

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



TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL

**PROPUESTA DE PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ ROJA
CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) CON LOS RESIDUOS ORGÁNICOS
GENERADOS EN EL CUARTEL FUERTE GENERAL DIVISIÓN
RAFAEL HOYOS RUBIO**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL TÉCNICO EN
ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS FORESTALES

PRESENTADO POR:

ARANDA BOCANEGRA, Luzvely

LIMA, PERÚ

2020

Dedicado a mis padres Ignacio Aranda
y Dionicia Bocanegra, por brindarme su
apoyo incondicional a lo largo de mi vida,
por su apoyo moral y económico para
cumplir mi propósito de tener una carrera
profesional, y por sus consejos y
motivación para seguir adelante a pesar de
los obstáculos que se presente en el
camino

AGRADECIMIENTOS

A Dios, le agradezco por ser fuente de sabiduría, su bondad y guiarme día a día en el cumplimiento de mis metas.

A mis hermanas, hermano y sobrinas, por su constante apoyo emocional y sus palabras de aliento para seguir adelante.

Al Instituto Educativo Superior Tecnológico de las Fuerzas Armadas, por ser mi alma mater, donde me forje profesionalmente y pase maravillosos momentos con mis amigos.

Agradezco a mis asesoras Lic. Elizabeth Valderrama e Ing. Yaneth Vásquez por su disposición y acompañamiento en el desarrollo de mi TAP, asimismo al Ing. Oscar Parra por su constante apoyo y acompañamiento en la carrera.

A mis docentes, por brindarme sus conocimientos, consejos y apoyo en mi formación académica.

ÍNDICE

	Página
Resumen	ix
Introducción	x
CAPÍTULO I. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	xi
1.1. Formulación del problema.....	12
1.1.1. Problema general	13
1.1.2. Problemas específicos.....	13
1.2. Objetivos.....	14
1.2.1. Objetivo general	14
1.2.2. Objetivos específicos	14
1.3. Justificación	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	16
2.1. Estado de arte.....	17
2.2. Bases Teóricas	20
2.2.1. Compost.....	20
2.2.2. Etapas del compost	21
2.2.3. Condiciones del Proceso de compost	22
2.2.4. Sistemas de compostaje	23
2.2.6. Lombricompost.....	28
2.2.7. Tipo de lombricompost.....	28
2.2.8. Humus de lombriz	29
CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO	31
3.1. Finalidad	32
3.2. Propósito.....	32
3.3. Componentes	32
3.4. Actividades	33
3.5. Limitaciones	48
CAPÍTULO IV RESULTADOS	49
4.1 Resultados	50
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
5.1 Conclusiones	52
5.2 Recomendaciones	53
Referencias.....	53

APÉNDICES

Apéndice A. Cronograma de Presupuestos

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Factores que determinan el compost	21
Figura 2. Fases del compost	22
Figura 3. Lombriz roja californiana eisenia foetida	25
Figura 4. Ciclo reproductivo de la lombriz roja californiana	26
Figura 5. Cuartel general división rafael hoyos rubio	33
Figura 6. Ubicación del proyecto (google earth).....	34
Figura 7. Distribución del diseño del compostador (elaboración propia)	35
Figura 8. Diseño de la estructura del compostador	36
Figura 9. Pila de compostaje.....	36
Figura 10. Dimensiones de las camas de lombriz	37
Figura 11. Pila de compost	42
Figura 12. Diagrama de flujo de proceso para la obtención de humus	44

LISTA DE TABLAS

Página

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la lombriz roja californiana.....	25
Tabla 2. Costos de instalación	37
Tabla 3. Código de colores para los residuos sólidos ámbito municipal.....	39
Tabla 4. Descripción de los contenedores	40
Tabla 5. Costo de producción	43
Tabla 6. Tema de capacitación	45

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo la producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en el cuartel Fuerte General División Rafael Hoyos Rubio con el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en los comedores, restaurantes, y el taller de carpintería.

Para el desarrollo del proyecto de producción de humus de lombriz se recopiló información necesaria, la propuesta comprende desde el diseño de estructura del compostador y el cálculo de costos, equipos y otros necesarios para la producción del mismo durante el primer año de funcionamiento. En el cuartel Fuerte General División Rafael Hoyos Rubio se generan dos barriles de residuos sólidos siendo aproximado de 400 kg diarios los cuales el 80 % son residuos orgánicos, siendo así que, en un año se aprovecharían aproximadamente 116 800 kg de residuos orgánicos.

Implementar un compostador con acción de las lombrices para el aprovechamiento de los residuos orgánicos es viable, ya que no se requieren de costos altos para su instalación y los materiales y herramientas que se requieran en su construcción también tienen costos económicos.

Este trabajo además busca implementar en el instituto las recomendaciones del D.L 1278 de la Ley de gestión y manejo integral de residuos sólidos, que clasifican los residuos por su origen, composición y aprovechamiento; y la segregación se realiza según la norma técnica peruana NTP 900. 058 2019 donde establece código de colores de los tipos de residuos sólidos que se van a segregar.

Palabras clave: Humus, lombriz roja californiana, aprovechamiento, residuos orgánicos, segregación de residuos, compost.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años en nuestro país los residuos sólidos se han ido incrementado, generados por actividad que realizan el ser humano, siendo así que el año 2017 se generaron 70856442 toneladas estos residuos son llevados a un relleno sanitario y otros son dejados en las calles, ríos o mar sin ningún tratamiento.

En el cuartel Fuertes General División Rafael Hoyos Rubio las cocinas y comedores generan al menos 400 kg diarios de residuos sólidos, por otro lado, el taller de carpintería genera aserrín, estos residuos son llevados y dejados al aire libre dentro del mismo cuartel, generando posibles problemas de contaminación y sanitarios para personas que habitan el cuartel.

Frente a la problemática de los residuos sólidos se propone diseñar aprovechar los residuos orgánicos con la acción de las lombrices roja californiana (*Eisenia foetida*), iniciando este trabajo con el diseño y cálculo de costos para la implementación de una zona de compostaje en el IESTPFFAA, lo que reduciría la cantidad de los desechos dispuestos al aire libre y/o evitar que lleguen a un relleno sanitario, botadero, etc.

Para ello, esta investigación se ha dividido en capítulos y contenidos como se indica a continuación:

Capítulo I: en este capítulo se analizó la problemática de los residuos sólidos en el cuartel General División Hoyos Rubio, con el objetivo de formular el problema general y específicos.

Capitulo II: en este capítulo se realiza mención de los antecedentes que se ha desarrollado y que tienen alguna relación con el presente trabajo de investigación, además se define las bases teóricas que representan los fundamentos de las diferentes investigaciones que se han tomado como desarrollo de tema.

Capítulo III: se explica detalladamente los diferentes procesos que se han desarrollado en el tema de investigación

Capitulo IV: se describen los resultados que se obtuvieron durante el desarrollo de trabajo de la propuesta de producción humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*).

Capítulo V: por último, se describe las conclusiones y las recomendaciones a base del proyecto desarrollado.

CAPÍTULO I

DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

En el Perú la producción de residuos sólidos ha ido aumentando en los últimos años, siendo así, que solo en el año 2017 se generaron residuos municipales 7 085 644,2 toneladas anuales, aproximadamente 19 412,7 toneladas por día y residuos domiciliarios. 4 959 950,9 toneladas anuales, aproximadamente 13 589,0 toneladas por día. (Instituto Nacional de Estadísticas e Informática [INEI], 2019) estos residuos son llevados a rellenos sanitarios o llevados a botaderos con un mal manejo.

A nivel nacional contamos con 52 rellenos sanitarios siendo insuficientes ya que cada vez se van quedando menos espacios para disponer de los residuos generados en el Perú por tal motivo se puede ver muchos de estos residuos aglomerados en las calles, cerca de los ríos o en el mar.

En el 2018 solo en Lima Metropolitana la generación de residuos sólidos es a 3 454 688 toneladas anuales, 9 454 toneladas por día, y 1,1kg per cápita por habitante (INEI, 2019): estos son llevados a un relleno sanitario (el zapallal, portillo grande Huaycoloro, el modelo del callao) o dejados en botaderos a cielo abierto, reciclados, quemados o incinerados, lo cual afecta al medio ambiente.

En el Rímac la producción de los residuos sólidos fue de 79 782 toneladas anuales 218,6 toneladas por día 1,3 kg per cápita por cada habitante. De estos las 69 655 toneladas anuales son llevados al relleno sanitario Huaycoloro.

En el cuartel Fuerte General División Rafael Hoyos Rubio las cocinas de tropa y los restaurantes generan dos barriles (de doscientos litros cada uno) de residuos orgánicos al día como peladuras de frutas y verduras, cascara de huevo, entre otros que es aproximadamente 400 kg de residuos. Por otro lado, en el IESTPFFAA el taller de carpintería genera aserrín, estos desechos son llevados y depositados al aire libre dentro del cuartel, generando posibles problemas de contaminación y sanitarios para las personas que habitan en el cuartel, además la reproducción de roedores, moscas, y otros transmisores de enfermedades tales como: dolor de cabeza, dolor de estómago, irritación a la piel, comezón, náuseas (MINSa,2018)

Por tal motivo, se pretende diseñar una propuesta de aprovechamiento de ambos tipos de residuos orgánicos para prevenir la contaminación del suelo y aire, de esta manera estaríamos contribuyendo con el medio ambiente y con la reducción de los residuos orgánicos que en su mayoría son aprovechables, de esta forma estaríamos mejorando la calidad de vida y protegiendo la salud de las personas que viven en el cuartel, a su vez se generaría un producto (humus) que podría ser utilizado en las mismas instalaciones como en los jardines o también en el instituto.

Según el Decreto Legislativo N° 1278 de la Ley General de Manejo Integrado de Residuos Sólidos, actualmente se promueve la valorización de estos en sus distintas formas, siendo la generación de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) una alternativa eficiente de valorización.

Alvarado, (2019) explica por qué es importante hacer humus y no compost; los dos procesos son casi similares ya que se lleva a cabo a través de la descomposición de desechos orgánicos; pero el compost utiliza únicamente microorganismos (bacterias, hongos, etc.) y en la producción de humus implica la acción de las lombrices, además microorganismos que producen humus de mejor calidad y en menos tiempo.

1.1.1. Problema general

1.0 ¿Cómo generar valor en los residuos sólidos que son producidos en el cuartel Fuerte General División Rafael Hoyos Rubio?

1.1.2. Problemas específicos

1.1 ¿Cómo prevenir problemas de contaminación de suelo en el cuartel Fuerte General División Rafael Hoyos Rubio?

1.2 ¿Cómo prevenir problemas de zoonositarias con la reproducción de ratas, cucarachas, mosquitos, otros en el cuartel Fuerte General División Rafael Hoyos Rubio?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

1.0 Proponer la producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) con los residuos orgánicos y el aserrín generados en el cuartel Fuerte General División Rafael Hoyos Rubio.

1.2.2. Objetivos específicos

1.1 Documentar el proceso de segregación de los residuos orgánicos generados en las diversas fuentes en el Cuartel Fuerte General II División Rafael Hoyos Rubio.

1.2 Analizar la incorporación de las lombrices roja californiana (*Eisenia foetida*) en los residuos orgánicos generados en el cuartel Fuerte General División Rafael Hoyos Rubio.

1.3 Calcular el tiempo empleado en la elaboración de humus de lombriz roja californiana en el cuartel Fuerte General División Rafael Hoyos Rubio, según bibliografía.

1.4 Elaborar la propuesta de producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en el cuartel Fuerte General División Rafael Hoyos Rubio.

1.3. Justificación

La propuesta para el proyecto se realizará con el fin de valorización de los residuos orgánicos que se producen en sus diversas fuentes del Cuartel Fuerte General II División Rafael Hoyos Rubio, tales como comedores y cocinas de tropa y el taller de carpintería y otras fuentes donde se genera los residuos y que son expuestos al medio ambiente, generando posibles problemas de contaminación, siguiendo uno de los principios de la Ley General de Gestión Integral d Residuos Sólidos (DL N° 1278).

Con el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el Cuartel Fuerte General II División Rafael Hoyos Rubio estaríamos creando una alternativa para

que estos residuos no lleguen aun botadero, y así prevenir posibles problemas de contaminación y sanitarios, de esta manera, se mejoraría condiciones ambientales y de salud de las personas que habiten en el cuartel.

El humus de lombriz es producto de la materia orgánica digerida y transformada de la lombriz roja de California (*Eisenia foetida*), el fertilizante orgánico natural que produce tiene un alto valor nutricional para las plantas y es un buen fertilizante que puede mejorar la calidad del suelo y de las plantas (cajas, 2009) el humus obtenido podría ser utilizada en las mismas instalaciones del cuartel Fuerte General División Rafael Hoyos Rubio en los jardines ya que mejoraría las condiciones de salud del suelo y de los árboles que se encuentran a los alrededores, y en el instituto (IESTPFFAA) por la carrera de Administración de Recursos Forestales.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Estado de arte

Antecedentes internacionales

Mamani (2016) analizó la producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) con alimentación de estiércoles de animales en el vivero forestal de la prelatura de corocoro en Patacamaya provincia aroma la paz, el presente estudio se llevó acabo con diferentes comunidades y del municipio, con la finalidad de crear una conciencia agroecológica y determinar el tiempo de producción del humus. El trabajo se realizó en cuatro fases, que consistían en delimitación del área de estudio, recolección del alimento para la lombriz, la toma de datos: como de temperatura, humedad, pH y el tiempo de producción de humus de lombriz, cosecha y cuantifico los humus procedentes del tratamiento. Para ello se utilizó camas de madera de 1m largo,50 cm Ancho,30cm profundidad y cuatro tratamientos tierra agrícola con rastrojo, estiércol ovino, estiércol vacuno, estiércol de cuy, en cada una se introdujo 300 lombrices roja californiana los resultados fueron que el tiempo de producción de estiércol de cuy fue el del menos tiempo, y la de tierra agrícola es la que demoro más tiempo.

Ramírez et al. (2016) implementaron el aprovechamiento y manejo de residuos orgánicos mediante la lombricultura aplicado a estudiantes del grado 5° del colegio la giralda. El proyecto se realizó con la finalidad que los alumnos sean su principales actores que participen en la correcta separación de los residuos como opción de mitigar la contaminación al medio ambiente y alimentar a la lombriz, para ello se realizó barias encuestas donde se notó la falta de conocimiento en la separación adecuada de los desechos , y el poco aprovechamiento de los residuos orgánicos, principalmente generados por el refrigerio escolar, así es donde surge la idea de buscar una alternativa que involucre a los estudiantes y a su vez mejorar la calidad de vida y disminuir la problemática de los residuos orgánicos. Los resultados obtenidos fueron grandes logros, tales como el compañerismo, trabajo cooperativo, reconocimiento de la lombriz, además aprendieron la importancia de cuidar y proteger a distintos animales principalmente ala lombriz de tierra que constituye vital importancia para un desarrollo ecológico de manera natural.

Antecedentes nacionales

Suni (2018) en su investigación el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en compostaje del mercado mayorista metropolitano río seco – La Parada. Cerro Colorado, la investigación consta de diferentes etapas: recolección de insumos para la elaboración del compost, preparación del compost, análisis fisicoquímico, pesado de residuos orgánicos del mercado y encuestas en el mercado; los cuales se inició en febrero 2016 y culminó del trabajo fue en setiembre del 2016. Los resultados encontrados fueron que, en la etapa de recolección de insumos para la elaboración de compost, se recolectaron insumos vegetales; 1.35 toneladas de frutas en estado de descomposición, 0.030 toneladas cartones y papeles, 0.87 toneladas césped producto de las podas de jardines del mercado mayorista metropolitana rio seco, insumos animales; 1.35 toneladas residuos ruminales y 0.45 toneladas de estiércol de vacuno de los alrededores del mercado, insumos minerales; ceniza producto de la panadería cercana, en la etapa de preparación de terreno; se realizaron limpieza del terreno y recojo de algunas piedras hasta lograr ponerlo en condiciones adecuadas para una planta de compostaje, en la etapa de preparación de compost; se prepararon 1.2 toneladas de compost por pila; con 50% insumo vegetales y el 50% que fueron repartidos entre insumo rúmiales y estiércol de vacuno y ceniza, la primera capa fue de material vegetal que fueron humedecidos y extendidos, y en la segunda capa se colocaron material animal y la tercera capa que fue de 1 kg de cenizas que fueron esparcidas de forma homogénea para acelerar el proceso de descomposición en las siguientes capas se fueron colocan según al inicio del orden. La cantidad de compost obtenido al culminar el proceso de maduración fue de 0.687 toneladas/ por pila de compostaje y con una rentabilidad de 44, 69 %, en las encuestas se logró que los comerciantes si conocen sobre temas de contaminación ambiental, saben que son generadores de gran cantidad de residuos sólidos orgánicos y con ello se pueden hacer abono orgánico como compost.

Huata (2018) analizó la determinación de la relación cantidad de precompost utilizada como alimento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y cantidad de humus de lombriz obtenido en el distrito provincia y región de Huánuco octubre - diciembre de 2017. El objeto del proyecto de investigación fue determinar la relación de cantidad de pre compost utilizado en la alimentación de la lombriz roja de california (*Eisenia foetida*), con la cantidad de producción de humus de lombriz obtenida y el periodo de duración del proceso, para ello utilizó tres muestras de diferentes cantidades de pre compost: 30 kg, 40 kg y 50 kg. Se utilizaron 500

lombrices por cada tratamiento, las muestras fueron depositadas en recipiente de plástico. Los resultados obtenidos del humus sin cernir (peso en bruto) fueron que de la muestra tres de 50 kg de pre compost, obtuvo 42 kg de humus de lombriz, mientras que de la muestra dos 31.33 kg de humus y la muestra uno con 24 kg de humus.

Vásquez (2017) estudió la concentración de macronutrientes en compost producido por residuos orgánicos municipales, el trabajo se realizó con la finalidad de resolver la problemática de los residuos orgánico, donde las dimensiones de las camas tendrían: 40 cm de largo x 42 cm de ancho x 20 cm de alto. Se prepararon muestras de residuos (50% residuos sólidos y 50% de estiércol de vacuno) realizando cuatro composteras; en la muestras 1 no se incluyeron lombrices, las siguientes muestras tuvieron presentaron las siguientes características, muestra 2 con 50gr lombrices, muestra 3 con 100gr de lombrices, muestra 4 con 150gr de lombrices; luego de 75 días de tratamiento de los residuos orgánicos se obtuvieron los siguientes resultados de los macronutrientes (N,P,K) en el compost sin presencia de lombrices se obtuvo 3.35% N, 1.65% P, 3.58% K. En las muestras que se les aplico 50g, 100g, 150g de lombrices roja californiana, se aprecia que a partir de 150g de lombriz se incrementa la concentración de nutrientes obtenido 3.92% N, 1.81% P, 3.82% de K. en cuanto a los agregados de 50gr 100gr muestran menor concentración de (N, P, K).

Enrique y Soto (2017) analizaron la evaluación de la producción y composición química de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) con el contenido ruminal en el camal municipal de Huancavelica. El trabajo de investigación evaluó la generación de humus y su composición química. El humus de lombriz roja californiana se elaboró a partir del residuo ruminal generado en el camal municipal de Huancavelica, el contenido ruminal fue de 500 kg compostado en un tiempo de siete meses. Para el experimento se sometió a un proceso de compostaje abierto tipo tumulto y para la producción de humus de lombriz se utilizó cajones ecológicos. Se realizó la prueba para determinar si las lombrices puedan utilizar como sustrato a los residuos ruminal, para ello se utilizó 50 lombrices rojas californianas. El experimento conto con tres tratamientos: el primer tratamiento se evaluó a los tres meses y el segundo tratamiento a los cuatro meses y tercer tratamiento fue al os cinco meses. Los resultados expresaron que producción de tercer mes presentó mayor concentración en potasio y fósforo siendo el mejor al cuarto y al quinto mes, mientras que el quinto mes presentó mayor concentración de nitrógeno superior al cuarto y al tercer mes.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Compost

El compostaje es la degradación de residuos orgánicos por la acción de los microorganismos, alterando la estructura molecular de los compuestos orgánicos. Según el tiempo de descomposición, se da el grado de madurez al realizar biotransformación o degradación parcial (descomposición de un compuesto orgánico en otro similar) y mineralización o degradación completa, considerada ésta como la descomposición total de las moléculas orgánicas en dióxido de carbono, residuos inorgánicos inertes o minerales que se incorporan a la estructura del suelo, de los microorganismos y de las plantas (Puerta, 2004, pp. 56-57).

Röben (2002) La define como “un proceso biológico en el cual las materias orgánicas se transforman en tierra de humus (abono orgánico) bajo el impacto de microorganismos, en condiciones necesarias especialmente temperatura, aireación y humedad, desarrollándose una la fermentación aeróbica de estas materias” (p. 4).

Por otro lado, Román et al. (2013) definen que el compostaje es una acción con finalidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en descomposición en condiciones aeróbicamente, es un proceso biológico, que ocurre en condiciones aeróbicas con (presencia de oxígeno). En condiciones de humedad adecuada y temperatura, y procesos metabólicos de diferentes microorganismos que generan un producto final llamado compost (pp. 22 -23).

De acuerdo a las concepciones anteriores, se entiende que el compost es una de las alternativas que se puede utilizar para el aprovechamiento de los residuos orgánicos degradables procedentes de las cocinas u otras fuentes, con el objetivo de facilitar a la hora que las lombrices realizan la digestión de estos desechos.

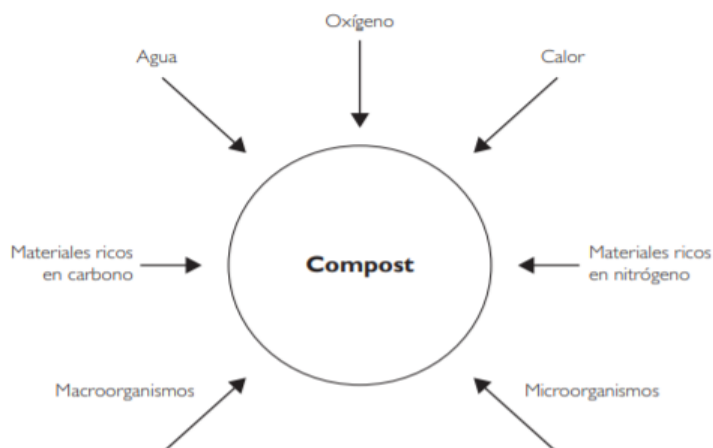


Figura 1. Factores que determinan el compost (Mazzarino y Satti, p.31.)

2.2.2. Etapas del compost

Descomposición y degradación

En la etapa de descomposición es donde actúan las mesófila (bacterias) es cuando comienza el proceso de compostaje y la temperatura aumenta hasta 45 °C. Este aumenta debido a actividad microbiana que se multiplican rápidamente generando calor al material los microorganismos utilizan fuentes de carbono y nitrógeno, y termófila (hongos) es cuando el material llega a una temperatura mayor a los 45°C que sube hasta llegar los 60 °C a 65 °C. Estas bacterias y hongos realizan el trabajo de descomponer los residuos orgánicos principalmente la celulosa y lignina, en esta etapa los materiales a descomponer disminuyen su volumen y pierden su aspecto original, y dura alrededor de cuatro semanas (Román et al. 2013, p 23)

Maduración y enfriamiento

Román (2013) indica que, en esta etapa la temperatura vuelve a bajar a 40-45 ° C. Aunque continúe el proceso de descomposición, reaparecerán microorganismos mesófila y termofílicos (bacterias y hongos), lo que se encargan de terminar de descomponer los residuos orgánicos, dependiendo de las condiciones ambientales y la temperatura el proceso demorará al menos 1-2 meses.

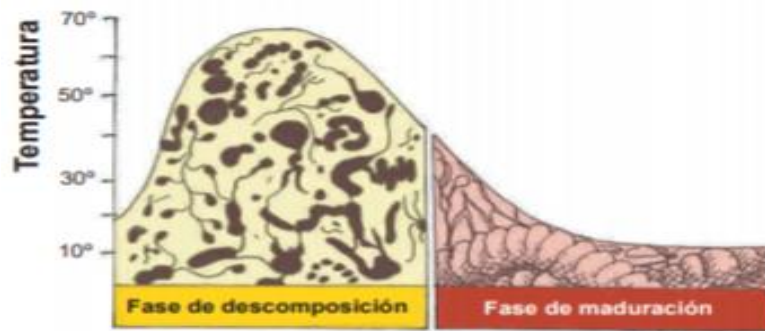


Figura 2. Fases del compost (Amigos de la tierra, 2004, p. 11)

2.2.3. Condiciones del Proceso de compost

Aireación

El oxígeno es necesario para la evolución del proceso de descomposición aeróbico para que los microorganismos puedan descomponer eficazmente la materia orgánica, la ausencia de aire (anaeróbicas) produciría putrefacción de la material y malos olores. Para mantener una aireación adecuada se logra con el movimiento hacia el interior del compost, mediante el volteo periódico (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 1991, p.25)

Humedad

El compostaje es el proceso biológico de descomposición de la materia orgánica. La presencia de agua es fundamental para las necesidades fisiológicas de los microorganismos, ya que el agua es un medio de transporte de sustancias solubles utilizadas en las células y productos alimenticios orgánicos para deshacerse de las reacciones que se producen durante este proceso. Algunos autores (Haug, 1993; Madejón et al., 2002 y Jeris, 1973) consideran que es variable e importante la humedad de los materiales en el compostaje, además se ha considerado un criterio importante para optimizar el compostaje. La humedad del material de compost debe ser tal que el agua no pueda ocupar completamente los poros del material. (Miyatake e Iwabuchi, 2006), Por tanto, permite la circulación de oxígeno (debido a que el proceso debe realizarse en condiciones aerobias) y otros gases producidos en la reacción.

Temperatura

El síntoma más evidente de la actividad microbiana es un aumento de la temperatura del compost, razón por la cual la temperatura se considera tradicionalmente como una variable básica en el control del compost. (Liang et al., 2003; Miyatake e Iwabuchi, 2006). Los cambios de temperatura representan muy bien el proceso de compostaje, porque se ha demostrado que los cambios sutiles de temperatura tienen un mayor impacto en la actividad microbiana que los cambios sutiles de humedad, pH o C / N.

2.2.4. Sistemas de compostaje

Compostaje en pilas

Este sistema es más antiguo y el más simple y económico que otros sistemas para realizar compost. Para Córdova (2016) “se basan en la formación de pilas, agrupando los residuos en montones. Los materiales a compostar se deben de apilar sin que se compriman mucho, para que el aire pueda circular, las pilas deben ser aireadas por volteo” (p. 19).

Compostaje en recipientes

Está construidos de plástico o madera, su forma puede ser cuadrada, rectangular o redonda, Este tipo de compostadores son muy económicos, en ellos, los residuos se introducen continuamente conforme estos son generados hasta alcanzar su máxima capacidad. En el recipiente se pueden encontrar residuos frescos, residuos parcialmente descompuestos y material completamente degradado, el cual puede ser extraído, según el diseño de manera manual, por la parte inferior. (Sepúlveda y Alvarado, 2013, p. 43)

Compostaje mecánico

Sepúlveda y Alvarado (2013) señalan que “estos compostadores son cilíndricos generalmente, cuentan con un mecanismo manual o con motor que permite el movimiento o mezclado del material compostado, su costo es moderado”. De esta manera se estaría acelerando la descomposición de los residuos orgánicos y en un menor tiempo. (p. 44).

2.2.5. Lombriz roja californiana (*Esenia foetida*)

2.2.5.1. Características generales

Pineda (2006) menciona que, en el antiguo Egipto, se le consideraba un animal muy valioso por contribuir la fertilidad del suelo. Tal modo que si alguna persona intentara exportar una sola lombriz a otras tierras eran castigados con pena de muerte. Menciona también que en el antiguo Perú los incas apreciaban la importancia que brindaban a los cultivos; uno de sus valles más fértiles lo llamaron Urumba, en honor a la lombriz, en quechua; Urur lombriz y bamba, valle lombrices.

Las lombrices de tierras son gusanos invertebrados y constan de numerosos anillos. Tiene un sistema muscular muy desarrollado, a través del cual puede realizar movimientos en todas las direcciones. No tiene ojos, pero tiene células especiales distribuidas por todo el cuerpo que son muy sensibles a la luz. Dado que los rayos ultravioletas los matarán en unos pocos minutos, pueden eliminarse rápidamente bajo la luz solar directa. Esto es perjudicial por la falta y el exceso de agua. Cuando su galería se inunde por la lluvia, se asfixiará en el agua y escapará, mientras que en ausencia de humedad permanecerá inmóvil y morirá en poco tiempo (Fuentes, 1987).

Asimismo, Martínez et al., (2003) señala que las lombrices rojas californiana, es la especie más utilizada para la lombricultura, puede medir en estado adulto, una longitud de 5 y 9 cm aproximadamente con diámetro entre 3y 5 mm. es de color rojo purpura y puede llegar a pesar entre 1 y 1,2g de peso. León (2013) menciona que todos sus anillos son iguales excepto el primero y último donde se encuentran la boca y el ano respectivamente. En la madurez sexual aparece una zona glandular diferenciada conocida como clitelo que está relacionada con la reproducción y secreción de los capullos. Son hermafrodita incompleta.



Figura 3. Lombriz roja californiana *Eisenia foetida* (Salinas et al., 2018, p. 10).

2.2.5.2. Características taxonómicas

Alas y Alvarenga (2002) mencionan que la taxonomía de la lombriz de tierra, clasificada dentro del reino animal, es la siguiente: (p. 24).

Tabla 1

Clasificación taxonómica de la lombriz roja californiana

Reino:	Animal
Sub-reino:	Metazoos
Phylum:	Protostomia
Clase:	Annelida
Familia:	Lumbricidae
Orden:	Oligochaeta
Especies:	<i>Foetida</i>
Género:	<i>Eisenia</i>

2.2.5.3. Características reproductivas

Las lombrices son hermafroditas, es decir, que tienen órganos sexuales masculinos y femeninos, pero no se pueden autofecundarse, y se reproducen recíprocamente por fecundación cruzada. Durante el apareamiento se intercambian espermatozoides que no fecundan inmediatamente a los óvulos.

Después de la fertilización, “se depositan en el lugar donde se alimentan 3 cápsulas con paredes farmacorresistentes (llamadas cocones), cada cápsula contiene de 3 a 10 gusanos pequeños. Estos gusanos son los mismos que los adultos, pero blancos” (Díaz, 2002, p.11).

Toccalino et al. (2004) Mencionaron que las lombrices de tierra son hermafroditas incompletos, poseyendo los dos sexos (femenino y masculino). La lombriz *Eisenia foetida* comienza su fase reproductiva a los tres meses y dura toda su vida. El apareamiento ocurre por las noches, en la superficie del suelo, generalmente dura de 30 minutos a 4 horas y produce una cápsula cada 7 a 10 días. Después de 14 a 21 días de incubación, cada criadero de cápsulas producirá aproximadamente de 4 a 20.

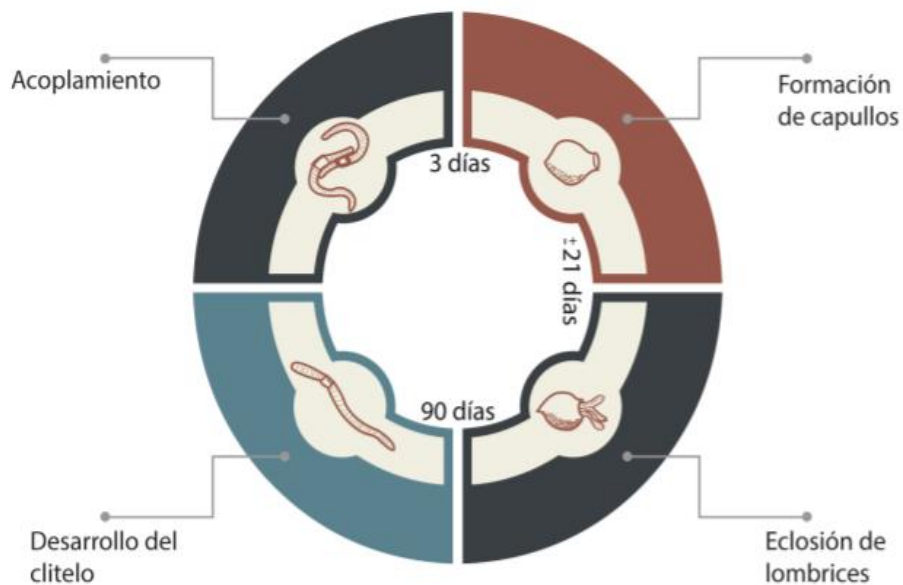


Figura 4. Ciclo reproductivo de la lombriz roja californiana (Salinas et al., 2018, p. 9).

2.2.5.4. Plagas enemigas de la lombriz

"Los principales enemigos que más atacan a las lombrices tenemos: las hormigas, ciempiés, planaria, cucarachas, algunos ácaros, pájaros, lagartos, ratones, caracoles, lagartos, y otros insectos, entre ellas encontramos a cuatro son las más importantes: planaria, pájaro, hormiga y ratones" (Pineda, 2006, p. 19).

Hormigas

Díaz (2002) afirma que estos depredadores naturales pueden matar a las lombrices en poco tiempo porque son atraídos por el azúcar que producen cuando se deslizan sobre el sustrato, por lo que la humedad se puede controlar cerca del 80%. Si se encuentran hormigas en el criadero de lombrices, indica baja humedad

Los pájaros

Por otro lado, Díaz (2002) señala que las aves pueden acabar con las lombrices poco a poco. Pueden encontrarlas fácilmente excavando la matriz del compost con sus patas y picos. Pueden controlar fácilmente las lombrices cubriendo el lecho de las lombrices, protegiéndose así de los ataques de las aves.

Ratones

"El ratón es otra plaga más peligrosa para el cultivo de lombrices se puede controlar al igual que las hormigas mantenimiento la humedad alta del sustrato" (Díaz, 2002, p. 32).

Planaria

El gusano plano es un gusano plano de 5 a 50 mm de largo, de color marrón oscuro, con rayas longitudinales marrones, que se adhiere al gusano y succiona su interior hasta que muere. Se controla ajustando el pH entre 7,5 y 8,0. Para ello se añadirán alimentos como los de pH elevado (cáscaras de naranja, naranjas, limones, etc.) (Díaz, 2002).

2.2.6. Lombricompost

Vermicompost es una biotecnología que implica el uso de lombrices rojas de California (*Eisenia foetida*) para producir humus. La lombriz se alimenta de los residuos orgánicos remanentes y después de la digestión, se convierte en electrones orgánicos ecológicos a través de las heces, comúnmente conocidas como humus. Este fertilizante orgánico proporciona múltiples beneficios al suelo, mejora la estructura del suelo y aumenta la aireación del suelo y la actividad microbiana. (Salinas et al., 2018)

Para Schuldt. et. al. (2007) definen que el “lombricompost una biotecnología limpia, de bajo costo, fácil de desarrollar y al alcance de cualquier familia o productor que desee implementar y valorizar su residuo orgánico biodegradable (restos de cocina, aserrín, etc.) para convertirlo en un abono natural humus de lombriz” (p. 3).

Tales como indican los anteriores autores, se puede indicar que el lombricompost es una actividad donde se cría la lombriz en cautiverio con el objetivo de producir humus, bajo condiciones necesarias las lombrices son alimentadas con residuos orgánicos así produciendo un producto llamado humus de lombriz. de esta manera se estaría aprovechando los residuos orgánicos y así evitar que lleguen a botaderos o calles u otros lugares donde no está permitido botar los residuos.

2.2.7. Tipo de lombricompost

Lombricompost domestico

Martínez et al. (2003) afirma que, en el caso del cultivo familiar, la inversión es mínima, pues puede que solo se necesiten unas pocas cajas de madera, cajas de plástico o cajas metálicas para utilizar los residuos generados en la misma casa para producir compost de lombriz, y para mantener y mejorar el suelo en huertas, jardines y macetas

Lombricompost comercial

Pineda (2006) afirma que el cultivo comercial se realiza con “la finalidad de la comercialización del humus de lombriz y obtener ganancias económicas, en este sistema se intensifica la producción y aumenta la mano de obra. Las camas son ubicadas al aire libre o mecanizados (p.14). De esta manera, estaríamos disminuyendo residuos orgánicos productos en sus diferentes etapas ya sea en los mercados, industrias, restaurantes, etc.

2.2.8. Humus de lombriz

El humus es una especie de abono bioorgánico de estructura coloidal, producto de la digestión de las lombrices tiene una estructura suave, de color claro, de color marrón oscuro y agradable sabor. Las plantas ricas en nutrientes son buenas para el crecimiento de las plantas. Es un producto muy estable que no se pudre ni fermenta. (Alban et al., 2002).

El humus de lombriz es un abono orgánico que contiene nutrientes disponibles para la planta y es beneficioso para la flora y fauna microbiana del suelo. Es el resultado de la ingesta y digestión de la materia orgánica descompuesta (compost) por las lombrices de tierra. Es de color marrón a negruzco, granulado, sin olor (Instituto Nacional De Investigación Agraria [INIA], 2008, p. 1).

El humus de lombriz es el resultado de la digestión de la materia orgánica a través del proceso de transformación (residuos orgánicos, abono descompuesto, vegetales, etc.), y es uno de los mejores fertilizantes orgánicos. En los últimos años, el producto se ha implementado en diferentes regiones del país y tiene buenas propiedades físicas y químicas de igual manera. Se puede producir desde el nivel del mar hasta los 3800 msnm. (Fondo De Cooperación para el Desarrollo Social [FONCODES], 2014).

2.2.8.1. Beneficios de humus de lombriz

El INIA (2013, p. 42). Menciona los beneficios de humus de lombriz roja californiana son:

- El humus de lombriz es un abono completo y eficaz mejorador del suelo, tiene un aspecto terroso, suave e inodoro, facilitando una mejor manipulación al aplicarlo.
- Mejora la textura estructura del suelo, aligerando los terrenos arcillosos, y por ser de naturaleza coloidal, retiene mucha humedad.
- Mejora la capacidad de germinación.
- Reduce la erosión del suelo
- No aporta salinidad al suelo, por lo contrario, lo regula.

- Brinda un buen contenido de minerales esenciales para la planta; nitrógeno, potasio.
- Favorece y acelera el crecimiento de las raíces de las plantas.
- Aumenta la capacidad inmunológica y la resistencia de las plantas a plagas y enfermedades, así como la tolerancia a la sequía.

2.2.9. Importancia de los compostadores urbanos

Los compostadores son depósitos que facilitan la transformación de la materia orgánica en compost. Los compostadores urbanos tienen la capacidad de acelerar el proceso de transformación, esto puede ser más rápido que los compostadores normales, además estos compostadores no necesitan de cuidados especiales ya que al estar en recipiente están aislados de los cambios de sol, lluvia y viento. Encima, los compostadores son ideales ya que son muy accesibles y de fácil traslado, asimismo son muy prácticos debido a su tamaño no ocupa demasiado espacio o mejor dicho no necesita de un terreno muy grande.

CAPÍTULO III
DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1. Finalidad

La finalidad de este proyecto de investigación es revalorizar los residuos orgánicos obtenidos en las diferentes cocinas y el taller de carpintería de la institución educativa, generando un producto (humus) que tiene un valor económico siendo además 100 % orgánico y natural y un gran beneficio para las plantas, que se podría ser utilizado en los jardines del cuartel Fuerte General II División Rafael Hoyos Rubio y por los alumnos de la carrera profesional Técnica Administración de Recursos Forestales del IESTPFFAA.

Asimismo, se puede afirmar que también tendrá un gran beneficio para las personas que viven en la instalación del cuartel ya que se mejoraría la calidad de vida y salud para ellos.

3.2. Propósito

El Propósito de este trabajo de investigación es proponer la producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), utilizando los residuos recolectados de diferentes cocinas y del taller de carpintería dentro de las instalaciones del cuartel Fuerte II División Rafael Hoyos Rubio, además se puede a dar a conocer cómo se implementa una compostera y camas de lombrices en una institución y conocer algunos términos de diseño de cómo se pueda realizar el proyecto.

3.3. Componentes

Para el desarrollo del presente trabajo fueron necesarios la utilización de; computadora, AutoCAD, Exel, Arc gis

- **Computadora**

La computadora fue necesario para el desarrollo del trabajo de investigación

- **Software AutoCAD**

Con el Software AutoCAD se desarrolló el prototipo modelo del compostador con sus diferentes dimensiones de las áreas que tendrá.

- **Microsoft Excel**

Con el programa Microsoft Excel se desarrolló las tablas de los costos de las diferentes herramientas y materiales que se necesitarán para la instalación y producción de humus de lombriz tal como se muestran en las *tablas 2 y 4*.

- **ArcGIS**

En el software ArcGIS se desarrolló el mapa base de la ubicación del cuartel Fuerte General II División Rafael Hoyos Rubio donde se desarrollará el proyecto tal como se en la *figura 5*.

3.4. Actividades

3.4.1. Ubicación del proyecto

Este proyecto se propone que se desarrolle en las instalaciones del cuartel Fuerte General II División Rafael Hoyos Rubio, ubicado en el distrito del Rímac

Dentro de la infraestructura del Instituto, el compostador debe contar con al menos 60 m² y la ubicación interna del mismo debe ser en la parte colindante (Este) del vivero que se encuentra en el IESTPFFAA.

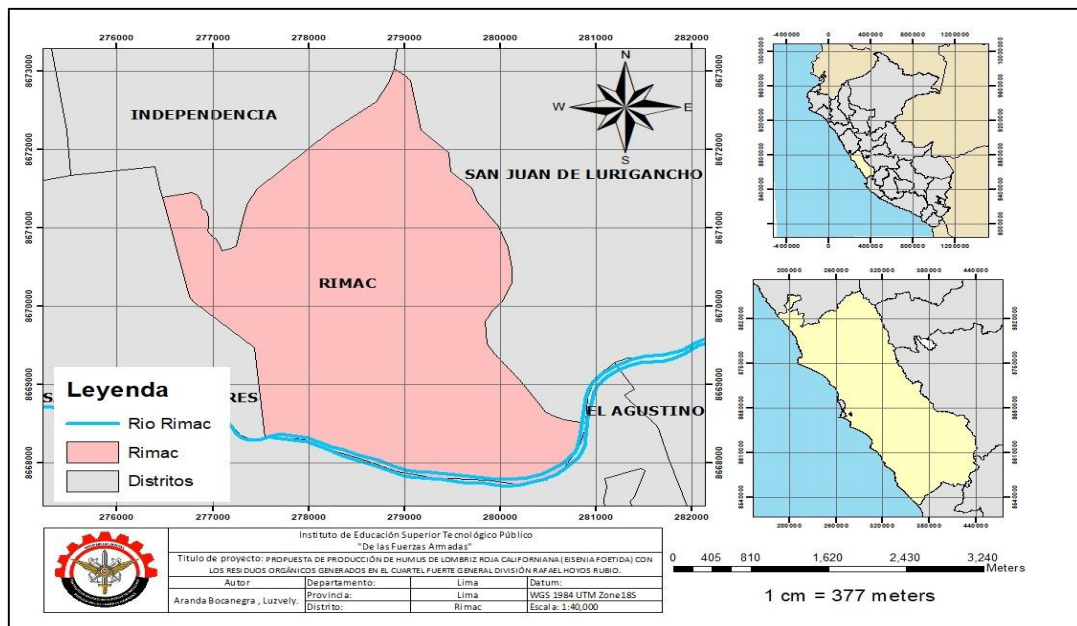


Figura 5. Cuartel Fuerte General División Rafael Hoyos Rubio

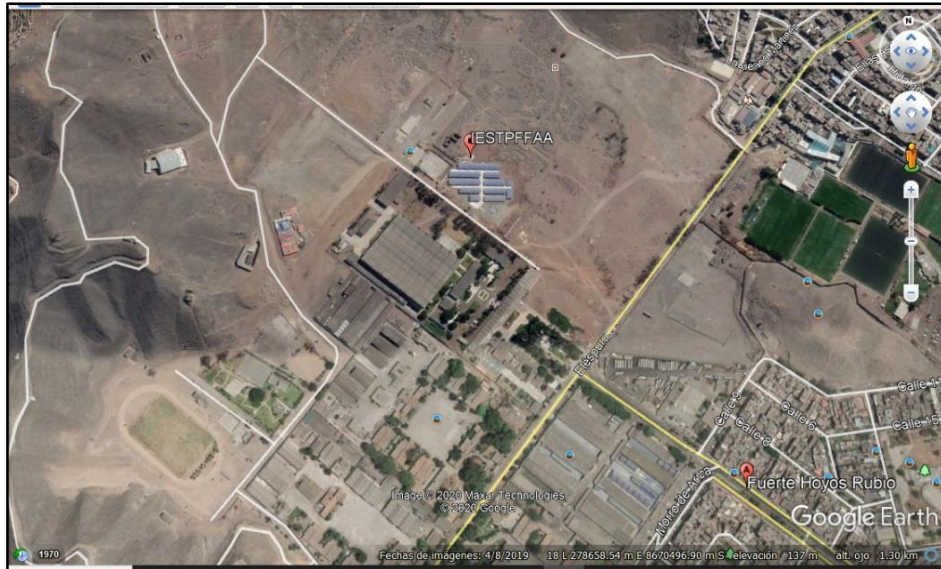


Figura 6. Ubicación del proyecto (Google Earth)

3.4.2. Beneficiarios del proyecto

Los beneficiarios directos de este proyecto serán los 58 estudiantes de la carrera administración de recursos forestales y futuros estudiantes del IESTPFFAA, ya que este proyecto impulsará sus conocimientos en la elaboración de compost y el aprovechamiento del humus como fertilizante de las plantas.

Beneficiarios indirectos serán las personas que viven al interior de cuartel Fuerte General II División Rafael Hoyos Rubio, con el aprovechamiento de sus residuos orgánicos y la reforestación de sus áreas verdes lo cual mejorara la calidad del medio ambiente y la vida de los que habitan ahí. Asimismo, los pobladores cercanos del al cuartel se verían beneficiados con la implementación del compostador ya que tendrían un lugar más cercado para adquirir humus para sus plantas.

3.4.3. Diseño estructural del compostador:

El compostador debe tener mínimamente los siguientes componentes como:

- Un cerco perimétrico
- 2 camas de compost
- 2 camas para la lombriz
- Un contenedor de agua de 200 L

- Puertas internas de conexión entre el almacén y el área de producción de humus
- Un almacén para guardar las herramientas tal como se muestra en la *figura 7*.

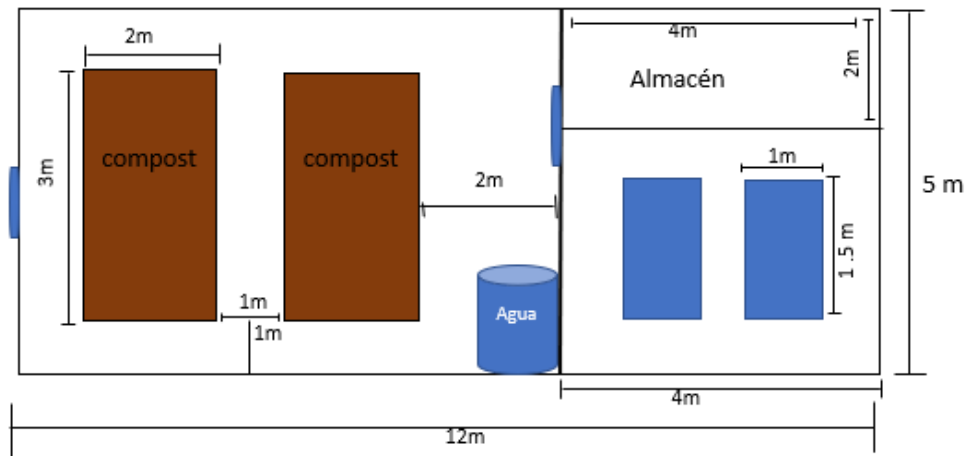


Figura 7. Distribución del diseño del compostador

3.4.4. Adecuación del terreno

Para la adecuación del terreno no se necesitará hacer nivelación, puesto que el terreno ya se encuentra en una pendiente cero, pero se debe desarrollar actividades de limpieza el área donde se implementará el proyecto.

Para ello se debe retirar desmonte y restos de agregados minerales (rocas pequeñas y medianas) que estén en el área

3.4.5. Construcción de la Infraestructura

Para la construcción se debe tener un área de, 12 m de longitud y 5 m de ancho con un área total de 60 m². En esta área se instalarán listones de 3 m de altura, cada 2 metros de distancia, Previamente, se debe hacer hoyos de 50 cm x 30cm x 30 cm donde serán colocadas los listones de madera que serán fijados con una mezcla de concreto.

La mezcla de concretó será de, arena gruesa, cemento y agua, usando los materiales que se indican en la *tabla 4* de costos de construcción.

El compostador estaría construido con 17 listones de madera. Para el borde de la viga se utilizará 7 listones de madera de 6 m cada uno, para las vigas del techo se utilizarán 4 listones de madera de 6 m, los cuales serán cavadas y sujetadas con alambre, una vez colocadas los listones y las vigas estas serán cubiertas todo el borde con malla raschel que serán clavadas cada 20 cm para reforzarla.

El tiempo empleado para la instalación de compostador será aproximadamente entre dos días entre la limpieza del terreno y la excavación de hoyos para la colocación de los listones de madera y se requerirán dos personas que tengan conocimientos sobre instalaciones

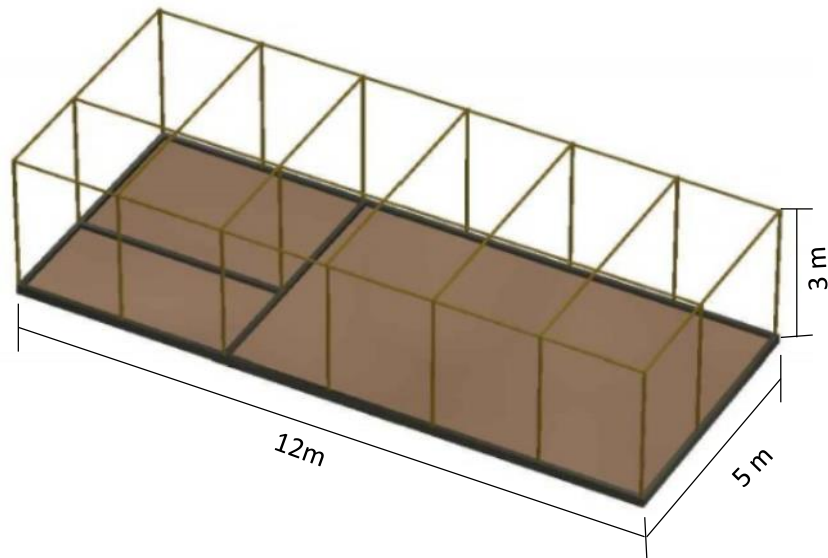


Figura 8. Diseño de la estructura del compostador

3.4.6. Pilas de compostajes

Las dimensiones de pilas de compost pueden variar ya que no existe un estándar establecido. Para ello, Mendoza (2012) indica que la altura es un parámetro muy importante ya que depende del clima de la zona, es decir, en climas cálidos se recomienda trabajar con una altura mínima para que la pila no caliente en exceso, en climas fríos la altura debe ser la máxima para mantener la temperatura ideal.

Para el proceso de compost se propone realizar 2 pilas de las siguientes dimensiones:

- Largo 3 m
- Ancho 2 m
- Altura 1 m

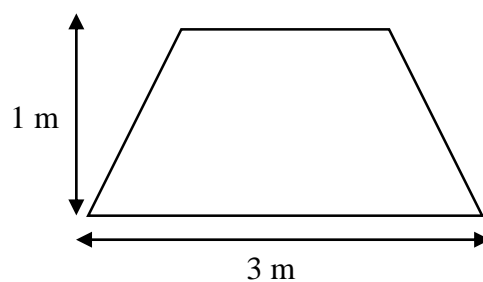


Figura 9. Pila de compostaje

3.4.7. Las camas de las lombrices

Para las camas de las lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*) se utilizarán madera aserrada que se construirá con las siguientes dimensiones

- 1 m de ancho
- 1.5 m largo
- 70 cm de alto

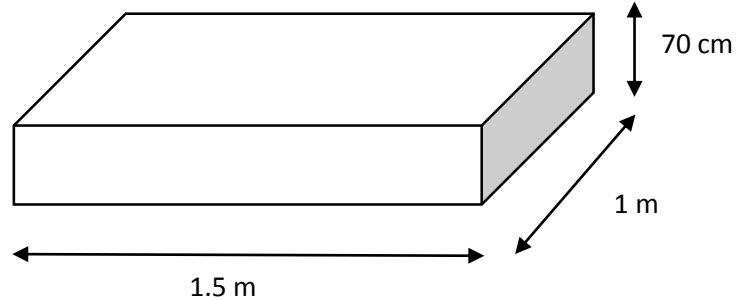


Figura 10. Dimensiones de las camas de lombriz

Las camas de las lombrices se deben colocar a una altura de 50 cm de la superficie del suelo con una inclinación de por lo menos 5 cm que permitirá de que al momento de realizar el riego no se formen charcos y evitar que las lombrices se ahoguen causándoles la muerte, así mismo deberá tener una separación de 1 metro entre cama y la otra cama para que el personal pueda movilizarse con facilidad al momento de realizar las labores de trabajo.

3.4.8. Materiales y costos de instalación

Los materiales que se utilizarían para el proyecto serán los que se encuentran en la tabla 2, así como la mano de obra que serán necesarios para la instalación del compostador.

Tabla 2

Costos de instalación

Materiales	Unidad	Costo Por Unidad	Costo Total
Madera aserrada	12	20	240
Listones de madera	25	8	200
Clavos	1kg	5	5
Malla raschel	50 m	8	400
Plástico negro polietileno	10 m	5	50

Contenedor de 200 l	1	120	120
Bolsas de cemento	2	22	44
Arena gruesa	1 m ³	50	50
Martillo	2	14.90	29.8
Picos	2	49.90	99.8
Wincha 10m	1	16	16
Alambre	50 m	0.5	25
Pala	3	22.90	68.7
Mano de obra (2 obreros por 2 días)	2	70	280
Imprevistos	10 %	143	143
Costo total			1.573

3.4.9. Residuos para usar en la compostera

Residuos de carpintería

Los residuos que se pueden utilizar del taller de carpintería (aserrín, viruta) estos se generan a la hora de realizar la transformación de la madera, en el taller se generan aproximadamente 5 kilogramos de residuos, estos pueden variar dependiendo al constante trabajo de que realizan en el taller.

Residuos en cocina

Los residuos de cocina y de los restaurantes se generan diariamente por el consumo de alimentos, (peladuras de papa, verduras, cascaras de huevo, fruta, verduras, frutas malogradas) estos serán utilizados en el compostaje ya que son orgánicos y de fácil descomposición,

Residuos de jardinería

Los residuos de jardinería del cuartel Fuerte General División Rafael Hoyos Rubio, estos se generan cada que se realiza mantenimiento a las áreas verdes (restos de poda, césped).

3.4.10. Segregación de residuos





Consiste en la separación de residuos sólidos de forma correcta y eficiente los distintos productos que se generan en las cocinas y el taller de carpintería.

La separación será por tipo de material orgánicos e inorgánico (según NTP 900.058 2019) norma que establece los colores para almacenamiento de los residuos sólidos con la finalidad de asegurar la identificación de cada uno tal como se describe en la tabla 3.

para la propuesta de proyecto se utilizarán dos colores de contenedores el color marrón para residuos orgánicos y el negro que especificara no aprovechable.

Tabla 3

Código de colores para los residuos sólidos ámbito municipal

Residuos sólidos		
Tipo de residuo	Color	Ejemplo
Aprovechables	verde 	Papel, cartón, plástico, cuero, textil, metal (latas, entre otros)
Orgánico	Marrón 	Restos de alimento, cascaras de fruta y verdura, restos de poda, hojarasca.
No aprovechable	Negro 	Colilla de cigarro, residuos sanitarios (papel higiénico, entre otros)
Peligros	Rojo 	Pilas, lámparas medicinas, empaques de plaguicidas, etc.

Descripción de los contenedores de residuos sólidos a utilizar

Para la recolección de los residuos sólidos se propone que sean contenedores de plástico polietileno con tapa de 120 litros cada uno, el mismo que llevaran una etiqueta que especifique el tipo de residuo a segregar (orgánico, aprovechable, no aprovechable). Como se muestra en la tabla 3 que indica los colores establecidos en la NTP de código de colores para ámbito municipal, y para que los encargados de cocina y el taller de carpintería se socializan y reconozcan los colores de cada uno de ellos.

Tabla 4

*Descripción de los contenedores***Para residuos orgánicos****Imagen:****Descripción:**

Es de material polietileno con tapa que impide que ingrese agua dentro del contenedor, de color marrón, con una capacidad de 120lts, tiene una forma cuadrada, resistente a condiciones climáticas

**Para residuos inorgánicos aprovechables****Imagen:****Descripción:**

Es de material polietileno con tapa que impide que ingrese agua dentro del contenedor, de color verde, con una capacidad de 120lts, tiene una forma cuadrada, resistente a condiciones climáticas



Para residuos no aprovechables

Imagen:

Descripción:

Es de material polietileno con tapa que impide que ingrese agua dentro del contenedor, de color negro, con una capacidad de 120lts, tiene una forma cuadrada, resistente a condiciones climáticas.



Almacenamiento inicial

Para el almacenamiento se utilizarán los contenedores con tapa de 120 lts donde se le colocarán bolsas a cada uno de ellos, los contenedores serán colocados aproximadamente a 10 metros de las cocinas.

El almacenamiento será temporal para después ser llevado a las camas de compostaje.

Recolección de residuos orgánicos

Para la recolección de los residuos orgánicos se coordinará con los encargados de las cocinas y del taller de carpintería, se realizará durante los 7 días de la semana (lunes a domingo) considerando que los días lunes, martes, miércoles, jueves y viernes son donde se producen la mayor cantidad de residuos orgánicos en las cocinas, restaurantes y el taller de carpintería.

Los contenedores deberán ser lavados cada vez que se realiza el recojo de los residuos orgánicos, para mantener la limpieza de cada uno de ellos y evitar los malos olores.

Los responsables para el recojo de residuos orgánicos tendrán sus equipos de protección EPP (guantes, mascarilla, botas de jebes,) lo que es necesario para la manipulación a la hora de su recolección, y evitar posibles accidentes que puedan sufrir.

Horario de recolección

Para el horario de recolección es recomendable que se realicen en las tardes a partir de las 15: 00 p.m., hasta las 16: 00 pm ya que en esas horas ya se habrían culminado las actividades en las cocinas, restaurantes y el taller de carpintería.

Incorporación de los residuos en las camas composteras

Para la incorporación de estos residuos se realizarán por las tardes después de la hora del recojo, se irán incorporando diariamente en la compostera hasta que lleguen a las medidas que establecidas tal como se muestra en el diseño de compostera *figura 9*.

3.4.11. Proceso de elaboración de Compost

Para el proceso de compostaje se recomienda realizar en pilas ya que este sistema es el más simple y de menor costo, además el sistema de pilas facilita cuando se realiza el volteo del compost.

Se incorporará los residuos orgánicos en las pilas diariamente hasta que se llegue a la medida deseada como se indica en la párrafos anteriores, estos deberán ser tapados con Plástico polietileno negro, y se deben colocar un tubo de 3 pulgadas al centro del compostador para facilitar la oxigenación y mantener un adecuado control de temperatura y humedad y para la eliminación de malos olores que se forman durante el proceso de compostaje, es recomendable realizar el riego 1 vez por semana y el volteo 2 veces por semana para realizar el manejo del compost debe ser en las mañanas. Es recomendable que la composta duré por lo menos de uno a dos meses hasta que los residuos orgánicos lleguen a la etapa de maduración, para facilitar a la hora de la digesta de las lombrices.

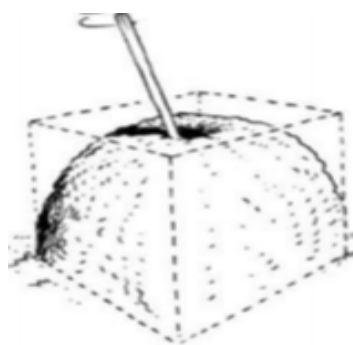


Figura 11. Pila de compost (Rodríguez et.al., 2006, p.29)

3.4.12. Adquisición de las lombrices

Las lombrices rojas californiana (*Eisenia foetida*) es recomendable que se adquiera de la Universidad Agraria la Molina, ya que es una institución confiable, para el proyecto se propone que se utilicen dos kilos de lombriz adultas.

3.4.13. Incorporación de las lombrices al compost

La incorporación se inicia depositando las lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*) a las camas junto con el compost, se deberá colocar una base de 20 cm compost luego introducir las lombrices para que se puedan alimentar de la materia orgánica.

En cada cama se colocará 1 kg de lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*), la cantidad de alimento a suministrar deberá ser cada que las lombrices lo requieran o cada que van consumiendo.

Se deben hacer un seguimiento constante de temperatura y humedad a las camas de las lombrices ya que la falta de humedad y el aumento de temperatura podrían causar la muerte de las lombrices,

La cosecha del humus deberá ser a 2 meses

3.4.14. Materiales y costos de producción

Tabla 5

Costo de producción

MATERIALES	UNIDAD	COSTO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
Pala	5	22	110
Manguera dúplex 1"	50 m	124.90	124.90
Caretilla	1	150	150
Rastillo	2	16	32
Tubo 3 pulg PVC	2	10	20
Tamizadores	1	30	30
Escoba y recogedor	2	17.90	34.80
Plástico polietileno	5 m	10	50
Afiches	50	1.5	75

Contenedores de 120 L	7	100	700
Lombrices	2 kg	50	100
Bolsas de 120 lts	3 paquetes	30	90
Costo de personal			
Personales de ½ tiempo	2	500	1000
Guantes	2 pares	20	40
Overol	2	50	100
Botas	2 pares	42	84
Costo total			2,741

3.4.15. Diagrama de flujo sobre el desarrollo de proyecto

El presente diagrama se muestra el recorrido total de la propuesta del proyecto como se hizo mención anteriormente, se sigue una serie de operaciones y pasos para la producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), tal como se muestra en la *figura 12*.

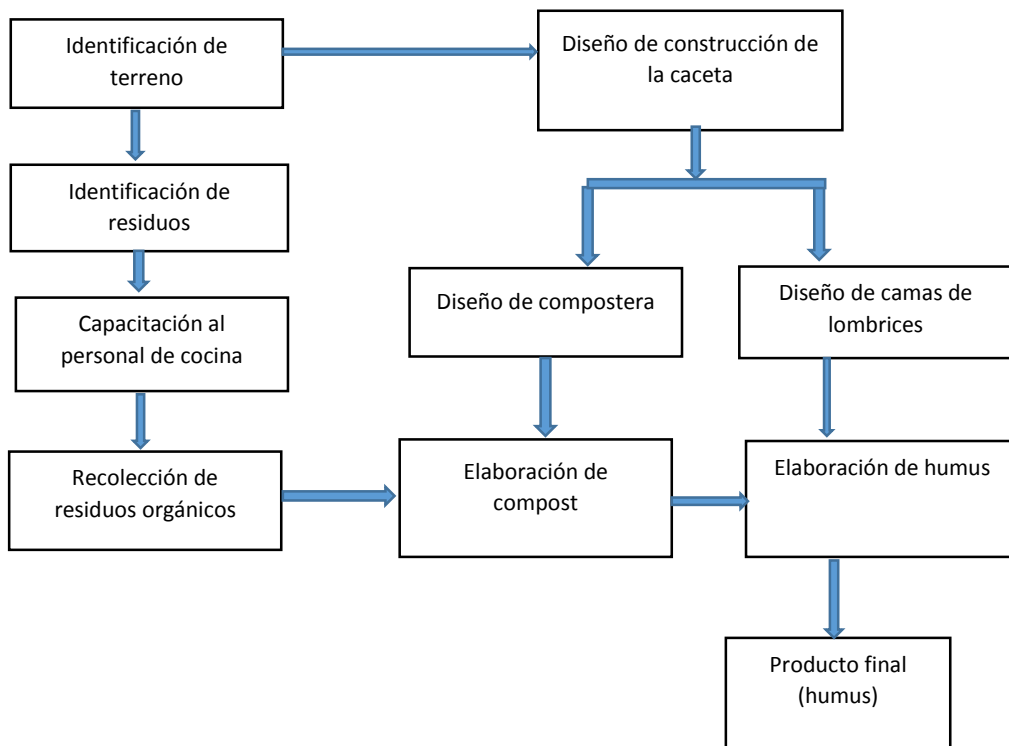


Figura 12. Diagrama de flujo de proceso para la obtención de humus

Mantenimiento anual

Se propone que el mantenimiento de las áreas del compostador se realice dos veces al año para verificar el estado de preservación de los materiales (madera y malla raschel) y en caso estén en mal estado se deberán cambiar.

3.4.16. Programa de capacitación al personal

Se propone que se realice capacitaciones al personal de cocinas con necesidad de educar, sensibilizar, concientizar e informar para una buena gestión de aprovechamiento de los residuos sólidos que se generan, también se les indicara el tipo de almacenamiento que serán utilizadas para cada tipo de residuos sólidos.

Las capacitaciones tendrán temas específicos donde se busca reforzar conceptos desde la generación de residuos hasta su aprovechamiento, entender la buena práctica que se deben implementar durante el proceso del proyecto. Los temas a tratar se muestran en la *tabla 5*

Tabla 6

Tema de capacitación

Temas		Desarrollo del tema
Generación de residuos	de	Identificar las fuentes de generación de residuos y las características aprovechables de los mismos dentro del IESTPFFAA
<p>Basada en el D.L 1278, Ley de gestión y manejo integral de residuos sólidos, se encuentran clasificados de la siguiente manera.</p> <p>Según su origen:</p>		
Clasificación de residuos	de	<p>1. domiciliario: son aquellos que se generan de la actividad doméstica, constituidos por restos de alimento, revistas, botellas, latas, cartón estos de aseo personal.</p> <p>2. Comercial: Son aquellos generados en los establecimientos comerciales de bienes y servicios, tales como: centros de abastos de alimentos, restaurantes, supermercados, tiendas, bares, bancos, centros de convenciones o espectáculos, oficinas de</p>

trabajo en general, entre otras actividades

3. limpieza de espacios públicos; producto del barrido recojo en vías publicas

Según su composición

Orgánicos: aquellos que se pueden descomponerse como: restos de comida, cascara de fruta, verdura, etc.

Inorgánico: aquellos residuos que no se pueden descomponer, o su descomposición dura años, como: plástico, metales, papel, cartón, etc.

Según su aprovechamiento

Clasificación de residuos

- a) **Aprovechable:** son residuos que no tiene ningún valor para quien lo origine, pero se puede incorporar un proceso productivo como el reciclaje. (papel, plástico, y metales)
- b) **No aprovechable:** son aquellos residuos que no pueden ser utilizados en un proceso productivo y no presentan un peligro para el medio ambiente. (papel higiénico, servilleta, toallas sanitarias)
- c) **Orgánico biodegradable:** son residuos que se pueden transformar en otro tipo de materia orgánica (compostaje, lombricultura) a partir de materiales vegetales.

Las tres R

La estrategia de las tres R es proteger al ambiente de los residuos sólidos:

Reducir: Es evitar que se genere más basura, y utilizar productos amigables con el ambiente, comprar productos con menor cantidad de envase

Reutilizar: materiales que se vuelven a utilizar como materia prima tales como; papel, cartón. Madera, etc.

Reciclar: consiste en aprovechamiento de residuos para convertirlos en productos nuevos.

segregación en la fuente:

Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial **NTP código de colores para residuos de ámbito municipal**


Segregación de residuos

- a) **Municipales:** estas se encuentran obligados a entregar al proveedor del servicio de limpieza pública, debidamente clasificados para su fácil reaprovechamiento de los residuos.
- b) **No municipales:** deben de entregar al operador autorizado los residuos segregados y acondicionados, para garantizar su disposición final.

Norma técnica peruana 900.058 – 2019 – Norma técnica de colores

La identificación de colores busca identificar y facilitar el trabajo que realiza el recolector como también para el que genera estos residuos.


Aprovechables

 : Papel, cartón, vidrio, plástico, textiles, madera, cuero, empaques compuestos, metales (latas y afines).


Orgánico

 : Restos de alimentos, restos de poda, hojarasca.

No aprovechable

 : Papel encerado, cerámicos, colillas de cigarro, residuos sanitarios (papel higiénico, pañales y paños húmedos, entre otros).

Peligro

 : Pilas, lámparas y luminarias, medicinas vencidas, empaques de plaguicidas y otros.

Aprovechamiento Que se refiere a recuperación de residuos por medio de actividades que parten desde la separación, hasta el producto final, y los beneficios sociales, que además minimiza los impactos ambientales, y podemos producir un producto llamado humus

La frecuencia de programa de capacitación deberá ser mensualmente, con un tiempo de por lo menos 30 min, en horas de la mañana a eso de las 7:30 am., hasta las 8:00 am antes que inicien con sus labores en las cocinas, restaurantes taller de carpintería.

3.5. Limitaciones

- Las limitaciones que se tuvo fueron que al momento de coordinar con los encargados de las cocinas, no se pudieron realizar ya que por motivo de emergencia que se está viviendo en estos momentos nuestro país por el Covid – 19, se deben mantener el distanciamiento social.
- En búsqueda de información ya que algunos libros no se encuentran en línea.
- Falta de disponibilidad de tiempo por motivos de trabajo para acabar a tiempo el trabajo de investigación.
- Falta de equipo de escritorio para el desarrollo del proyecto.

-

CAPÍTULO IV
RESULTADOS

RESULTADOS

La propuesta de producción de humus es una alternativa que permitirá el aprovechamiento y valorización de los residuos orgánicos que se producen en los comedores y en el taller de carpintera del Cuartel Fuerte General División Rafael Hoyos Rubio.

El cuartel Fuerte General División Rafael Hoyos Rubio generan un aproximado de 400 kg de residuos sólidos diario de los cuales el 80% son materias orgánicas y es por ello se calcula que con la propuesta del compostador se aprovechará aproximadamente 116 800 kg de residuos orgánicos por año, utilizándose en la producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y posteriormente en las áreas verdes y/o vivero del instituto.

El implementar el compostador para el aprovechamiento de los residuos orgánicos es viable ya que el costo de inversión inicial es relativamente bajo para una institución de las características de IESTPFFAA, los materiales y herramientas que se usaran en la construcción y para la producción son bajos.

Se realizó prototipo de modelo de un compostador donde se realizará el compost y las camas de las lombrices a base de materiales de bajo costo.

Instituciones como el IESTPFFAA son capaces de desarrollar las actividades de mejora de manejo de residuos sólidos propuestos en el D.L 1278 de la Ley de gestión y manejo integral de residuos sólidos, e incorporar en su ambiente las indicaciones de la norma técnica peruana NTP 900.058 2019 que establece código de colores de los tipos de residuos sólidos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- a) Con el estudio realizado, se demuestra que la propuesta de producción de humus de lombriz es viable, ya que el compostador estará instalado en la misma instalación del cuartel Fuerte General División Rafael Hoyos Rubio y costos viables y económicos.
- b) Un estudiante del IESTPFFAA de la carrera de Administración De Recursos Forestales se encuentra en capacidad de implementar proyecto de inversión a pequeña escala como es el caso de este compostador, identificado beneficiario, ubicación de proyecto y costos de construcción y producción inicial.
- c) El aprovechamiento de residuos orgánicos si es planificado, haciendo acciones de segregación y de recolección selectiva puede ser un gran beneficio para las instituciones educativas.
- d) También se puede afirmar que con este tipo de proyecto una vez implementado se puede evitar que los residuos sólidos orgánicos que lleguen a un relleno informal o ser dejados en río, mar o en las calles.

RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda la implementación de este tipo de alternativa en el IESTPFFAA para poder aprovechar los residuos orgánicos que se generan dentro del cuartel a fin de dar un manejo adecuado de los residuos generados producto de las actividades en las cocinas y el taller de carpintería.
- b) Que se cumpla a totalidad el programa de capacitación a las personas que habitan en el cuartel y principalmente al área de comedor del Cuartel Fuerte General División Rafael Hoyos Rubio en temas de segregación de residuos sólidos.
- c) Implementar puntos de acopio en las diferentes áreas del Cuartel Fuerte General División Rafael Hoyos Rubio.
- d) Seguir implementando un sistema de clasificación de residuos obtenidos de las cocinas y del taller, por medio de contenedores que tengan diferentes colores en cual se pueda identificar el tipo de material a segregar.
- e) Se recomienda seguir investigando sobre la producción de humus, las combinaciones que se puede realizar con la materia orgánica y el excremento de animales, y realizar una comparación con el humus que se genera a partir la materia orgánica con aserrín.

REFERENCIAS

- Alban, A., Vásquez, V., y Mejía coronel, M. T. (2002). *Proyecto microempresarial de producción de humus de lombriz en la provincia del Guayas*. [Tesis de pregrado, Escuela superior politécnica del litoral (ESPOL)]. Archivo digital. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/3832>
- Alas, R. y Alvarenga, A. (2002). *Evaluación de sustratos de origen animal y vegetal en la producción de humus y carne de lombriz (eisenia foetida)*. [Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador].
- Alvarado G.J (2019) *Compost y vermicompost En qué se diferencian laboratorio fertibox*. <https://www.fertibox.net/single-post/compost-vermicompost>.
- Amigos de la tierra (2004). *Manual básico para hacer compost proyecto piloto de compostaje doméstico*. Ministerio del Medio Ambiente.
- Córdova, L. (2016). *Propuesta de mejora del proceso de compostaje de los residuos orgánicos, generados en la actividad minera, empleando microorganismos eficientes unidad minera del sur*. [Tesis de pregrado, Universidad nacional de san Agustín Arequipa]. Archivo digital. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3086>
- Díaz, E. (2002). *Guía de lombricultura, una alternativa de producción*. Agencia de desarrollo económico y comercio exterior. Municipio Capital de la Rioja.
- Cajas, S. (2009). *Efecto de la utilización de aserrín en combinación con estiércol bovino como sustrato en la producción de humus de lombriz Eisenia foetida (lombriz roja californiana)*. [Tesis de grado, Escuela superior politécnica de chiborazo]. Archivo digital. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2397>

- Enrique, L. y Soto, R. (2017). *Evaluación de la producción y composición química de humus de lombriz roja californiana (eisenia foétida) con el contenido ruminal en el camal municipal de Huancavelica*. [Tesis de pregrado, Universidad nacional de Huancavelica]. Archivo digital. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1324>
- Fondo De Cooperación para el Desarrollo Social. (2014). *Producción y usos de abono orgánico: Biol, compost y humus* (5). <http://issuu.com/bleu.veris/docs/foncodes>.
- Fuentes, J. (1987). *La crianza de la lombriz roja*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Huata, J. (2018). *Determinación de la relación cantidad de precompost utilizada como alimento de la lombriz roja californiana (eisenia foetida) y cantidad de humus de lombriz obtenido en el distrito provincia y región de Huánuco octubre - diciembre de 2017*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Archivo digital. <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/986>.
- Haug, R.T. (1993). *The Practical Handbook of Compost Engineering*. Lewis Publishers.
- Instituto Nacional De Investigación Agraria, INIA (2008). *Producción y usos del humus de lombriz*. http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/119/1/Humus_de_lombriz_Lima_2008.pdf.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019). *Anuario de estadísticas ambientales*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1704/libro.pdf.
- Instituto Nacional De Investigación Agraria, INIA (2013). *Manual técnico lombricultura techo a dos aguas: Lambayeque*. http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/7561lombricultura_techo_a_dos_aguas_Lima_2013.pdf.

- Jeris, J. S. (1973). Controlling environmental parameters for optimum composting. *Compost Science*, 8-15.
- León, A. (2013). *Manual de lombricultura en casa*. Azotea verde de Guadalajara.
- Ley N° 1278. Ley General de Gestión Integral de Residuos Sólidos, modificada el 11 de mayo del 2020.
- Liang, C., Das, K. C., y McClendon, R. W. (2003). The influence of temperature and moisture contents regimes on the aerobic microbial activity of a biosolids composting blend. *Bioresource technology*, 86(2), 131-137.
- Mamani, W. (2016). *Producción de humus de lombriz roja californiana (Eisenia foetida) con alimentación de estiércoles de animales en el vivero forestal de la prelatura de corocoro en Patacamaya provincia aroma la paz*. [Tesis de pregrado, Universidad mayor de san Andrés facultad de agronomía].
- Mazarino, M. y Satti, P. (2012). *Compostaje en la argentina: experiencias de producción, calidad y uso*. Primera edición orientación grafica editora.
- Mendoza, M. A. (2012). *Propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en la Universidad de Piura*. [Tesis de pregrado, Universidad de Piura].
- Ministerio de Salud (2018). Programa de entrenamiento en salud publica dirigido a personal del servicio militar voluntario. <http://www.minsa.gob.pe/local/MINSA/4519.pdf>.
- Martínez, F., Calero, B., Nogales, R y Rovesti, L. (2003). *Lombricultura. Manual práctico*. Instituto de Suelo.

- Madejón, E., Díaz, M. J., López, R., y Cabrera, F. (2002). New approaches to establish optimum moisture content for compostable materials. *Bioresource technology*, 85(1), 73-78.
- Miyatake, F., e Iwabuchi, K. (2006). Effect of compost temperature on oxygen uptake rate, specific growth rate and enzymatic activity of microorganisms in dairy cattle manure. *Bioresource technology*, 97(7), 961-965.
- Norma Técnica Peruana NTP 900 .058. (2019). *Gestión de residuos. Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos*.
<https://www.qhse.com.pe/wp-content/uploads/2019/03/NTP-900.058-2019-Residuos.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (1991). *Manejo del suelo: producción y uso del compostaje en ambientes tropicales y subtropicales*, universidad de Birmingham.
https://books.google.com.pe/books?id=WgZ47ud_bpoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Pineda, A. (2006). *Libro de lombricultora*. Instituto Hondureño del Café.
- Puerta Echeverri, S (2004). *Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos*. En *Revista LASALLISTA de Investigación* .1 (1). Pp.56-65.
- Ramírez, D., Velásquez, C. y Moreno, S. (2016). *Aprovechamiento y manejo de residuos orgánicos mediante la lombricultura aplicado a estudiantes del grado 5° del colegio la giralda*. [Trabajo de pregrado, Universidad del Tolima]. Archivo digital. <http://repository.ut.edu.co/handle/001/2386>
- Röben, E. (2002). *Manual de compostaje para municipios*. DED/Ilustre Municipalidad de Loja.

- Román, P., Martínez, M., y Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor experiencias en américa latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Rodríguez salinas, M., Córdova, Ana. y Vázquez (2006) *Manual de compostaje municipal Tratamiento de residuos sólidos urbanos*, México.
- Salinas C., León M., Pérez M. I y Yagello J. (2018). *Manual de compostaje para zonas frías*. Universidad de Magallanes y Ministerio de Medio Ambiente.
- Schuldt, M., Christiansen, R., Scatturice, L. A., y Mayo, J. P. (2007). Lombricultura. Desarrollo y adaptación a diferentes condiciones de temperie. REDVET. *Revista electrónica de Veterinaria*, 8(8), 1-10.
- Sepúlveda L. y Alvarado, J. (2013). *Manual de Compostaje*. Colombia: Manual de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos a través de Sistemas de Compostaje y Lombricultura en el Valle de Aburrá. *En ACODAL Noroccidente*. pp. 4 -84.
- Suni, L. (2018). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en compostaje del mercado mayorista metropolitano río seco – La Parada. Cerro Colorado*. [Trabajo de maestría, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Archivo digital. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6546>
- Toccalino, P., Agüero, M, Serebrinsky, C. y Roux, J. (2004). Comportamiento reproductivo de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) según estación del año y tipo de alimentación. *En Revista veterinaria*, 15 (2) ,65-69.
- Vásquez, Z. (2017). *Efecto de la lombriz roja californiana en la concentración de macronutrientes en compost producido por residuos orgánicos municipales*. [Trabajo de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/22510>

APÉNDICES

Apéndice A. Cronograma de Presupuesto

Materiales		
Cantidad	costo unitario	costo total
laptop	-----	-----
Impresora	-----	-----
Otros gastos		
energía eléctrica / 4 meses	S/ 25	S/ 100
Internet / 4 meses	S/ 35	S/ 140
costo total		S/ 240