga – Ayacucho. Tesis de Ingeniería Agronómica. Perú: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

Compostadores, (2015). Anatomía y fisiología de la lombriz roja. Obtenido de: <http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/vermicompostaje/172-la-lombricultura.html>

- Contreras Tapia, M. K., Cuba Vilcapoma, S. S., & Rojas Huaroto, A. E. (2021). *Eficiencia del compostaje y vermicompostaje en la biorremediación de suelos contaminados con cadmio y plomo por pasivos ambientales mineros de Huamantanga - Canta*. Universidad Nacional del Callao.
- Duran, L. y Henríquez, C. (2006). Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. *Agronomía Costarricense* 31(1): 41-51
- Dirección General de Salud Ambiental. (2004). Marco Institucional de los Residuos Sólidos en el Perú. Obtenido de http://bvs.minsa.gob.pe/local/dgsp/000_RES.SOLID.pdf
- De Santos, S. y Urquiaga, R. (2013) Compostaje y vermicompostaje domésticos. Obtenido de: https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2013-04-santos-urquiaga_tcm30-163607.pdf
- Flores, D. (2003). Guía Práctica para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos. Obtenido de: <http://rfd.org.ec/biblioteca/pdfs/LG-056.pdf>
- Ferruzzi C. (1987.) *Manual de lombricultura*. España: Mundi-Prensa. 1987. 138 p.
- Francesco, S. (2017). Compostaje descentralizado de residuos orgánicos domiciliarios a pequeña escala: Estudio del proceso y del producto obtenido. Tesis de Doctorado en ciencias Agropecuarias. España. Universidad Pública de Navarra. <https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/32173>
- Gardiner, M. (1978). *Biología de los Invertebrados*. España: Omega S.A. Barcelona 1978. 905 p.
- Gabriel, P.; Murguía M.; Mamani, F. Sainz, H. (2011) *Efecto de la Lombriz Roja Californiana (Eisenia foetida) durante el composteo y vermicomposteo en predios de la Estación Experimental de la Unidad Académica Campesina Carmen Pampa*. *Journal of the Selva andina research society*. 2(2), 24-39

Instituto Hondureño del Café (2006). *Lombricultura*. Honduras: Editorial. Litografía López

Iparraquirre, R. (2007). *Tipos de excretas y degradación aeróbica del estiércol en el compostaje*. Tesis de Ingeniería Zootecnista. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Infoagro. La Lombricultura 1ra y 2da parte. Obtenido de <https://www.infoagro.com/abonos/lombricultura.htm>

Munive Cerron R. (2018). *Recuperación de suelos degradados por contaminación con metales pesados en el valle del Mantaro mediante compost de stevia y fitorremediación*. Tesis de Doctorado: Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina.

Mendoza Hernandez D. (2010) *Vermicompost y compost de residuos hortícolas “vermicompost y compost de residuos hortícolas como componentes de sustratos para la producción de planta ornamental y aromática. caracterización de los materiales y respuesta vegetal*. Tesis Doctoral. España: Universidad Politécnica de Valencia.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=88969>

Moreno Ayala, L. A. (2019). *Calidad de abonos orgánicos a partir del estiércol porcino y su efecto en el rendimiento del maíz chala*. Tesis de maestría en ciencias de producción animal. Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina.

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3942/moreno-ayala-luis-alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mazariegos Alvarez, S. (2018). *Lombricultura rústica como alternativa para el aprovechamiento de los desechos agropecuarios en los Ejidos Boquillas del Refugio y La Constancia, del municipio de Parras de la Fuente, Coahuila*. Tesis de Ingeniería Agronómica. Mexico: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/43046>

Schuldt M. (2006). *Lombricultura Teoría y Práctica*. España: Mundi prensa.

Sanchez Bandera, M. J. (2017) *Vermicompostaje de residuos orgánicos con lombrices del género Eisenia. Caracterización del producto*. Tesis de Ingeniería Agrícola. España: Universidad de Sevilla.

<https://idus.us.es/handle/11441/64332>

Sánchez Mendoza, J. J. (2018) *Evaluación del proceso de elaboración de vermicompost con dos especies de lombriz, Eisenia foetida y Lumbricus sp., en la provincia de Arequipa*. Tesis de Ingeniería Agronómica. Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4777>

Seoanez, C. (2000). *Residuos: Problemática, description, manejo, aprovechamiento y destrucción*. España: Mundi-Prensa.

Sistema Nacional de Información Ambiental. (2019). *Generación total de residuos sólidos municipales*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/informacion/estadisticas>

Ortiz Torres A. (2017). *Producción de plantas forestales de la especie tectona grandis a partir de compostaje obtenido de residuos sólidos orgánicos domésticos en Tarqui-Huila*. Proyecto aplicativo de Ingeniería Ambiental. Colombia. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/13517>

Pulido, P. (2012). *Residuos sólidos*. Obtenido de: <http://paopulido.blogspot.com>

Rojas, Mancilla, E. R. (2013) *Evaluación productiva de dos variedades de cultivo de albahaca (ocimum basilicum l.), a la aplicación de tres niveles de lixiviado de lombriz*. Tesis de Ingeniería Agronómica. Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.

<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/4226>

Ruilova, B. y Martínez, N. (2008). *Producción y elaboración de harina de lombriz y elaboración de dos dietas utilizando este insumo como sustituto proteico de origen animal en alimentación de pollos de engorde*. Trabajo de graduación previo a la obtención del título de ingeniero agropecuario. Ecuador: Universidad del Azuay.

Romero, C.; Chirinos, R.; López, R. (2004). *Elaboración de un abono orgánico a partir de la cáscara de la semilla del árbol de Neem Azadirachta indica*. Ingeniería UC. 1(11) p. 35-40.

Torres Gonzalez Y. (2018). *Aprovechamiento de los residuos orgánicos y la implementación de bio - huertos domiciliarios en el asentamiento humano Millpo Mcachuana del distrito de Ascensión – Huancavelica*. Tesis de maestro en ciencias de la ingeniería. Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.

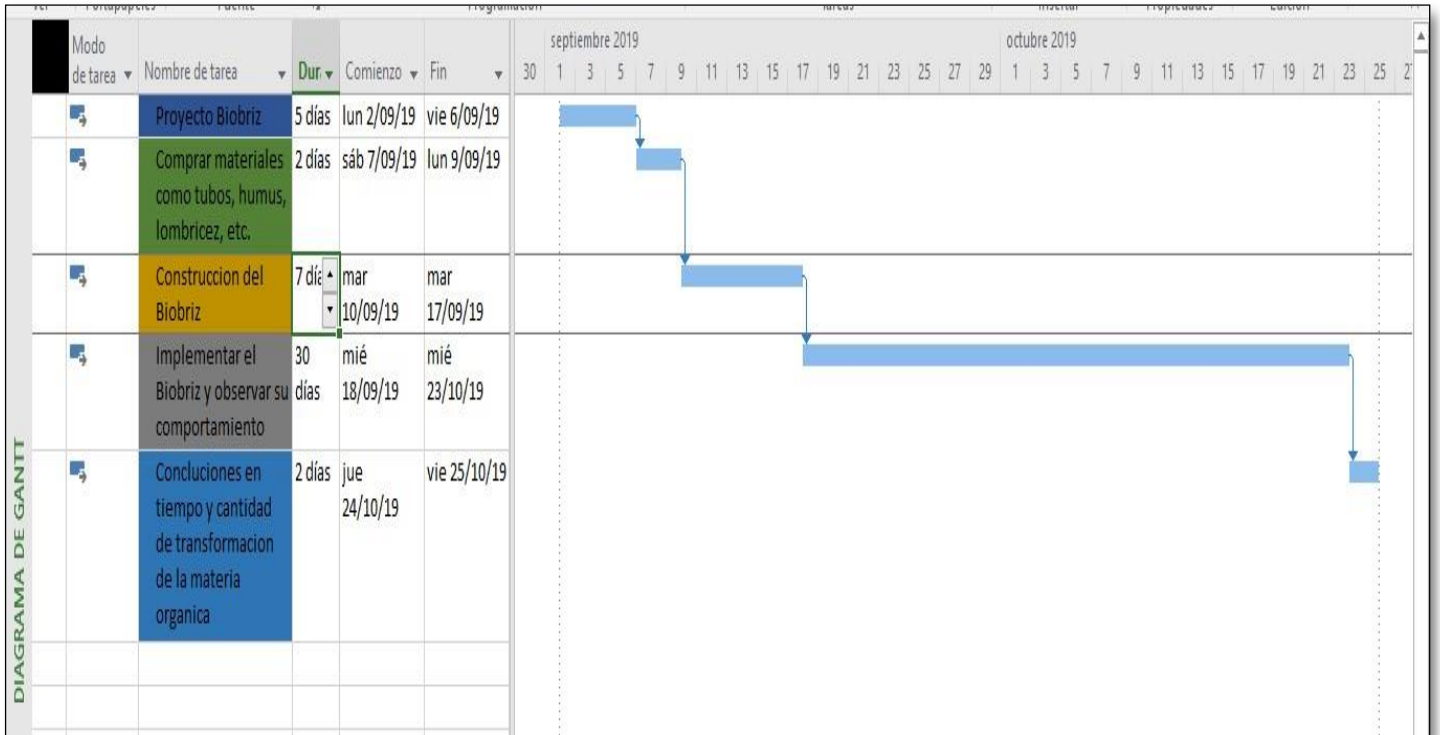
Torres TF. (1996). *La agricultura Orgánica: Bases Conceptuales y Marco de referencia en el Desarrollo Económico Actual*. In: *Agricultura Orgánica: Producción de México hacia el mundo*. 52 1o. Foro nacional Sobre Agricultura Orgánica. R. J. Zapata & R. Calderón, Ed. Colima, 1996. INIFAP. México. 1996. 136-148p.

Vila Rodolfo, A. R. (2017). *Implementación de manejo de residuos orgánicos en áreas verdes*. Trabajo Monográfico de Ingeniería Agronómica. Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina.

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3010>

APÉNDICES

Apéndice A. Cronograma de Actividades (Diagrama de Gantt)



Apéndice B. Cronograma de Presupuesto

Materiales Orgánicos

Materiales	Descripción	Precio total
Compost	Bolsa de 12 kg	24.00
Lombrices	<i>Eisenia Foetida ½ kg</i>	50.00
Aserrín	2 kg (Donado)	-
Mano de obra	6 días	450.00
	Total	524.00

Materiales Inorgánicos

Materiales	Descripción	Precio total
Tabla machimbrada	(Donado)	-
Triplay	1.50 m2	130.00
Cola sintética	Bolsa de 1 kg	10.00
Manguera de plástico	1.50 mts de ½ pulgada	5.00
Papel aluminio	Empaque	12.00
	Total	157.00

