



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS**

**PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ “*Eisenia foetida*”  
A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS Y  
EXCRETAS DE ANIMALES, A NIVEL LABORATORIO  
SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2017**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:**

**FLOR VIRGINIA, GUTIERREZ VARGAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**LIMA - PERÚ**

**2017**

**DEDICATORIA**

A Dios en primer lugar, a mi Padre Francisco Gutiérrez L, por el apoyo incondicional.

A mi madre Elena Vargas por ser un ejemplo de Valentía, Honestidad, Lealtad, y por su gratitud.

A mis abuelitos:

Cecilio Gutiérrez y Simona Layme

Simón Vargas; y Martina Mullisaca.

### **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer en primer lugar a Dios por guiar mis pasos y por darme la dicha de conocer a personas sabias, agradezco a la vida, al universo y a la naturaleza

Agradecer a mis padres Francisco y Elena que siempre me impulsan a luchar por muchos sueños hasta convertirlas en metas trazadas y cumplirlas sí o sí.

Agradezco el apoyo de todos mis hermanos, cuñadas, sobrinas, pero en especial a mi hermano Leandro Gutiérrez Vargas por el apoyo en situaciones difíciles.

Agradezco el apoyo de mi tío, primo, y prima ingenieros de la UNI. Por ser mi ejemplo.

Agradezco a los ingenieros por brindar sabiduría y conocimiento.

Agradezco a todas las amistades de mi entorno. En especial a Mario, Iván y Briggite Por el valor, la humildad, la sencillez y sobre todo por la calidad de personas que son.

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>INDICE DE CONTENIDOS</b>	<b>iv</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>x</b>
<b>INDICE DE FIGURA</b>	<b>xii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAC</b>	<b>xvi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 1</b>	<b>3</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>3</b>
1.1. CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA.	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.2.1. Problema General	5
1.2.2. Problemas Específicos	5
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.3.1. Objetivo General	6
1.3.2. Objetivo Especifico	6
1.4. JUSTIFICACIÓN	7
1.4.1. Justificación Teórica	7
1.4.2. Justificación Metodológica	8
1.4.3. Justificación Práctica.	9
1.5. IMPORTANCIA.	10
1.6. LIMITACIONES	11
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>12</b>
<b>2. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>12</b>
2.1. Marco referencial	12
2.1.1. Antecedentes de la investigación.	12

2.2. Marco Legal _____	17
2.2.1. Ley 27314 Ley general de residuos sólidos. _____	17
2.2.2. RM N°702-2008 MINSA N° 73-2008-MINSA/DIGESA-V01 _____	20
2.2.3. Ley N° 28245 Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. _____	20
2.2.4. Decreto legislativo N° 613 del 07/09/90. _____	21
2.2.5. Política nacional del ambiente. Eje 1 N°8 Cuencas, agua y suelo, en su Lineamiento F. _____	21
2.4. Marco teórico _____	28
2.4.1. Humus de lombriz: _____	28
2.4.2. Lombriz Roja californiana. _____	28
2.4.3. Característica de la lombriz roja californiana _____	29
2.4.4. Características de las “Eisenia foetida” _____	30
2.4.5. Ciclo de vida de la lombriz _____	30
2.4.6. Parámetros Técnicos en lombricultivo _____	31
2.4.7. Producción de lombricompuesto. _____	32
2.4.8. Cuidados ambientales y riesgos asociados _____	32
2.4.9. Relación Carbono Nitrógeno de los residuos para lombricultura: _____	34
2.4.10. Parámetros de análisis de humus de lombriz. _____	35
2.4.11. Dosis de aplicaciones _____	36
2.4.12. Producción de lombricompuesto _____	37
2.4.13. Vermicompostaje: _____	37
2.4.14. Parámetros a considerar en una vermicompostaje: _____	38
2.4.15. Composición de algunos abonos orgánicos simples _____	39
2.4.16. El Estiércol _____	39
2.4.19. Los Abonos _____	41
2.4.20. Papel de los abonos _____	42
2.4.21. Los abonos aportan _____	42
2.4.22. Proporción de Carbono – Nitrógeno. _____	44
2.4.23. Beneficios del abono _____	44
2.4.24. Algunos Abonos Orgánicos. _____	44
2.4.25. Método Indore. _____	45

2.4.26. El método de compostaje rápido de Berkeley.	46
2.4.27. Método de la pila mecánicamente aireada.	46
2.4.28. Procesamiento de compostaje	47
2.4.29. Como Hacer una mezcla con la relación C/N correcto.	48
2.4.30. El vermicompostaje está prácticamente libre de olores.	49
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>50</b>
<b>3. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO</b>	<b>50</b>
3.1. Metodología	50
3.1.1. Método de investigación	50
3.1.1.1. Ubicación geográfica	51
3.1.1.2. Procedimiento General.	52
3.1.2. Tipo de la investigación	62
3.1.3. Nivel de la investigación	63
3.2. Diseño de la Investigación	64
3.2.1. Fases que comprenden:	64
3.2.2. Diseño de la planta	65
3.2.2.1. Aspectos cuantitativos	65
A) Cantidades de residuos orgánicos como fuente alimenticia.	66
B) Cantidad de lombrices a utilizar	67
C) Producción de Humus de lombriz.	67
3.2.3. Diseño experimental	68
3.2.4. Procedimiento Experimental para la medición de parámetros.	69
3.3. Hipótesis de la investigación	71
3.3.1. Hipótesis general	71
3.3.2. Hipótesis específicas.	71
3.4. Variables	72
3.4.1. Variable independiente (x)	72
3.4.2. Variable dependiente (Y)	73
3.4.3. Operacionalizaci	75

3.5.1. Universo.	76
3.5.2. Población	76
3.5.3. Muestra	77
3.6. Técnicas e instrumentos.	78
3.6.1. Técnicas e instrumentos	78
3.6.2. Fuentes	79
A - Proporción de residuos orgánicos que se vierten a la pila compostera.	79
B - Mediciones de temperatura	81
C - Mediciones de conductividad eléctrica.	83
D - Mediciones de pH del sustrato por cada fin de mes	84
3.7. Procesamiento estadístico de la información	85
3.7.1. Estadísticos	85
A - Residuos orgánicos totales.	85
B - Dispersión de los tipos de R.O.	85
3.7.2. Representación	86
A. Temperaturas durante el proceso de descomposición ( Pre compost)	86
B. Temperaturas durante el proceso de transformación a humus de Lombriz.	87
3.7.3. Técnica de comprobación de la hipótesis.	89
<b>CAPITULO IV</b>	<b>91</b>
<b>4. ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>91</b>
4.1. Análisis del Resultados	91
4.1.1. Análisis de resultados de la investigación experimental.	91
4.1.2. Estructura de costos	97
4.1.3. Flujo y balance de masa,	100
1.2. Discusión de resultados.	101
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>106</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>108</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>110</b>

<b>ANEXOS</b>	<b>112</b>
<b>ANEXO 1.1 - Matriz de consistencia</b>	<b>114</b>
<b>ANEXO 1.2 - Operacionalización de variables</b>	<b>115</b>
<b>ANEXO 2 - Análisis de Humus de lombriz</b>	<b>117</b>
<b>ANEXO 3 - Evidencias fotográficas.</b>	<b>119</b>
<b>ANEXO 4 - Presentacion</b>	<b>125</b>

## GLOSARIO DE ABREVIATURAS

R.S.O: Residuos sólidos orgánicos.

R.S: Residuos solidos

CL: Camas de Lombriz

L1: Lechos de lombriz 1

L2: Lechos de lombriz 2

L3: Lechos de lombriz 3

C/N Relación Carbono.

NH<sub>4</sub>: Amoniaco

pH: Potencial de hidrogeno. Que mide la acidez.

pHmetro: Instrumento que mide la acidez.

CEmetro: Instrumento que mide la conductividad eléctrica de la muestra del humus.

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Producción de Lombricompuesto.....	32
Tabla 2 - Parámetros de análisis de humus de lombriz.....	35
Tabla 3 - Dosis de aplicaciones de humus en algunos cultivos.....	36
Tabla 4 - Dosis de Aplicación de humus.....	36
Tabla 5 - Producción de Lombricompuesto.....	37
Tabla 6 - Parámetros de Vermicompostaje.....	38
Tabla 7 - Composicion de algunos abonos organicos simples.....	39
Tabla 8 - Diferencia del compostaje convencional y Vermicompostaje.....	49
Tabla 9 - Tiempo de elaboración de producción.....	53
Tabla 10 - Cálculo del Peso de la Lombriz.....	59
Tabla 11 - Peso de residuos orgánicos.....	66
Tabla 12 - Residuos de excretas de Vacuno.....	66
Tabla 13 - Residuos de excretas de ave.....	66
Tabla 14 - Cálculos proporciones para la elaboración de Humus de lombriz.....	67
Tabla 15 - Operacionalización de Variables.....	75
Tabla 16 - Recopilación de Residuos orgánicos domiciliarios.....	79
Tabla 17 - Residuos excretas de vaca.....	79
Tabla 18 - Residuos de excretas de aves.....	79
Tabla 19 - Residuos generales.....	80
Tabla 20 - Sumatoria de R.O por semanas.....	80
Tabla 21 - Temperatura de Pre compost.....	81
Tabla 22 - Temperatura de CL1 – CL2 –CL3.....	82
Tabla 23 - Mediciones de conductividad Eléctrica.....	83
Tabla 24 - Índice de C.E.....	83
Tabla 25 - Mediciones mensuales de pH del pre compost.....	84
Tabla 26 - Mediciones mensuales de pH – Humus de lombriz.....	84
Tabla 27 - C de Pearson.....	89
Tabla 28 - Pre compost y producción de humus.....	90
Tabla 29 - Relación de C/N.....	94
Tabla 30 - Eficiencia.....	96

Tabla 31 - Precio de residuos a procesar .....	97
Tabla 32 - Costo de Materiales del proyecto. ....	97
Tabla 33 - Costo de instrumentops de laboratorio.....	98
Tabla 34 - Materiales de oficina .....	98
Tabla 35 - Materiales de vestimenta de proteccion. ....	98
Tabla 36 - Costo de analisis de N; P; K; Ca, C. Na. ....	99
Tabla 37 - Costos otros .....	99
Tabla 38 - Presupuesto total.....	99
Tabla 39 - Comparación de parámetros .....	102
Tabla 40 - Dosis de humus en plantas. ....	103
Tabla 41 - Anexo 1.1 - Matriz de consistencia .....	114
Tabla 42 - Anexo 1.2 - Operacionalización de Variables.....	115

## INDICE DE FIGURA

Figura 1 - Problemática de residuos organicos .....	4
Figura 2 - La problemática de la falta de Humus en los suelos .....	4
Figura 3 - Lugar donde se encuentra el estudio. ....	51
Figura 4 - Mapeo de procedimiento general .....	52
Figura 5 - Diseño .....	54
Figura 6 - Diseño de pilas de compostaje .....	55
Figura 7 - Diseño de desfogue de camas de lombriz .....	56
Figura 8 - Separaciones de Camas de Lombriz. ....	56
Figura 9 - Calculo del peso de la lombriz. ....	59
Figura 10 - Separación de lombrices “Eisenia foetida” del humus de lombriz .....	61
Figura 11 - pH del agua de riego para el sustrato .....	69
Figura 12 - Mediciones de pH .....	70
Figura 13 - Análisis de mediciones (Campo) .....	70
Figura 14 - Estadística de residuos orgánicos totales. ....	85
Figura 15 - Dispersión del tipo de R.O. ....	85
Figura 16 - Temperatura de pre compost – Mayo.....	86
Figura 17 - Temperatura - Junio .....	86
Figura 18 - Temperatura Julio.....	87
Figura 19 - Temperatura CL- Mayo.....	87
Figura 20 - Temperatura CL – Junio.....	88
Figura 21 - Temperatura de CL – Julio.....	88
Figura 22 - Balance de Masa .....	100
Figura 23 - Anexo 2 - Análisis de la muestra de humus .....	117
Figura 24 - Anexo 3.1 - Lombrices (Eisenia foetida) .....	119
Figura 25 - Anexo 3.2 - Materia descompuesta – Lecho 1 .....	119
Figura 26 - Anexo 3.3 - Pie de cria.( Lombriz roja californiana.) .....	119
Figura 27 - Anexo 3.4 - Germinación de semillas de mango a base de mezclas con humus de lombriz. ....	120
Figura 28 - Anexo 3.5 - Crecimiento de mango .....	120
Figura 29 - Anexo 3.6 - Construcción para lixiviados de Pre compost. ....	120

Figura 30 - Anexo 3.7 - Balde de recolección de R.O.....	121
Figura 31 - Anexo 3.8 - Inicio de Pre compostaje.....	121
Figura 32 - Anexo 3.9 - Medición de temperatura.....	121
Figura 33 - Anexo 3.10 - Medición de pH.....	122
Figura 34 - Anexo 3.11 - Medición de C.E.....	122
Figura 35 - Anexo 3.12 - Pesaje de muestras.....	122
Figura 36 - Anexo 3.13 - Pesaje de Lombrices.....	122
Figura 37 - Anexo 3.14 - Camas de lombriz para la producción de Humus.....	123
Figura 38 - Anexo 3.15 - Etapa de separación de lombrices.....	123
Figura 39 - Anexo 3.16 - Crecimiento de plantas: Pera, Mango, Palta.....	123
Figura 40 - Anexo 3.17 - Recolección y análisis de datos tomados en campo.....	123
Figura 41 - Anexo 3.18 - Vertimiento de R.O según sus etapas.....	124
Figura 42 - Anexo 3.19 - Análisis de laboratorio en domicilio. (pH, C.E, Del pre compost y humus).....	124

## RESUMEN

Producción de Humus de lombriz "Eisenia foetida" a partir de residuos orgánicos a nivel laboratorio muestra un enfoque a aprovechar los residuos orgánicos como fuente alimenticia para las Lombrices rojas californianas para que puedan ser digeridas, ya que el abono o defecación de la lombriz juega un papel importante para el crecimiento de las plantas ya que a través de la actividad de la lombriz muestra un humus de calidad con los niveles de NPK eficientes.

Consiste en una técnica artesanal eficaz y sin gasto de energía eléctrica. Que mediante la transformación y/o proceso de descomposición podemos producir humus, mediante el reaprovechamiento del reciclado de los residuos sólidos orgánicos.

Se realizó esta investigación a la recolección de residuos orgánicos de 3 domicilios con una cantidad total de 15 personas. Reaprovechándose un total de entre 9 a 14 kg semanalmente, durante las 18 semanas de recolección y descomposición continua semanalmente. Logrando reaprovechar un total de 500 kg de R.O al año.

Las lombrices se alimentan de residuos orgánicos descompuestos por lo que el tiempo y los parámetros físicos y químicos son controlados ante su alimentación,

Las lombrices fueron distribuidas 1 kg por cada cama de lombriz por lo que fueron 3 camas de lombriz, Logrando obtener una producción de humus a partir de los residuos orgánicos.

Se tomaron medidas de parámetros durante la descomposición de residuos orgánicos ya que de acuerdo al clima, temperatura, humedad del sustrato, y pH se podrá, obtener un pre compostado en menor tiempo, ya que debido a los factores ya mencionados obtenemos un pH de entre 6.5 hasta 8.7; una humedad del sustrato de 70% por lo que es aceptable para la lombriz *Eisenia foetida*

Darle un beneficio a los llamados desechos orgánicos es evitar la acumulación de basura en botaderos, etc; por ellos es de vital importancia para la sociedad a nivel general.

En conclusión aprovechemos al máximo los residuos orgánicos para obtener una producción de humus de calidad y lo que es importante devolverle los nutrientes necesarios al suelo por ende a las plantas, cultivos.

Si el país trabajara en hábitos de concientización y manejo de residuos sólidos orgánicos llegaríamos a la conclusión que se reduciría la basura orgánica,

### **ABSTRAC**

*Eisenia foetida* Worm Production from organic waste at laboratory level shows a focus to take advantage of organic waste as a food source for California red worms so that they can be digested, since the fertilization or defecation of the worm plays an important role for the growth of the plants because through the activity of the worm shows a quality humus with efficient NPK levels.

It consists of an efficient artisan technique and without electric energy expenditure. That through the transformation and / or decomposition process we can produce humus, by reusing the recycling of organic solid waste.

This research was carried out on the collection of organic waste from 3 households with a total of 15 people. Reutilizing a total of between 9 to 14 kg weekly, during the 18 weeks of continuous collection and decomposition weekly. Reusing a total of 500 kg of R.O per year. Earthworms feed on decomposed organic waste so time and physical and chemical parameters are controlled by their food,

The worms were distributed 1 kg for each bed of earthworm so they were 3 beds of worm, achieving a production of humus from the organic waste.

Parameter measurements were taken during the decomposition of organic residues, since according to the climate, temperature, humidity of the substrate, and PH, it will be possible to

obtain a pre-composting in a shorter time, since due to the aforementioned factors we obtain PH from 6.5 to 8.7; a substrate humidity of 70% so it is acceptable for the worm *Eisenia foetida*

To give a benefit to so-called organic wastes is to avoid the accumulation of garbage in dumps, etc .; for them is of vital importance for society at a general level.

In conclusion, we make the most of organic waste to obtain a quality humus production and what is important to return the necessary nutrients to the soil, therefore, to plants, crops.

If the country worked on habits of awareness and management of organic solid waste, we would conclude that organic waste would be reduced,

## INTRODUCCIÓN

Se elaboró a condiciones ambientales de la ciudad de Lima - este de 200 a 600 msnm, en el distrito de san juan de Lurigancho asociación de Ricardo palma Campoy. Con una temperatura ambiental mínima y máxima de entre 17°C a 20°C respectivamente. Y una humedad relativa de 85%.

La elaboración de esta investigación muestra una alternativa eficaz para reducir la contaminación ambiental representada por un valor elevado de residuos orgánicos que muchas veces derivados hacia botaderos, rellenos sanitarios, exclusivamente por residuos orgánicos domiciliarios, y también a la problemática del agua.

En esta investigación se Muestra un énfasis para dar prioridad a las afecciones ocasionados por residuos orgánicos pueden ser bien dado como materia prima mostrando una alternativa de solución, a través de la cadena del reciclaje de residuos sólidos orgánicos.

Se trata de una técnica artesanal de aprovechamiento de residuos orgánicos, es muy eficaz y sin gasto de energía eléctrica, no genera ningún olor. Ya que a través de su proceso físico químico y microbiológico logramos obtener el equilibrio entre la humedad relativa y la del sustrato, luego naturalmente se generó una temperatura elevada (mayor a la temperatura de ambiente) el cual es beneficioso para eliminar virus, hongos, y bacterias patógenas, para luego ser transformada a compost que sirve como fuente de alimento para las lombrices "*Eisenia foetida*" del cual obtenemos humus de lombriz, lixiviado de humus de lombriz, el

cual es muy rico en Nitrógeno, potasio, es un buen fertilizante para las plantas para su correcto desarrollo y resistencia a plagas..

El aumento de población de las lombrices es regulable por su naturaleza, son anélidos hermafroditas el cual solo botan un cocón por lombriz cada semana, dentro del cual puede nacer de 2 a 22 lombrices, sus características al nacer son de color blanco cambiando de pigmentación de acuerdo a su crecimiento, son resistentes y muy voraces,

Para la verificación de la calidad del humus de lombrices se tomó una muestra de 1 kg del humus de lombriz *Eisenia foetida* para analizarlo en laboratorio los factores nutricionales.

Si reciclaríamos todo los residuos orgánicos de casa, entonces habría un buen manejo de estas y se observaría cero contaminaciones. Ya que también estaríamos ayudando a reforestar, a cultivar, y a mejorar la agricultura en nuestro país.

## **CAPITULO 1**

### **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA.**

El incremento de la población ha sido ascendente por lo cual notamos el incremento de residuos sólidos; muchos de estos residuos derivan a botaderos rellenos sanitario generando problemas de contaminación ambiental tanto en aire, agua, suelos.

La mala gestión de residuos sólidos por parte de municipalidades de vecinos ocasionan desván y/o desorden de basuras acumuladas en las vías públicas, por la acción de descomposición, este genera lixiviados perjudiciales y malos olores perjudiciales para la salud.

La falta de información sobre la valorización de los residuos sólidos; ya que estos sirven como beneficio hacia la transformación a biogás, producción de insumos químicos, producción de alimentos, producción de fertilizantes orgánicos, etc.

Carencia de alimentos de un gran sector de la población por los bajos rendimientos agrícolas hace que la gestión de residuos sólidos mediante el pre compostaje y crianza de lombrices para la producción de Fertilizantes orgánicos hace mejore la calidad de suelos.

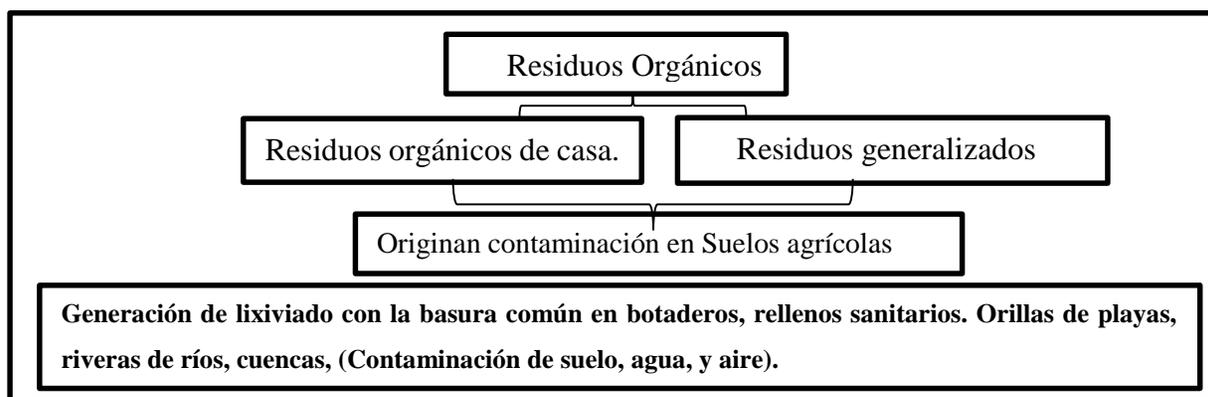
La excesiva agricultura en los pueblos hace que ellos acudan a la producción de humus para darle los nutrimentos necesarios a los suelos por lo tanto a sus cultivos.

La falta de Humus en los cultivos ocasiona diversos problemas en el crecimiento de las plantas, en el aumento de las plagas y el aumento de enfermedades en las plantas.

La deficiencia de medir los niveles C/N de los residuos orgánicos ocasiona un déficit en la producción de humus.

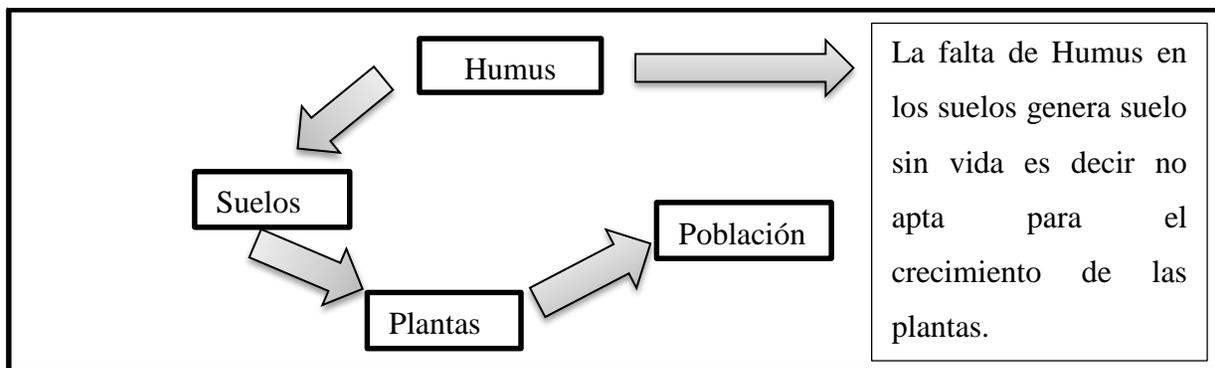
Muchos agricultores producen humus de lombriz fuera de los parámetros establecidos, por lo cual los precios son a menor precio y no son fiscalizados, ya que estos no pasaron por laboratorio.

**Figura 1 - Problemática de residuos orgánicos**



Fuente de elaboración propia

**Figura 2: La problemática de la falta de Humus en los suelos**



Fuente de elaboración propia.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.2.1. Problema General

¿En qué medida los residuos sólidos orgánicos domiciliarios y excretas de animales se relacionan con la producción de humus de lombriz "*Eisenia Foetida*" a nivel laboratorio San Juan de Lurigancho - 2017?

### 1.2.2. Problemas Específicos

Ps1. ¿Qué propiedades y/o características físicas y químicas deben tener los residuos sólidos orgánicos domésticos y excretas de animales?

PS2. ¿Qué tratamientos debe recibir los residuos sólidos orgánicos domiciliarios y excretas de animales para la generación de humus?

Ps3. ¿Cuál es la eficiencia del proceso?

### 1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.3.1. Objetivo General

Producir humus de lombriz "*Eisenia foetida*" a través de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios y excretas de animales.

#### 1.3.2. Objetivo Especifico

Obj esp1. Caracterizar las propiedades físicas y químicas de los residuos sólidos orgánicos domésticos y excretas de animales para ser utilizados como sustrato.

Obj esp2. Pre compostar los residuos sólidos orgánicos domiciliarios y excretas de animales como fuente alimenticia para la lombriz "*Eisenia foetida*".

Obj esp3. Encontrar la eficiencia del proceso.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN**

### **1.4.1. Justificación Teórica**

La presente investigación de producción de humus de lombriz se releva por su calidad y sus componentes nutricionales que sirve para orientar a devolverle a los suelos agrícolas una fuente de nutrientes que ayudan a acelerar la germinación, el desarrollo de las raíces, y el crecimiento de las plantas.

En base a las problemáticas generadas por los residuos sólidos orgánicos esta investigación busca resolver de alguna manera una forma eficiente de controlar la contaminación a través de los procesos desarrollados en pre compostaje y lombricultura, dando una alternativa de solución a municipios a través de la mejoraría del sistema de gestión en residuos sólidos orgánicos.

Este estudio busca Cambiar la perspectiva de que los residuos sólidos orgánicos llamados por la población desechos inservibles, se conviertan en materia prima para mejorar la producción en la agricultura.

Se realiza este estudio con la finalidad de buscar nuevas alternativas de tecnología limpia para resguardar los suelos y mejorar la producción.

En esta investigación se toma mucho en cuenta a las lombrices “Eisenia foetida” ya que son anélidos altamente resistentes frente a cambios bruscos de temperatura, por ello son utilizadas para proyectos de gran envergadura como en tratamientos de agua, y de Residuos sólidos orgánicos.

### 1.4.2. Justificación Metodológica

La metodología a emplear es de tipo experimental, y alude a un método científico ya que se requiere analizar las proporciones de residuos orgánicos, cantidad de lombrices y producción de lombriz.

La metodología a emplear es de tipo experimental, y alude a un método científico ya que se requiere analizar las influencias entre posibles variables como en las proporciones de residuos orgánicos, cantidad de lombrices y producción de lombriz.

En este estudio de investigación mediante el proceso de transformación a humus de lombriz “**Eisenia foetida**” este contiene sustancias Fito reguladoras que aumenta la capacidad inmunológica de las plantas por lo que ayuda a controlar las plagas, y les da resistencia para combatir las enfermedades.

Los procesos que se realizan son el Pre compostado de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios y excretas de vacas y aves; por lo cual durante su periodo se evalúan o miden los parámetros físicos y químicos.

Se evalúan la relación de lechos de lombriz, la cantidad de residuos sólidos orgánicos, y la producción de humus de lombriz “Eisenia foetida”.

Es evaluada los parámetros físicos, químicos y minerales benéficos del humus de lombriz para la obtención de la verificación de la calidad del Humus.

Se derivan también a factores bacteriológicos, microbiológicos que existe dentro de un pre compostaje de materia orgánica por los cuales deben ser controladas.

Para que esta investigación no genere un impacto negativo se tomó en cuenta las medidas de bioseguridad, y un adecuado control del proceso tanto en los parámetros.

Es considerada científica por muchos factores adscritos que se presentaron en este estudio de investigación.

### 1.4.3. Justificación Práctica.

Esta investigación se realizó debido a la necesidad de aprovechar los residuos orgánicos como fuente alimenticia para las lombrices “*Eisenia foetida*” ya que estas producirán humus de calidad.

La deficiencia de suelos fértiles requiere de los componentes del humus para aumentar su función nutricional. Y a través de este proyecto de investigación demostramos que el humus producido es de calidad.

La técnica es artesanal y de bajo costo. Ya que la compra de máquinas requiere de un valor elevadísimo y en nuestro país se aplica muy poco de estas máquinas.

La producción de humus de lombriz presenta resultados óptimos para cualquier tipo de cultivo.

En este proyecto utilizamos las lombrices “*Eisenia foetida*” debido a su gran resistencia y a su voracidad, Pues las lombrices comunes no presentan tales características.

El proceso de pre compostaje da lugar a la alimentación de las lombrices para ello se requirió equilibrar los parámetros medidos durante los días de campo.

El proceso de todo el proyecto es sencillo, y cualquier persona emprendedora puede obtener beneficios económicos, salvaguardando la naturaleza.

## 1.5. IMPORTANCIA.

El estudio de producción de humus de lombriz "*Eisenia foetida*" es muy importante ya que presenta una alternativa en la minimización de los riesgos ocasionados por el mal manejo del Municipio acerca de los residuos sólidos orgánicos.

Es importante porque ayuda a promover el reciclaje de residuos sólidos orgánicos como materia prima para la producción de humus; es favorable tanto económicamente como en la contribución con el ambiente.

Es importante ya que es un método artesanal; es decir sin ningún gasto de energía eléctrica, es sencillo, y eficaz.

Es importante porque con esta investigación muestra una ayuda hacia el mejoramiento de los suelos agrícolas; por lo tanto aumentaría la producción de alimentos frescos y sin agroquímicos.

Es importante para la sociedad capacitarse con respecto a este tema de investigación ya que evitaríamos contaminar el suelo, agua y aire.

Es importante mantener una cultura ambiental y mostrárselas a los colegios para aumentar el grado de educación ambiental.

## 1.6. LIMITACIONES

Este trabajo contiene ciertas limitaciones como:

- ✓ El costo de muestreo y el análisis en laboratorios ya que tiene un costo un poco alto.
- ✓ El espacio durante la realización de este proyecto de investigación es muy reducido y es elaborado en el tercer piso de un domicilio de aproximado 3 x 4 Mt. Por lo cual no fue posible tratar todos los residuos sólidos orgánicos a gran escala. Por ende solo se elige como muestra a 3 domicilios como máximo.
- ✓ El factor clima frio y la velocidad del viento afectan notablemente al proyecto ya que origina baja temperatura por lo cual la aceleración de biodegradación en los meses de mayo y junio es lenta pues la temperatura máxima de biodegradación esta por 32.5°C siendo una temperatura de ambiente de 17 °C por épocas de invierno.

## **CAPÍTULO II**

### **2. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. Marco referencial**

##### **2.1.1. Antecedentes de la investigación.**

Sonia Fernanda Cajas Sánchez. Efecto de la utilización de aserrín en combinación con estiércol de bobino como sustrato en la producción de humus de lombriz *Eisenia foetida* (lombriz roja californiana)- Tesis de Grado. En sus resultados Menciona en su tesis al incremento de la población de la lombriz de acuerdo a la mezcla con aserrín y estiércol; aserrín y Residuos domiciliarios, y a la fermentación del aserrín. Por lo cual utilizo el concepto para la comparación de resultados en mi presente tesis, ya que al precompostar utilizo aserrín en una de las capas, es por ello que me enfoco directamente con los resultados de esta tesis.

Rogelio Nogales Vargas Machuca. Vermicompostado en el reciclado de los residuos agroindustriales. Es un artículo científico que detalla la vermicultura con lombrices para lo cual detalla los procesos y los parámetros de un vermicompostaje. El cual es un proceso

limpio ya que utilizan adecuadamente la producción de lombrices según sus parámetros. El cual me enfoco a este tema por que debo cuantificar los parámetros según lo mencionado en este artículo y al artículo de la UNESCO que se refiere al vermicompostaje..

Eduardo Alfonso Taype paredes, Diseño de un sistema de compostaje lombricultura de residuos agropecuarios para la agricultura ecológica sostenible en el año 2008. Tesis de pregrado de la Universidad al peruanas.; Realizo una planta para tratar residuos agropecuarios con lombrices el cual hago referencia a algunos procesos del diseño en esta investigación.

Xavier Tenecela Yuqui - JL, Barbado; Producción de Humus de lombriz mediante al aprovechamiento de residuos orgánicos; Universidad de Cuenca - Ecuador. Realiza un estudio enfocado de las cuales obtengo tablas de parámetros con las cuales realizo comparaciones de resultados en el procedimiento de la presente tesis.

Juan pablo Chicaiza Tejada. Producción de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y lombrihumus con estiércol de vaca cabra, cerdo y caballo. En el año 2007, realizo un estudio de comparaciones de porcentajes de incrementos de población de lombrices en las distintas cajas y fosas cada una con 29kg de estiércol fresco de vaca, de cerdo, y de caballo. Suministrando 500 lombrices por cada uno.

Con esta tesis pude verificar la varianza de población según el tipo de residuos orgánicos. Como el estiércol de vaca y ave, Pues debido a la tesis que realizo con el estiércol de la vaca, y el estiércol de ave, demuestra que mi tesis es eficaz en cuanto a producción de humus y producción de lombriz.

Rodrigo Andrés Astudillo Crisóstomo; Estudio de Pre factibilidad económica de una planta de lombriz en el año 2012- Tesis de grado de la Universidad de Chile. Muestra un diseño y análisis del incremento de la población de la lombriz y producción de la lombriz, el cual a lude a proyectar una pre factibilidad.

En concordancia a esta presente tesis detallo algunas tablas que realizo el autor, ya que de acuerdo a la presente tesis alude netamente a la producción de humus en base a la cantidad de residuos sólidos orgánicos y a la eficiencia de la lombriz.

Cristian Sánchez Reyes; Autor del manual abonos orgánicos y lombricultura en el año 2011, detalla conceptos de abonos, bio abonos y lombricultura, el cual utilizo de referencia sus cuadros de lombricultura, y conceptos teóricos en base a Precompostaje según los abonos que menciona en dicho manual.

Según los autores Pilar, Román, María M Martínez y Alberto Pantoja, Autores del Manual de compostaje del agricultor En la ciudad de Santiago de Chile en el año 2013 menciona conceptos generalizados con respecto al compostaje; Para esta presente tesis es de vital importancia tener en cuenta sus conceptos en el Marco conceptual del presente. Ya que enfocare algunos de sus términos en los procedimientos del presente trabajo de investigación.

El autor Vidal Masías; realizo un estudio de sistema de tratamiento de compostaje de residuos hidrobiológicos en el año 2015 de la Universidad Alas peruanas, dentro del cual menciona los tipos de pilas de compostaje ya que muestra una información clave para mi trabajo de investigación enfocándome al sistema y/o método que aplican, ya que en la presente tesis puedo detallar las comparaciones en los procesos de compost, pre compos, vermicompost. Solo me enfoco en los métodos de las pilas, mas no en el sistema general.

El autor **Eduardo Díaz**, en su manual de lombricultura una alternativa de producción en la ciudad de Rioja en el año 2002 en la página 2 menciona lo siguientes parámetros que son comparados a los resultados de la presente tesis

### 2.1.2. Referencias Históricas.

Teruo Higa, Ph. D., profesor de horticultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón. Desarrollo la tecnología EM, es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces), EM es una combinación de varios microorganismos benéficos. (Aprolab, 2007)

Charles Darwin escribió La formación del manto vegetal por la acción de las lombrices: con la observación sobre sus hábitos / Charles Darwin; Introducción Evaristo Álvarez Muñoz; Traducción de Jesús Coll Mármol, Dando a conocer en su libro la formación de la tierra vegetal por la acción de las lombrices, y que en su parte conclusiva dice: las lombrices han tenido, en la historia del mundo, un aporte mucho más importante de lo que muchos puedan imaginar. A pesar de que la naturaleza. fue muy mezquina al proveerlas de sentidos, porque aunque pueden distinguir entre la luz y la oscuridad, son absolutamente ciegas, son enteramente sordas y tienen muy poco olfato, solamente el tacto está bien desarrollado.

Aristoteles las llamo a las lombrices: Intestinos de la tierra.

El rol de las lombrices en el mejoramiento de las tierras de cultivo era bien conocido en el antiguo Egipto, una gran parte de la fertilidad del valle del Nilo dependía de estos animales. Por eso los faraones tenían previstos castigos muy severos a los que los dañaban.

Los romanos también supieron apreciar a las lombrices aunque recién en el ciclo XIX se explicó científicamente cuál era su verdadera función en el ecosistema. (Reyes, 2011)

Un primer concepto es el de la aptitud del suelo o de la tierra para la producción de cultivos, que dio origen a numerosas clasificaciones de uso. Y a los primeros campesinos romanos conocían las tierras destinadas para el trigo, las tierras para

pasto, etc., los griegos y los romanos de la antigüedad desarrollaron y profundizaron tales clasificaciones.

Estos conceptos se desarrollaron por prueba y error a lo largo de numerosas estaciones de cultivo y aun en la actualidad pueden ser el resultado de relacionar empíricamente los éxitos y fracasos en el cultivo. Como tales estos conceptos no dependen del conocimiento de las propiedades intrínsecas de los suelos.

El segundo concepto de importancia se relaciona con el laboreo del suelo. Cualquiera sea la fuente de energía – humana, animal, o mecánica – hay un conocimiento correlativo del consumo de energía necesario para la preparación de la tierra.

Como consecuencia, se hace mención a suelos pesados, suelos livianos, suelos pegajosos, suelos duros y decenas de otros términos locales para distinguir entre diferentes tierras de cultivo. (Reyes, 2011)

## 2.2. Marco Legal

### 2.2.1. Ley 27314 Ley general de residuos sólidos.

#### **Nota importante**

**Se tomaron en cuenta estas leyes porque en el Perú Aun no existen normativas que vayan directamente con El Humus, por ende se tomó referencia a la ley 27314, y su reglamento, pues en sus normas enfocan a leyes de residuos sólidos en un nivel generalizado, con respecto a residuos sólidos urbanos, Municipios, EPS RS. Rellenos sanitarios, Sanidad, residuos de limpieza pública.**

#### **Ley 27314 Ley general de residuos sólidos.**

Artículo 4: En este artículo de la ley ya mencionada alude a alcanzar el cumplimiento con el desarrollo de acciones de educaciones y capacitación para una gestión de residuos, solidos, eficiente, eficaz y sostenible,

Según el punto de vista de la presente (autor de la presente tesis) esta ley es una deficiencia por parte de los municipios ya que no se cumple a un nivel nacional.

En el numeral 2 del artículo 4 menciona adoptar medidas de minimización de residuos sólidos a través de la máxima reducción de sus volúmenes de generación y característica de su peligrosidad.

A nivel nacional esta medida se aplica en sectores específicos de Lima, pero aun es deficiente en provincias, y en una parte de lima, ya que la mayoría de la población desconoce del tema de reaprovechamiento de Residuos sólidos orgánicos. Pues la multitud de basura en botaderos ilegales aun es frecuente y es preocupante porque su volumen no reduce es decir que impacta al ambiente negativamente.

En el numeral 5 del artículo 5 menciona: Desarrollar y usar tecnologías, métodos, prácticas, y procesos de producción y comercialización que favorezcan la minimización y reaprovechamiento de los residuos sólidos sólidos y su manejo adecuado.

En este numeral la autora de la presente tesis, y con esta investigación relevante a la minimización de residuos sólidos es realmente eficaz y sin gasto de energía eléctrica que contribuye con el ambiente en su totalidad ya que reduce notablemente la basura. Para ser convertida en materia orgánica favoreciendo a la gestión de residuos orgánicos y al buen manejo de fertilizantes orgánicos en la agricultura.

**En los numerales 6, 7, 8, y 9 del artículo 4 de la ley 27314.**

Fomentar el reaprovechamiento de los residuos mediante tratamientos; promover el manejo selectivo de los R.S.; Establecer acciones a recuperar áreas degradadas; promover la iniciativa y participación activa de la población.

En su conjunto estos numerales alude a una mejoría del manejo de residuos sólidos, y con esta presente investigación aportaría notablemente con la minimización, de R.S.O, y contribuirá con la participación de la población concientizando a manejando los temas de educación ambiental, y de tal manera ayudaríamos con la recuperación de bosques y suelos degradados mediante al uso de humus de lombriz.

**Artículo 13: Disposición general de los Residuos sólidos:**

El manejo de residuos sólidos realizados por toda persona natural o jurídica deberá ser sanitaria y ambientalmente adecuado, con sujeción a los principios de prevención del impacto negativo y protección de la salud, así como los lineamientos políticos establecidos en el artículo 4.

Es importante recalcar este reglamento en esta presente tesis; Ya que si bien es cierto es una tecnología limpia, siempre y cuando tomemos todas las medidas para evitar el riesgo a la salud pues estos residuos sólidos orgánicos contienen bacterias por lo cual se deben tener en cuenta los implementos de seguridad. Para evitar el impacto negativo hacia el ambiente y hacia la persona.

Por lo otro lado con esta presente tesis minimizaríamos el impacto negativo notablemente a la sociedad, si este proceso o tratamiento se aplicaría en todos los municipios.

### **Artículo 21: Guía de manejo:**

Las autoridades señaladas en la presente ley promoverán, a través de guías, la adopción de los sistemas de manejo de residuos sólidos que mejor respondan a las características técnicas de cada tipo de residuo, a la localidad geográficas en las que sean generados, la salud pública, la seguridad del medio ambiente, la factibilidad técnica económica, y que conduzcan al establecimiento de un sistema de manejo integral de residuos sólidos.

Tomo este artículo como referencia ya que se refiere a promover a través de guías, para mejorar el sistema de manejo, esta presente tesis es una guía que ayudara a los municipios a enfocar el adecuado proceso de tratamiento de residuos sólidos orgánicos.

(Se recalca lo siguiente: Utilizo esta ley, ya que los residuos recolectados a biodegradar son desechos orgánicos domiciliarios reciclados, sistema generalizado dentro de la ley 27314.

### **2.2.2. RM N°702-2008 MINSA N° 73-2008-MINSA/DIGESA-V01**

R.M. N° 702-2008/MINSA, NTS N°73-2008-MINSA/DIGESA-V.01 Norma técnica de salud que guía el manejo selectivo de residuos sólidos por segregadores. Se toma en cuenta este reglamento ya que al manejar los residuos sólidos orgánicos requiere del trabajo de personal quienes se encargan de seleccionar los R.S.O. pues como ya mencionamos en leyes anteriores este tipo de manejo requiere de suma cuidadosa pues los trabajadores que seleccionan están expuestos a ciertas enfermedades que pueden transmitirse por medio del proceso o tratamiento, para ello es de vital importancia tener en cuenta los implementos de seguridad en este ámbito de trabajo.

La Resolución Ministerial del ministerio de salud N° 702. Aprueba la norma técnica de salud N°73-2008-MINSA/DIGESA-V0.1 que guía el manejo selectivo de residuos sólidos por segregadores. La cual determina los estándares operacionales (aspectos de salud ocupacional y manipulación) que los segregadores deben aplicar para la ejecución de la actividad del reciclaje, sin perjuicio de su salud ni de la salud pública.

Se aplica esta ley dentro de la presente tesis ya que los que realizamos este proyecto estamos expuestos a enfermedades patológicas, por lo cual se requieren requisitos como las 3 dosis de vacunas contra el tétano, y uso de implementos de seguridad.

### **2.2.3. Ley N° 28245 Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.**

La presente ley tiene por objeto asegurar el más eficaz cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas; fortalecer los mecanismos de transectorialidad en la gestión ambiental, el rol que le corresponde al Consejo de Nacional del Ambiente, CONAM, y a las entidades sectoriales, regionales y locales en el ejercicio de sus atribuciones ambientales a fin de garantizar que cumplan con

sus funciones y de asegurar que se evite en el ejercicio de ellas superposiciones, omisiones, duplicidad, vacíos o conflictos. Ley N° 27314 ley general de residuos sólidos.

#### **2.2.4. Decreto legislativo N° 613 del 07/09/90.**

Una de las alternativas de mejoramiento en procesos y tratamiento es este proyecto planteado en forma de tesis, donde esta ley señala que los gobiernos locales son los llamados a controlar el manejo de los residuos sólidos. Pues si aplicamos este proyecto en todas las municipalidades se cumpliría con esta ley mediante el plan de manejo de residuos sólidos orgánicos ya que esta tesis puede contribuir con el tratamiento de los R.S.O.

Por ende el Código del medio ambiente y de los recursos naturales donde se señala, entre otros, que los gobiernos locales son los llamados a controlar el manejo de los residuos sólidos domésticos en todas sus etapas; recolección, transporte, y disposición final. Establece a si mismo que la disposición final de los residuos sólidos domésticos se realizara únicamente en los lugares que determinen los gobiernos locales.

#### **2.2.5. Política nacional del ambiente. Eje 1 N°8 Cuencas, agua y suelo, en su Lineamiento F.**

Tome como referencia al eje de la política ambiental ya que incurre en el mejoramiento en las acciones a tomar con respecto a darle vida a los suelos degradados. Pues con el resultado de la calidad del humus que se presenta en esta tesis podemos mejorar los suelos desérticos, y podemos contribuir con el mejoramiento en zonas agrícolas ya que muchos son contaminados con agroquímicos.

Pues en esta PNA Menciona que se debe impulsar acciones para prevenir los procesos de desertificación, degradación y pérdida de suelos mitigando sus efectos y/o recuperándolos.

### 2.3. Marco conceptual

#### **Humus:**

Según la Real academia; Humus es el conjunto de los compuestos orgánicos, presentes en la capa superficial del suelo. Procedente de la descomposición de animales y vegetales.

Según otras fuentes confiables; Es la sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos por organismos y microorganismos descomponedores como (hongos y bacterias). Se caracteriza por su color negrozco debido a la gran cantidad de carbono que contienen.

#### **Lombriz:**

Según el diccionario de la real academia española, y según El autor Cristian, Sánchez Reyes en su manual de abonos orgánicos y lombricultura en el año 2011. Alude al siguiente concepto de lombriz

es un gusano de la clase de los anélidos de color blanco o rojizo de cuerpo blando, y cilíndrico aguzado de la boca, redondeada en el opuesto, redondeada en el opuesto, de unos 30 cm de largo y seis a siete milímetros de diámetro, y compuesto de más de 100 anillos.

#### **Eisenia foetida**

Según el autor Cristian, Sánchez Reyes en su manual de abonos orgánicos y lombricultura en el año 2011. Alude al siguiente concepto de lombriz

La lombriz roja (*Eisenia foetida*) es una especie de lombriz de tierra, perteneciente a la familia lumbricidae, del orden de los aptotaxidos perteneciente a su vez a los oligoquetos.

Es hermafrodita incompleta (tiene ambos sexos pero para reproducirse a de aparearse) está dotada de 5 corazones y 6 pares de riñones. (Reyes, 2011)

#### **Anélidos**

Según el autor Cristian, Sánchez Reyes en su manual de abonos orgánicos y lombricultura en el año 2011. Alude al siguiente concepto de anélidos.

(Annelida del latín *annellum* y del griego “ides”, miembro de un grupo) son un gran filo de animales invertebrados protostomos de aspecto vermiforme. Y cuerpo segmentado en anillos.

El cuerpo de los anélidos está compuesto por numerosos metámeros o anillos similares entre sí. La anatomía interna de los anélidos refleja también la externa, con repetición de diversos órganos en cada metámero. (Reyes, 2011)

### **Abono orgánico**

Según el autor Cristian, Sánchez Reyes en su manual de abonos orgánicos y lombricultura en el año 2011. Alude al siguiente concepto de anélidos. Es el término usado para la mezcla de materiales que se obtienen de la degradación y mineralización de residuos orgánicos de origen animal (estiércoles, vegetal (restos de cosechas) e industrial (lodos de depuradoras) que se aplican a los suelos con el propósito de mejorar las características químicas físicas y biológicas ya que aporta nutrientes, modifica la estructura, activa e incrementa la actividad microbiana de la tierra. (Reyes, 2011)

### **Descomposición**

Según el diccionario de la Real academia; El término de descomposición se refiere a la reducción del cuerpo de una materia orgánica

A formas más simples.

- Descomposición abiótica: Degradación de una sustancia por proceso físico químico.
- Descomposición biótica: La ruptura metabólica de materiales en componentes por organismos vivos.

**Según los autores Pilar, Román, María M Martínez y Alberto Pantoja, Autores del Manual de compostaje del agricultor En la ciudad de Santiago de Chile en el año 2013 menciona los siguientes conceptos: de Organismos Aeróbicos, Estiércol, Humificación, Lavado o lixiviado, macro organismos y microorganismos, microorganismos mesófilos, Nitratos, Nitrógeno, Orgánico, Patógeno, Reciclado de nutrientes, Relación C/N. por lo cual menciono los conceptos siguientes:**

**Organismos aeróbicos**

Según los autores Pilar, Román, María M Martínez y Alberto Pantoja, Autores del Manual de compostaje del agricultor En la ciudad de Santiago de Chile en el año 2013 menciona los siguientes conceptos:

Son organismos que pueden desarrollarse en presencia de oxígeno atmosférico. (Roman, Martínez, & Pantoja., 2013)

**Estiércol:**

Según los autores Pilar, Román, María M Martínez y Alberto Pantoja, Autores del Manual de compostaje del agricultor En la ciudad de Santiago de Chile en el año 2013 menciona que es un material orgánico para fertilizar la tierra compuesta generalmente por una Mezcla de orina y heces de animales ya que es un material orgánico descompuesto y se emplea para fertilizar los suelos, compuesto generalmente por heces y orinas de animales, puede presentarse con mezcla de pajas, heno, avenas, vegetales. Y también es un abono natural rico en nitrógeno. (Roman, Martínez, & Pantoja., 2013)

**Humificación**

Según los autores Pilar, Román, María M Martínez y Alberto Pantoja, Autores del Manual de compostaje del agricultor En la ciudad de Santiago de Chile en el año 2013 menciona que es la transformación química y biológica de materia orgánica en humus. Es el proceso de formación de ácidos húmicos y fúlvicos a partir de la materia orgánica mineralizada. (Roman, Martínez, & Pantoja., 2013)

**Lavado o lixiviado de nitratos**

Según los autores Pilar, Román, María M Martínez y Alberto Pantoja, Autores del Manual de compostaje del agricultor En la ciudad de Santiago de Chile en el año 2013 menciona los siguientes conceptos:

Cuando el agua entra en contacto con fertilizantes nitrogenados o con estiércol puede disolver nitratos y otros componentes solubles del estiércol. Y transportarlos disueltos.

**Macro organismo**

Según los autores Pilar, Román, María M Martínez y Alberto Pantoja, Autores del Manual de compostaje del agricultor En la ciudad de Santiago de Chile en el año 2013 menciona los siguientes conceptos:

Son llamados a los organismos que a simple vista son observados (arañas, lombrices, hormigas, escarabajos, etc) son llamados también mesofauna. (Roman, Martinez, & Pantoja., 2013)

**Microorganismos**

Según los autores Pilar, Román, María M Martínez y Alberto Pantoja, Autores del Manual de compostaje del agricultor En la ciudad de Santiago de Chile en el año 2013 menciona los siguientes conceptos:

Es un ser vivo o sistema biológico que solo puede visualizarse con el microscopio, son organismos dotados de individualidad que presentan, a diferencia de las plantas y los animales una organización biológica elemental. (Roman, Martinez, & Pantoja., 2013)

**Microorganismos mesofilos**

Según los autores Pilar, Román, María M Martínez y Alberto Pantoja, Autores del Manual de compostaje del agricultor En la ciudad de Santiago de Chile en el año 2013,

Es un ser vivo que se originan y viven a una temperatura mayor a 40 °C. (Roman, Martinez, & Pantoja., 2013)

**Mineralización**

Según los autores Pilar, Román, María M Martínez y Alberto Pantoja, Autores del Manual de compostaje del agricultor En la ciudad de Santiago de Chile en el año 2013. Menciona que es la transformación de la materia orgánica mediante la acción de microorganismo y la liberación de formas inorgánicas esenciales para el desarrollo de las plantas. (Roman, Martinez, & Pantoja., 2013)

### **Nitrato**

Según los autores Pilar, Román, María M Martínez y Alberto Pantoja, Autores del Manual de compostaje del agricultor En la ciudad de Santiago de Chile en el año 2013 menciona los siguientes conceptos: (Roman, Martinez, & Pantoja., 2013) Menciona que Es una forma inorgánica del nitrógeno. Se encuentra oxidado y es soluble en la solución del suelo. Se pierde con más facilidad por lixiviación. (Roman, Martinez, & Pantoja., 2013)

### **Nitrógeno**

Según los autores Pilar, Román, María M Martínez y Alberto Pantoja, Autores del Manual de compostaje del agricultor En la ciudad de Santiago de Chile en el año 2013 menciona los siguientes conceptos:

Es un elemento indispensable para las plantas que puede estar en forma orgánica. (Proteínas y compuestos orgánicos, o inorgánico (nitrato o amonio). (Roman, Martinez, & Pantoja., 2013)

### **Orgánico**

Según los autores Pilar, Román, María M Martínez y Alberto Pantoja, Autores del Manual de compostaje del agricultor En la ciudad de Santiago de Chile en el año 2013 menciona los siguientes que lo orgánico. Es una sustancia que contiene carbono e hidrogeno y habitualmente Compuestos con contenido de C, N, O, H, Ca, K, etc. Esos pueden encontrarse de forma natural o sintetizarse en laboratorios, (Roman, Martinez, & Pantoja., 2013)

### **Patógeno:**

Según los autores Pilar, Román, María M Martínez y Alberto Pantoja, Autores del Manual de compostaje del agricultor En la ciudad de Santiago de Chile en el año 2013; Son microorganismos capaces de producir enfermedad puede ser fitopatógeno cuando la enfermedad se produce en plantas O patógenos como las bacterias dañinos para la salud que se originan en el proceso de degradación dentro del compost y el bofemente. Es importante manejar el tema bioseguridad. (Roman, Martinez, & Pantoja., 2013)

**Reciclado de nutrientes:**

Según los autores Pilar, Román, María M Martínez y Alberto Pantoja, Autores del Manual de compostaje del agricultor En la ciudad de Santiago de Chile en el año 2013, Es el ciclo en el que los nutrientes orgánicos e inorgánicos se transforman y se mueven en el suelo por los organismos vivos, la atmósfera y el agua. En la agricultura se refiere en retorno al suelo de los nutrientes absorbidos del mismo por las plantas. El reciclaje de nutrientes puede originarse por medio de la caída de hojas, La exudación (Secreción) de las raíces, el reciclaje de residuos y la incorporación de abonos verdes. (Roman, Martínez, & Pantoja., 2013)

**Relación C:N**

Según los autores Pilar, Román, María M Martínez y Alberto Pantoja, Autores del Manual de compostaje del agricultor En la ciudad de Santiago de Chile en el año 2013 ; es la cantidad del carbono con respecto a la cantidad del nitrógeno que tiene un material pues en este caso la Relación de carbono y nitrógenos lo utilizo para la variación de C/N de los residuos orgánicos con respecto al humus de lombriz. (Roman, Martínez, & Pantoja., 2013)

## 2.4. Marco teórico

### 2.4.1. Humus de lombriz:

Según el autor: Cristian Sánchez Reyes En su manual de abonos orgánicos y lombricultura realizado en el año 2011 en la ciudad de Lima. Detalla lo siguiente con respecto al humus de Lombriz.

Se denomina humus de lombriz a los excrementos de las lombrices dedicadas especialmente a transformar residuos orgánicos y también a los que producen las lombrices las lombrices de tierra como sus desechos de digestión.

El humus es el abono orgánico con mayor contenido de bacterias, tiene 2 billones de bacterias por gramo de humus; por esta razón su uso es efectivo en el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo.

El humus debe aplicarse en una cantidad mínima de 3tn por año, su uso se justifica principalmente para la fertilización integral (orgánica mineral en cultivos de alta rentabilidad, particularmente en hortalizas. La forma de aplicación más conveniente es localizar el humus en golpes entre las plantas o en bandas. (Reyes, 2011)

### 2.4.2. Lombriz Roja californiana.

Según el autor **Astudillo Crisóstomo Rodrigo Andrés**, en el estudio de pre factibilidad económica de una planta de lombriz en el año 2012 en su tesis de grado de la universidad de chile.

Detalla brevemente un conjunto de características de la lombriz roja californiana o *Eisenia Foetida* que es la que por lejos y con distancia se usa preferentemente en la lombricultura. En estricto rigor, es la máquina productiva del proceso que se está evaluando, ya que transforma residuos vegetales en un fertilizante de calidad.

Este nematodo puede criarse en cualquier lugar del planeta que posee una temperatura que no supere los 40°C. La temperatura mínima en la que pueden

sobrevivir es 0°C y los climas templados, o alrededor de 20°C es la temperatura óptima para su reproducción.

Las lombrices que viven en una temperatura entre 14°C a 27°C alcanzan la máxima capacidad de reproducción. Durante los meses más cálidos y los más fríos se reproducen a una velocidad más lenta de lo normal. Cuando la temperatura es inferior a 7°C, las lombrices no se reproducen, pero siguen produciendo insumos, aunque en menor cantidad.

Las lombrices adultas pesan entre 0.24 gramos y 1.4 gramos. Consumen una ración diaria que tiende a su propio peso, de la cual un 55% se traduce en insumos. Avanzan excavando en el terreno a medida que comen, depositando sus deyecciones y convirtiendo este terreno en uno mucho más fértil que el que pueda lograrse con los mejores fertilizantes químicos. Los excrementos de la lombriz contienen 5 veces más nitrógeno, 7 veces más fósforo, 5 veces más potasio, y 2 veces más calcio que el material orgánico que ingirieron.

(CRISÓSTOMO, 2012)

### **2.4.3. Característica de la lombriz roja californiana**

Según la web revisada [www.vermiorganicos.net](http://www.vermiorganicos.net). Menciona las características siguientes:

- ✓ Su color es rojo oscuro
- ✓ Respira por medio de su piel
- ✓ Medidas: 6 y 8 centímetros de largo, 3 y 5 milímetros de diámetro
- ✓ En promedio comen 1 gramo por día y llega a pesar hasta 1.4 gramos
- ✓ No soporta la luz solar, una lombriz expuesta a los rayos del sol muere en unos pocos minutos
- ✓ Vive aproximadamente unos 5 años y puede llegar a 16
- ✓ Puede llegar a producir, bajo ciertas condiciones, hasta 1,300 lombrices al año
- ✓ Las lombrices son hermafroditas, y por lo tanto todos los individuos dan crías
- ✓ Se reproducen una vez por semana y alcanzan la madurez reproductora a los 3 meses de edad
- ✓ Dos mil lombrices producen 1 kilogramo de humus por día

(Vermicompost) Revisada en el año 2017.

#### **2.4.4. Características de las “Eisenia foetida”**

Según la web:<http://agro.unc.edu.ar/~biblio/Manual%20de%20Lombricultura.pdf> por el autor: Pedro Mejía Araya Manual en su manual de lombricultura Agroflor - Facultad de ciencias agropecuarias UNC. Revisado en el año 2017. detalla las siguientes características de las lombrices Eisenia foetida.:

En general, la lombriz está clasificada en el Reino Animal como anélido terrestre, de la Clase de los Oligoquetos, siendo su hábitat el ambiente húmedo, no aceptando la luz, Este anélido es hermafrodita insuficiente, siendo bisexual que necesita aparearse para reproducirse, dotado de 5 corazones y 6 riñones.

La Eisenia Foética es una lombriz extraordinariamente prolifera, muy vivaz, trabajadora, resistente al estrés, tal vez como ninguna otra, y que se ha logrado hacer trabajar en densidades de 50.000 a 60.000 lombrices por metro cuadrado, cifra que ninguna lombriz salvaje está en condiciones de resistir.

Vive en cautiverio sin moverse de su lecho, madura sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida, depositando cada 1 a 10 días una capsula con un contenido promedio de 10 huevos, pudiendo llegar a 20 los que después de 14 a 21 días de incubación eclosionan, originando lombrices en condiciones de moverse y nutrirse de inmediato. (Araya)

#### **2.4.5. Ciclo de vida de la lombriz**

Xavier Tenecela Yuqui y JL Barbadu en su tesis de producción de humus de lombriz a partir de residuos orgánicos en el año 2012, en la universidad de cuenca – Ecuador, por lo cual detalla el ciclo de la lombriz.

Al nacer las lombrices son blandas, transcurridos 5 a 6 días se ponen rosadas y a los 120 días ya se parecen a las adultas siendo de color rojizo y estando en condiciones de aparearse.

Las lombrices son animales invertebrados del tipo anélido, ósea gusanos segmentados, son hermafroditas muy prolíficas, pero no se autofecundan, por cuanto es necesario la copula, la cual ocurre cada 7 a 10 días luego cada individuo depositan sus huevos protegidos en una capsula llamada cocón cada 10 días (huevo en forma de pera de color amarillento verde), de unos 2mm la copula produce 2 cocones de la cual emergen de hasta 9 lombrices como máximo (promedio de 2-4 lombricitas por cocón).

Después de un periodo de incubación de 14 a 23 días. El transito pre madurez – Madurez ocurre cuando tiene un peso de 0,240 gramos (2, 5,3 cm), estas nuevas lombrices alcanzan su madurez a los 2 meses de edad y se reproducirán cada 7 días durante toda su vida.

La longevidad se estima entre 15 a 16 años.

(Xavier Tenecela Yuqui - JL, 2012)

#### **2.4.6. Parámetros Técnicos en lombricultivo**

Pedro Mejía Araya, Autor del manual agroflor lombricultura menciona los siguientes parámetros.

- ✓ Manejo del alimento (desechos orgánicos): en forma natural con aire y agua y en consecuencia, sin olores ni moscas.
- ✓ pH. Del alimento entre 6 y 8,5.
- ✓ Humedad óptima 75%
- ✓ Temperatura ideal en el interior del lecho entre 15 y 25 o C
- ✓ Peso promedio de una lombriz adulta: 1 gr.
- ✓ Ninguna enfermedad.
- ✓ Riego con agua de acequia, de pozo o potable sin cloro.

Producción anual por m<sup>2</sup>: 200Kg de humus de lombriz al 45% de humedad y 160.000 lombrices. (Araya)

### 2.4.7. Producción de lombricompuesto.

Según el autor Xavier Tenecela Yuqui en su estudio de producción de humus de lombriz a través de residuos sólidos orgánicos; tesis de grado presenta el siguiente cuadro de producción de humus de lombriz y/o lombricompuestos.

**Tabla 1 - Producción de Lombricompuesto**

<i>0 Mes</i>	<b>3 meses</b>	<b>6 meses</b>	<b>9 mes</b>	<b>A los 12 meses</b>
<i>Poblacion inicial de lombriz.</i>	1 Generación	2Generacion	3 Generación	4ta Generación
<i>1000</i>	10 000	100 000	1 000.000	10 000 000
<i>Lombriz 1 kg</i>	10	100	1000	10 000
<i>Alimento 1kg/día</i>	10	100	1000	10 000
<i>Lombricompuesto 0,6kg por día</i>	6	60	600	6000
<i>Proteína 0,04 kg por día.</i>	0,4	4	40	400

(Xavier Tenecela Yuqui - JL, 2012)

### 2.4.8. Cuidados ambientales y riesgos asociados

**El autor: Crisostomo, Rodrigo Andrés Astudillo;** en su estudio de pre factibilidad económica de una planta de lombriz 2012, en su tesis de grado de la universidad de Chile. Hace mención a los cuidados y riesgos asociados. Por lo cual hago mención a los siguientes

Entre los cuidados ambientales críticos están el evitar que haya líquidos percolados en el proceso debido al daño a napas subterráneas y los focos de enfermedades que pueden significar

Asimismo, no puede dejarse a la intemperie la basura orgánica recolectada sin realizarle ningún tratamiento debido a la posibilidad de que sean atraídos vectores de enfermedades tales como ratones, insectos, entre otros.

A la vez debe tenerse cuidado con depredadores naturales de la lombriz tal como son las aves, esto se logra mediante el uso de mallas para recubrir los lechos en gran parte de las ocasiones.

Además, debe evitarse cualquier agente animal como desecho para alimentarse de las lombrices, de modo que queda descartado el uso de estiércol debido a los peligros que

Puede acarrear la planaria, que es un parásito que ataca a la lombriz roja. Esta restricción no es tan fuerte, empero, esta recomendación disminuye los riesgos asociados a parásitos.

El lugar no puede estar emplazado cerca de un área urbana muy poblada, ya que si bien se minimiza el impacto ambiental, la percepción negativa que pueda tener por desconocimiento de la población puede generar resistencia de los vecinos para que se emplace allí la planta.

Junto con lo anterior. se debe tener cuidado con la época de lluvias, logrando impermeabilizar los lechos cubriéndolos con *nylon*, a la vez que se forman zanjas para el desagüe de la lluvia, para lo ya dicho es fundamental que la pendiente del terreno sea leve, pero la suficiente de tal manera que permita el escurrimiento de agua, para evitar inundaciones de los lechos. A continuación se enuncian algunos elementos básicos para emplazar una lombricultura Según Enzo Bollo (2003):

- ✓ Pendiente con una inclinación máxima de 3%
- ✓ Suelo de tierra arena o piedra.
- ✓ Sin árboles de preferencia, para evitar problemas con las raíces.
- ✓ Accesos adecuados.
- ✓ Recurso hídrico (Riego requerido) 50 litros por lecho de 20 m<sup>2</sup> por día.

(CRISÓSTOMO, 2012)

#### **2.4.9. Relación Carbono Nitrógeno de los residuos para lombricultura:**

Según el **Autor Mario carrera silva** en su sitio web: <http://humussell.com.mx/> en el tema de Relación C/N en el año 2007 Reporta que es importante conocer las relaciones C/N de todos los residuos para evitar demoras y controlar la calidad.

Con una relación C/N alta superior a 50/1 como el caso de aserrín y virutas demora de 5 a 6 meses y con una relación baja de 10/1 como en el caso excremento de gallina, también se dilata debido a que los microorganismos no obtienen el carbono para iniciar el proceso de incorporar 1/3 a su cuerpo y eliminar los sobrantes 2/3 en forma de dióxido de carbono. El nitrógeno de las proteínas puede perderse en forma gaseosa amoniaco, para evitarla debe tenerse la masa húmeda (con agua se forma hidróxido de amonio y así queda retenido el nitrógeno); Si trabajamos con estiércoles frescos (Alto contenido de agua y celulosa) no lograremos mejorar ni químicamente ni físicamente los suelos.

Si incorporamos estiércol sin compostaje previo, observaremos una baja inmediata de nitrógeno asimilable por las lombrices, ya que los microorganismos los utilizan para su reproducción. Los animales adultos producen estiércol de mejor calidad al eliminar más nutrientes.

La relación C/N ideal para comenzar el compostaje es de 30 a 40/1; 2/3 del carbono es eliminado como sobrantes por los microorganismos y el tercio restante queda inmovilizado como parte del cuerpo microbiano, resultando una relación de 10/1 óptima para la alimentación de la lombriz. (Silva, 2007)

#### 2.4.10. Parámetros de análisis de humus de lombriz.

El autor **Eduardo Díaz**, en su manual de lombricultura una alternativa de producción en la ciudad de Rioja en el año 2002 en la página 2 menciona lo siguientes parámetros que son comparados a los resultados de la presente tesis.

**Tabla 2 - Parámetros de análisis de humus de lombriz**

Elemento	Unidad	Rango	
N	%	1,5	3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0,5	1,5
K <sub>2</sub> O	%	0,20	0,5
MgO	%	27	67
Mn	ppm	260	580
Cu	ppm	85	100
Zn	ppm	85.0	400.0
Co	ppm	10	20
Bo	ppm	3	10
Ca	%	2.5	8.5
Ca Co <sub>3</sub>	%	28	68
Ceniza			
<b>Capacidad de Intercambio cationico CIC</b>	meq/100 grs.	75	80
<b>Ácidos húmicos</b>	%	5	7
<b>Ácido Fulvico</b>	%	2	3
<b>pH</b>		6.5	7.2
<b>Humedad</b>	%	30	40
<b>Materia orgánica</b>	%	30	60
Relación C/N	%	9	13
Flora microbiana	Millones/gr.s.s.	20.000	50.000

Fuente - (Diaz, 2002)

### 2.4.11. Dosis de aplicaciones

**Tabla 3 - Dosis de aplicaciones de Humus en algunos cultivos.**

<i>Cultivo</i>	<i>Aplicación</i>	<i>Mantenimiento</i>
<i>Hortalizas y legumbre</i>	100 g por hoyo	500 a 600 g/planta Una vez al año.
<i>Cítricos</i>	600 a 800 g por hoyo	1 a 2 kg/planta 1 vez al año.
<i>Frutales</i>	700 a 800 g por hoyo	550 – 650 g/planta Una vez al año.
<i>Zapallo, melón, sandía.</i>	300 a 400 g por hoyo	550 a 650 g/planta Una vez al año.
<i>Frutillas</i>	100 a 150 g por hoyo	100 a 150 g/planta Maceta 4 veces al año.
<i>Plantas de interior</i>	150g/maceta	
<i>Césped pasto</i>	450 a 550 por hoyo.	
<i>Arbustos y otros</i>	200 a 250 g por hoyo.	
<i>Plantas de estacas</i>	100 a 150g por estaca.	
<i>Trasplante</i>	20 a 25% de humus.	
<i>Horticultura en invernaderos</i>	Preparación original	
<i>Horticultura industrial común.</i>	15 a 20% de preparación.	

Fuentes - (Xavier Tenecela Yuqui - JL, 2012)

**Tabla 4 - Dosis de Aplicación de humus.**

<i>Dosis de aplicación de Humus.</i>	
<i>Praderas</i>	800g/m <sup>2</sup>
<i>Frutales</i>	2 kg/árbol
<i>Hortalizas</i>	1kg/m <sup>3</sup>
<i>Césped</i>	0,5 a 1 kg/m <sup>3</sup>

<i>Ornamentales</i>	150g /planta
<i>Semilleros</i>	20%
<i>Abonados de fondo</i>	160 a 200 l/m3
<i>Trasplante</i>	(0,5 a 2 kg/árbol.
<i>Recuperación de terreno</i>	2500 a 3000 l/ha
<i>Setos</i>	100 a 200g/planta.
<i>Rosales, leñosas.</i>	0,5 a 1kg/m2

Fuente - (Xavier Tenecela Yuqui - JL, 2012)

#### 2.4.12. Producción de lombricompuesto.

**Tabla 5 - Producción de Lombricompuesto**

<i>0 Mes</i>	<i>3 meses</i>	<i>6 meses</i>	<i>9 mes</i>	<i>A los 12 meses</i>
<i>Población inicial de lombriz.</i>	1 Generación	2Generacion	3 Generación	4ta Generación
<i>1000</i>	10 000	100 000	1 000.000	10 000 000
<i>Lombriz 1 kg</i>	10	100	1000	10 000
<i>Alimento 1kg/día</i>	10	100	1000	10 000
<i>Lombricompuesto 0,6kg por día</i>	6	60	600	6000
<i>Proteína 0,04 kg por día.</i>	0,4	4	40	400

Fuente - (Xavier Tenecela Yuqui - JL, 2012)

#### 2.4.13. Vermicompostaje:

Según el autor: **Rogelio Nogales Vargas Machuca**. Vermicompostaje en el reciclado de los residuos agroindustriales. Es un artículo científico que detalla la vermicultura con lombrices para lo cual detalla los procesos y los parámetros; El cual detalla que el vermicompostaje o compostaje de lombrices es un proceso de biooxidación y estabilización de residuos orgánicos mediada para

la acción combinada de lombrices epigámicas y microorganismos, que da lugar a un producto denominado en sus diferentes acepciones vermicompost, lombricompost, o humus de lombriz, esta práctica de biotransformación aprovecha una serie de ventajas derivadas de la acción de las lombrices, que aceleran la descomposición y humificación de la materia orgánica de forma directa (alimentación detritívora y desplazamiento a través de las galerías) o indirecta (a través del estímulo microbiano) por otro lado mejoran la estructura del producto final al provocar la rotura de los materiales orgánicos. Y favorecer la formación de agregados estables; además la actividad de estos detritívoros aumenta el contenido de nutrientes fácilmente asimilables, por las lombrices y es responsable, directa o indirectamente de la producción de sustancias que actúan como fitohormonas. Además el vermicompostaje es un proceso que permite además la explotación de las lombrices como fuente proteica para consumo animal y la reutilización de las aguas de percolación en usos agrarios por su elevada capacidad de fertilizantes. (Machuca, 2010)

#### 2.4.14. Parámetros a considerar en una vermicompostaje:

**Tabla 6 : Parámetros de Vermicompostaje**

<i>Parámetros de vermicompostaje.</i>	
<i>Temperatura</i>	entre 10 y 35 °C
<i>pH</i>	Entre 5 – 8,5
<i>Humedad</i>	Entre 80 y 90%
<i>Relación C/N</i>	Descenso continuo y significativo, optimo al final <20.
<i>Biomarcadores</i>	Actividades enzimáticas disminuye significativamente
<i>Microorganismos</i>	Bacterias, hongos y actinomicetos
<i>Patógenos</i>	Reducción por acción bactericida del líquido ceromático de la lombriz
<i>Conductividad E.</i>	<0,5% o 0<7dSm-1
<i>Amonio</i>	0,5 mg g-1

Fuente – Artículo científico de Rogelio Nogal Vargas.

Aunque de una forma teórica numerosas especies podrían ser utilizadas en la degradación de residuos orgánicos, las más utilizadas son *Eisenia foétida* y *Eisenia andrei* debido a los siguientes

hechos: a) son ubicuas y colonizan diversos residuos orgánicos, b) Toleran altas temperaturas y humedad; c) son fuertes y fáciles de manejar. (Machuca, 2010)

#### 2.4.15. Composición de algunos abonos orgánicos simples

Según el autor: **Cristian Sánchez Reyes** En su manual de abonos orgánicos y lombricultura realizado en el año 2011 en la ciudad de Lima. Menciona que Tradicionalmente el abono más utilizado, ha sido el estiércol, siendo uno de los mejores acondicionadores del suelo que existe. Veamos las composiciones de los abonos orgánicos simples más empleados:

**Tabla 7 - Composición de algunos abonos orgánicos simples.**

<i><b>Material</b></i>	<b>Nitrógeno</b>	<b>Fosforo</b>	<b>Potasio</b>
<i><b>Harina de sangre.</b></i>	15.0	1.3	0.7
<i><b>Harina de huesos.</b></i>	4.0	22.0	0.2
<i><b>Estiércol de vaca fresco.</b></i>	3.0	0.2	0.4
<i><b>Estiércol de vaca seco.</b></i>	0.6	0.4	0.4
<i><b>Harina de pescado</b></i>	10.0	3.0	0.0
<i><b>Pezuña y cuerno</b></i>	13.0	1.5	0.0

Fuente:- Cristian sanches.Reyes Manual de abonos orgánicos.

Todo estiércol debe dejarse descomponer bien antes de usarlo, se sabe que está listo para usar cuando se desmenuza con facilidad y no huele, a los 6 meses más o menos. Algunos, como el de aves, deben manejarse con mucha precaución, ya que las concentraciones de urea y nitrógeno son muy elevadas. Y si se usa sin medida podría quemar la planta. (Reyes, 2011)

#### 2.4.16. El Estiércol

Según el autor: **Cristian Sánchez Reyes** En su manual de abonos orgánicos y lombricultura realizado en el año 2011 en la ciudad de Lima. Hace referencia que el Estiércol es el nombre con el que se denomina los excrementos de los animales que se utilizan para fertilizar los cultivos.

En ocasiones el estiércol está constituido por excrementos, como sucede con la paja. El lugar donde se vierte o deposita el estiércol es el estercolero.

En agricultura se emplean principalmente los desechos de ovejas, de ganado, vacuno, de caballo, de gallina, (gallina – lomina).

Alimentación. La dieta que se suministra al ganado depende tanto del tipo de ganado como del destino del animal

La dieta no es igual para un animal destinado al engorde que para un animal que esta en crecimiento para reposición; esto hace que varié tanto la cantidad de estiércol producido como el contenido en nitrógeno, fosforo y potasio.

Condiciones ambientales. Se considera factores tales como la adición de agua, bien de lluvia o de limpieza, si se compacta o no y si contiene desperdicios.

Duración y condiciones de almacenado. El almacenado es básico, sobre todo para evitar las posibles pérdidas de nutrientes.

El estiércol, desde que se produce hasta que es utilizado, puede sufrir una serie de pérdidas en el contenido de nutrientes vegetales, que se pueden clasificar en 3 tipos.

Perdidas gaseosas: El estiércol contiene elementos que pueden volatilizarse y que si no se almacena de forma adecuada se pierden. Estas pérdidas pueden suponer un 10% de nitrógeno.

Perdida por lavado: El estiércol suele almacenarse al aire libre y por lo tanto, al llover, el agua puede arrastrar los componentes nutritivos.

Por esta Vía se puede perder un 20% del nitrógeno, un 5% del fosforo y más del 35% del potasio.

Perdidas por filtración. Estas pérdidas se producen cuando los líquidos del interior de la pila de estiércol pasan al suelo.

Para que no se produzcan estas pérdidas, se sugiere que el estiércol se almacene sobre la superficie de hormigón, que se compacte y se cubra para evitar el lavado por la lluvia.

**(Reyes, 2011)**

#### **2.4.17. Estiércol de Ganado vacuno**

Según el autor: **Cristian Sánchez Reyes** En su manual de abonos orgánicos y lombricultura realizado en el año 2011 en la ciudad de Lima.

Es el más importante y el que se produce en mayor cantidad en las explotaciones rurales. Conviene a todas las plantas y a todos los suelos, da consistencia a la tierra arenosa y móvil, ligereza al terreno gredoso y refresca los suelos cálidos, calizos y margosos. De todos los estiércoles es el que obra más largo tiempo y con más uniformidad. **(Reyes, 2011)**

#### **2.4.18. Estiércol de Ave.**

Según el autor: **Cristian Sánchez Reyes** En su manual de abonos orgánicos y lombricultura realizado en el año 2011 en la ciudad de Lima.

Los pichones y gallinas se alimentan ordinariamente de granos. Las gallinas comen también insectos y lombrices que hace que los excrementos de estas aves constituyan uno de los estiércoles más activos cuyos efectos son pronto y útiles a toda especie de cosecha. **(Reyes, 2011)**

#### **2.4.19. Los Abonos**

Según el autor: **Cristian Sánchez Reyes** En su manual de abonos orgánicos y lombricultura realizado en el año 2011 en la ciudad de Lima.

El abono es cualquier sustancia orgánica o inorgánica que mejora la calidad del sustrato, a nivel nutricional, para las plantas arraigadas en este.

Ejemplos naturales o ecológicos de abono se encuentran tanto en el clásico estiércol, mezclado con los desechos de la agricultura como el forraje, o en el guano formado por los excrementos de las aves (por ejemplo de corral, como el de gallina).

La definición de abono según el reglamento de abono de la Unión europea es: proporcionar elementos nutrientes a las plantas.

La acción consiste en aportar un abono no se llama fertilización. Los abonos junto a las enmiendas, forman parte de los productos fertilizantes.

Los abonos han sido utilizados desde la antigüedad, cuando se añadían al suelo, de manera empírica. , los fosfatos de los huesos (Calcinados o no), el nitrógeno de las deyecciones animales y humanos o el potasio de las cenizas.

Los fertilizantes y abonos se encargan de entregar y devolver a la tierra los nutrientes necesarios para el adecuado crecimiento de plantas, arboles, prados y arbustos.

Todos los suelos poseen una cierta cantidad de nutrientes vegetales provenientes de la parte mineral del suelo, (arena, arcilla, etc.).

Cuando se cultivan las plantas el equilibrio se alteran porque el proceso de reciclaje natural de los elementos esenciales del suelo es más lento de lo que demora la planta en utilizarlos. **(Reyes, 2011)**

#### 2.4.20. Papel de los abonos

Según el autor: **Cristian Sánchez Reyes** En su manual de abonos orgánicos y lombricultura realizado en el año 2011 en la ciudad de Lima.

Para cumplir el proceso de vida vegetativa, las plantas tienen necesidad de agua, de más de veinte elementos nutritivos que encuentran bajo forma mineral en el suelo, de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) aportado por el aire, y de energía solar necesaria para la síntesis clorofílica. **(Reyes, 2011)**

#### 2.4.21. Los abonos aportan:

Según el autor: **Cristian Sánchez Reyes** En su manual de abonos orgánicos y lombricultura realizado en el año 2011 en la ciudad de Lima.

- ✓ Elementos de base, nitrógeno (símbolo químico N); fósforo (P), potasio (K), se habla de abonos de tipo NPK si los 3 están asociados juntos.
- ✓ Elementos secundarios, calcio (Ca), azufre (S), magnesio (Mg).
- ✓ Oligoelementos tales como el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el molibdeno (Mo), el cobre (Cu), el boro (B), el zinc (Zn), el cloro (Cl), el sodio (Na) el cobalto (Co), el vanadio (V), y el silicio (Si).
- ✓ Estos **elementos secundarios** se encuentran habitualmente en cantidad suficiente en el suelo, y son añadidos únicamente en casos de carencia.
- ✓ Las plantas tienen necesidad de cantidades relativamente importantes de los elementos de base, el nitrógeno, el fósforo y el potasio son pues los elementos que es preciso añadir más corrientemente al suelo.

- ✓ **Nitrógeno (N):** Promueve el crecimiento de la planta. Cuando falta nitrógeno en las plantas las hojas se ponen amarillas y dejan de crecer.
- ✓ **Fosforo (P):** Favorece la maduración de flores y frutos, fomenta su perfume y dulzor, les da la fuerza necesaria para mantenerse rígida y poder sostener todas sus partes. También promueven el buen desarrollo de las raíces y fortalecen el ciclo de cada planta.
- ✓ La falta de fosforo se reconoce porque las hojas se oscurecen más de lo normal, la planta deja de florecer o florecen muy poco y las raíces dejan de crecer.
- ✓ **Potasio (K):** Es el responsable de la multiplicación celular y de la formación de tejidos más resistentes a la sequía y las heladas, sin potasio las hojas muestran severos cambios de color que pueden ser en tonalidades amarillentas o verdes muy pálido con manchas cafés.
- ✓ **Aplicación de los abonos.**
- ✓ Generalmente los abonos son incorporados al suelo, pero pueden ser aportados por el agua de riego.
- ✓ La composición y la concentración de la solución nutritiva deben ser constantemente reajustadas.
- ✓ En cierto casos una parte de la fertilización puede ser realizado por vía foliar en pulverizaciones.. (Reyes, 2011)

#### **2.4.22. Proporción de Carbono – Nitrógeno.**

Según el autor: **Cristian Sánchez Reyes** En su manual de abonos orgánicos y lombricultura realizado en el año 2011 en la ciudad de Lima.

La proporción de carbono – nitrógeno, o proporción C/N, que es óptima para un abono rápido es de alrededor de 30: 1. El carbono sirve como fuente de energía para los microorganismos y el nitrógeno es un nutriente.

El estiércol del ganado generalmente tiene una proporción de 15: 1, el Nitrógeno se escapa como amoníaco durante la descomposición si la proporción C/N es menor de 20:1 aunque demasiado carbono puede reducir la tasa de descomposición.

Añada material de residuos de plantas, o papel para elevar la proporción C/N si se necesitara mejorar el proceso de abono y evitar que el nitrógeno se escape. (Reyes, 2011)

#### **2.4.23. Beneficios del abono**

Según el autor: **Cristian Sánchez Reyes** En su manual de abonos orgánicos y lombricultura realizado en el año 2011 en la ciudad de Lima. Menciona los siguientes beneficios del abono.

El abono es incoloro, estéril y libre de hierbas.

Mejora la retención de la humedad del suelo en suelos ligeros y el volumen de los poros en suelos pesados.

Los suelos que han sido mejorados por el abono tienen una estructura relativamente estable y son más resistentes a la erosión.

En general el abono del estiércol del ganado contiene como 0,5% de nitrógeno, 0,4% de fosforo y 0,2% de potasio. (Reyes, 2011)

#### **2.4.24. Algunos Abonos Orgánicos.**

Según el autor: **Cristian Sánchez Reyes** En su manual de abonos orgánicos y lombricultura realizado en el año 2011 en la ciudad de Lima. Este autor enfoca a los residuos orgánicos que se puede obtener en domicilio.

Abonos que se consiguen en el hogar.

✓ Cenizas:

Las cenizas de madera son un buen abono orgánico de liberación rápida, estéril, muy rica en potasio.

Son muy útiles en el momento de la floración. Puede verterlas sobre los canteros a razón de una palada por metro cuadrado, removiendo luego la tierra.

Evite las acumulaciones que modificarían demasiado la estructura del suelo.

Las cenizas de carbón también sirven.

✓ Café:

Favorezca al crecimiento y la textura de la tierra de las plantas con los pozos de café. No es la cafeína la que se aprovecha, sino todos los productos residuales. Que constituyen un excelente abono a condiciones de que se distribuyan con discreción.

Una o dos cucharadas por semana son suficiente. Mezcle bien la borra con la tierra, ya que puede pudrirse la superficie.

✓ Cascara de huevo:

La cascara lavada y molida resulta ideal para todo tipo de planta, así también el agua donde cocinamos huevos para el riego es recomendable. (Reyes, 2011)

#### 2.4.25. Método Indore.

Según el autor **Eduardo Alfonso Paredes Taype**. En su estudio de Diseño de un sistema de compostaje lombricultura de residuos agropecuarios 2008. De la universidad Alas peruanas. Dentro de su tesis detalla los métodos en el proceso de la pila de compostera por lo cual tiene mucho parecido a la hora de elaborar los sistemas de pre compostaje por ello hago referencia a los métodos que el autor aplico.

Este método mejora ligeramente la aireación pasiva por medio de pocos volteos de la pila de materiales, lo cual puede lograr un producto final en 4 meses. Los hindúes y chinos han practicado durante siglos este método basado en la aireación pasiva, sin embargo tiene la desventaja de ser muy lento.

En el método Indore, las materias primas utilizadas son: materia orgánica, agua, aire, y sol. En países desarrollados se ha mejorado el método. Las pilas son volteados periódicamente con ayuda de palas mecánicas y el compost que listo en solo dos meses. (Taype, 2008)

#### **2.4.26. El método de compostaje rápido de Berkeley.**

El autor: **Eduardo Alfonso Paredes Taype**. En su estudio de Diseño de un sistema de compostaje lombricultura de residuos agropecuarios 2008. De la universidad Alas peruanas. Dentro de su tesis detalla los métodos en el proceso de la pila de compostera.

Este método emplea mejora, como por ejemplo el picado de los residuos, es muy fino; uso de sulfato de amonio, gallinaza y aireación activa, es decir el volteado diario de la pila de compostaje. En este método el compost está en 2-3. Semanas.

Este método es muy parecido a la presente tesis ya que al trocear los residuos sólidos orgánicos por el cual este método es eficaz a la hora de realizar un proceso de vermicompostaje rápido. Por lo cual asumo este método enfatizando un sistema clave e importante para la producción de precompost y humus en menor tiempo.

#### **2.4.27. Método de la pila mecánicamente aireada.**

El autor **Eduardo Alfonso Paredes Taype**. En su estudio de Diseño de un sistema de compostaje lombricultura de residuos agropecuarios 2008. De la universidad Alas peruanas. Dentro de su tesis detalla los métodos en el proceso de la pila de compostera.

Incluye aire a las pilas o agitándolas mecánicamente. Son muy caras.

Cada productor debe establecer un procedimiento escrito sobre el compostaje del guano fresco.

En los inicios del proyecto del sistema de compost Lombricultura y hasta la fecha, el compost se prepara bajo el método Indore modificado, es decir adecuado a la disponibilidad de biomasa residual y materiales de la zona.

Para la elaboración del compost, previamente se debe haber seleccionado el espacio disponible. (**Taype, 2008**)

### **Herramientas:**

El autor: **Eduardo Alfonso Paredes Taype**. En su estudio de Diseño de un sistema de compostaje lombricultura de residuos agropecuarios 2008. De la universidad Alas peruanas. Dentro de su tesis detalla los métodos en el proceso de la pila de compostera.

Las herramientas que se utilizan para labor de compostaje, son de uso común para labores agrícola, seleccionadas de acuerdo a las características y a las ofertas presentes en el mercado, se utilizan:

1 picadora para moler la materia prima, desechos vegetales (chala), podemos utilizar una tijera de jardinero para este fin.

1 zaranda, no es más que un tamiz este puede ser construido en la misma unidad, utilizando materiales tales como malla y madera.

2 carretillas para el transporte de estiércol, a las cunas y para extraer el lombricompuesto.

2 rastrillos de puntas largas y redondeadas para remover el estiércol.

**(Taype, 2008)**

#### **2.4.28. Procesamiento de compostaje**

El autor **Vidal Masías**; realizo un estudio de sistema de tratamiento de compostaje de residuos hidrobiológicos en el año 2015 de la Universidad Alas peruanas, dentro del cual menciona los tipos de pilas de compostaje ya que muestra una información clave para mi trabajo de investigación.

##### **1º Disposición en las pilas**

Para la disposición de las pilas se adecuan el lugar, debido a que para una mejor obtención de compost se requiere crear un ambiente propicio protegido del sol y del viento, es decir bajo sombra; con la finalidad de que los microorganismos encargados de la degradación de la materia orgánica se desarrollen con facilidad.

Con una pala mecánica se forman las pilas o parvas por capas de cada materia prima alternadamente 15cm.

### **2º Molienda reducción del tamaño.**

Se realizó la reducción de tamaño de todos los residuos, con la ayuda de algunas herramientas mecánicas como son: machetes y palas; este proceso se realizó con la finalidad de ayudar a la descomposición de los residuos en menor con tiempo.

### **3º Volteado de las pilas y control de las condiciones ambientales del proceso.**

Se realiza con el objetivo de favorecer los metabolismos aerobios y procurar que el proceso se cumpla homogéneamente en toda la masa en compostaje.

Aireación.- Después de realizado las pilas se realiza el volteos de las pilas cada séptimo día, previo al voleo se procedieron a controlar las condiciones ambientales de los parámetros de temperatura, Ph, Humedad, Cribado del compost. (Masias, 2015)

#### **2.4.29. Como Hacer una mezcla con la relación C/N correcto.**

EL autor de **Agroterra en su web: [https://www.agroterra.com/humus\\_liquido.html](https://www.agroterra.com/humus_liquido.html)** en el año 2008 menciona los detalles de cómo mezclar adecuadamente la relación C/N.

La relación C/N correcta se ubica en un rango de 30 a 40 partes de carbono y una parte de nitrógeno 30/1 a 40/1 porque los microorganismos absorben en la proporción 30/1 eliminando 2/3 dl carbono como sobrante CO<sub>2</sub> Y 1/3 inmovilizándolo como parte del cuerpo microbiano resultando la relación de equilibrio 10/1 que es ideal para la alimentación de la lombriz.

En los casos en que la relación C/N es superior a 50/1 o sea alto contenido de carbono y bajo de nitrógeno ej: Mezcla de hojas con virutas se demora de 5 a 6 meses para que los microorganismos incorporen el carbono eliminando el sobrante hasta la estabilización.

En los casos en que la relación C/N es de 10/1 o sea bajo contenido de carbono y alto de nitrógeno ej: residuos frigoríficos, excremento de gallinas o porcinas, también el tiempo de compostaje se dilata, ya que los microorganismos no tienen suficiente cantidad de carbono para iniciar su proceso y por lo tanto se retrasan en su crecimiento. En este caso perderemos nitrógeno si se conjuga la tendencia al PH alcalino con la alta temperatura y la baja humedad.

La mezcla óptima: En los casos en que los residuos se alejen de la relación 30 - 40/1 se mezclan en volumen una parte del residuo con alto contenido de carbono paja o rastrojo con otra parte igual

del residuo con alto contenido de nitrógeno residuos de frigoríficos, estiércol de porcino, excremento de gallina. (Agrotterra, 2008)

#### 2.4.30. El vermicompostaje está prácticamente libre de olores.

La autora: **Mariska Ronteltap** – En su clase de introducción al compostaje de la UNESCO IHE, Las lombrices liberan fluidos celomícos en la biomasa de desechos en descomposición que tienen propiedades antibacterianas y eliminan patógenos al crear condiciones aeróbicas, se inhibe el sulfuro de hidrógeno maloliente de los microorganismos anaeróbicos. (UNESCO IHE, 2017)

**Tabla 8 - Diferencia del compostaje convencional y Vermicompostaje.**

<i>Variable de proceso</i>	<b>Vermicompostaje</b>	<b>Compostaje en Caliente</b>
<b>Condiciones</b>	<b>Aeróbicas</b>	
<b>Proceso de temperatura</b>	15 -25	50 -70
<b>Tipo de temperatura</b>	De ambiente mesófilo <35°C	Termófilo al menos por una parte del tiempo
<b>Método de operación</b>	Aplice los desechos con frecuencia en capas delgadas (operación continua en lugar de lote)	Apile los desechos en pilas grandes de modo que el calor producido se mantenga en pilas.(generalmente en lotes.) Solo presente al inicio.( muere a temperaturas mayores a 35°C)
<b>Lombrices</b>	Presente en grandes cantidades.	Temperatura elevada durante un periodo prolongado.(>1 semana) y acción de microorganismos
<b>Mecanismos de patógenos destructivos.</b>	Paso a través del intestino del gusano (digestión bioquímica)	
<b>Producto final</b>	Vermicompost microbiológicamente activo (Esto es bueno para el suelo)	Compost, relativamente poca actividad microbiana.

Elaborado por: (UNESCO IHE, 2017)

## CAPÍTULO III

### 3. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

#### 3.1. Metodología

##### 3.1.1. Método de investigación

Se utilizó el método científico. Ya que es enfocado en experimentos analíticos, observacional y correlacional entre variables.

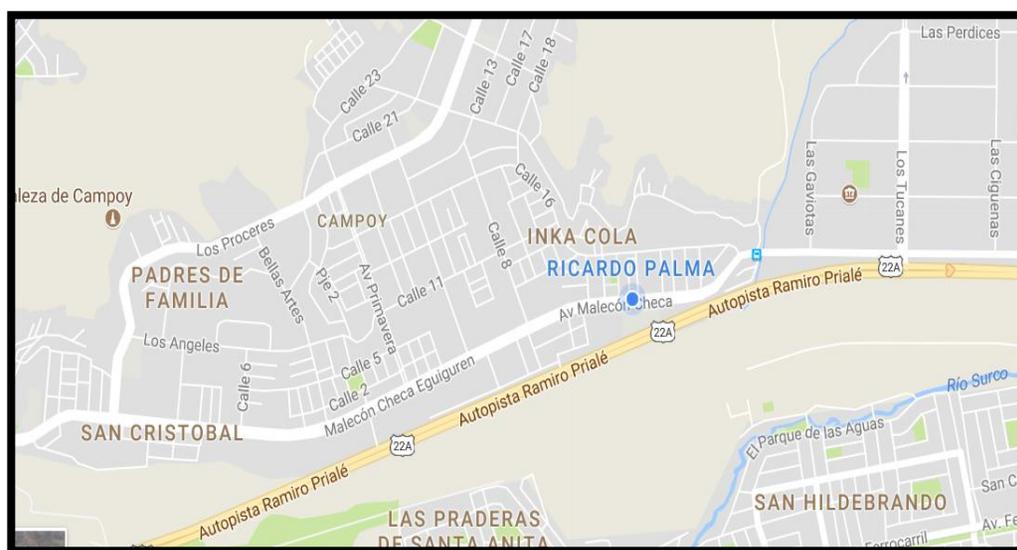
El método de investigación es el “**método Científico**” ya que se enfoca en el análisis racional en muestreo, en laboratorio; optada por la precisión, y exactitud en los cálculos de parámetros, que abarcan desde los procesos de la pre compostación de residuos sólidos orgánicos (**fuentes alimenticia para las lombrices “Eisenia foetida”**) hasta la producción de humus.

Por lo tanto se requiere de mucha capacidad de análisis, razonamiento inductivo, del trabajo de investigación.

### 3.1.1.1. Ubicación geográfica

La investigación de la producción de humus de lombriz *Eisenia foetida* a partir de residuos orgánicos a nivel laboratorio se encuentra ubicado en la zona de Campoy Cuadra 10 de la avenida Malecón checa distrito de S.J.L. departamento de Lima. En la actualidad Posee un clima frio de aproximado 17 °C. Presenta una época de invierno, el espacio donde se realiza la investigación tiene un área de 12m<sup>2</sup>.

**Figura 3- Lugar donde se encuentra el estudio.**

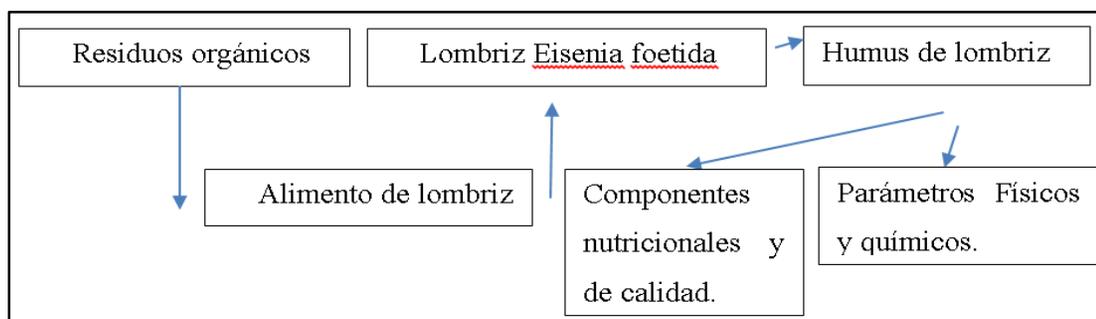


**Fuente: Google maps – Ubicación del proyecto de producción de humus a través de R.O.**

### 3.1.1.2. Procedimiento General.

Se Empieza por la descomposición de residuos sólidos orgánicos que servirá de alimento para las lombrices “*Eisenia foetida*”, este proceso requiere ser calculado y analizado bajo ciertos criterios de parámetros, hasta su transformación a pre compost se tiene en cuenta ya que de ello depende la sobrevivencia de las lombrices rojas californianas por lo que dependerá también de la producción de humus de lombriz.

**Figura 4 - Mapeo de procedimiento general**



**Fuente de elaboración Propia.**

Como lo detalla en este cuadro se refiere al resumen de la totalidad del proyecto de producción de Humus de lombriz *Eisenia foetida* de calidad.

Nombramos a la lombriz roja californiana como factor importante ya que ella realiza la mayor parte del trabajo para la producción de humus.

Una vez consumida los R.O por las lombrices y transformada a abono se procede la separación del humus, de las lombrices y de los restos que quedaron de R.O; se separan a través de la zaranda, por lo que el producto final del humus es analizada y se verifica los tipos de nutrientes que conlleva para luego proceder con las dosis de aplicación en proporciones y tipos de cultivo.

Nota: Las germinaciones de plantas elaboradas no se incluye dentro de la tesis pero si dentro del estudio externo por lo que se demostró que su calidad son eficaces.

**Tabla 9 - Tiempo de elaboración de producción**

	Enero															J	J			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
Acondicionamiento y limpieza de área del proyecto.	X	x	x	x	x															
Obtención de materiales en praxis ecology.(materiales de venta reciclables)						x	x													
Construcción de pilas para Descomposición de R.O (Alimentación).								x	x	x										
Elaboración de camas de lombriz.										x										
Obtención y/o compra de lombrices Eisenia foetida.																				
Producción de humus de lombriz.																			x	x

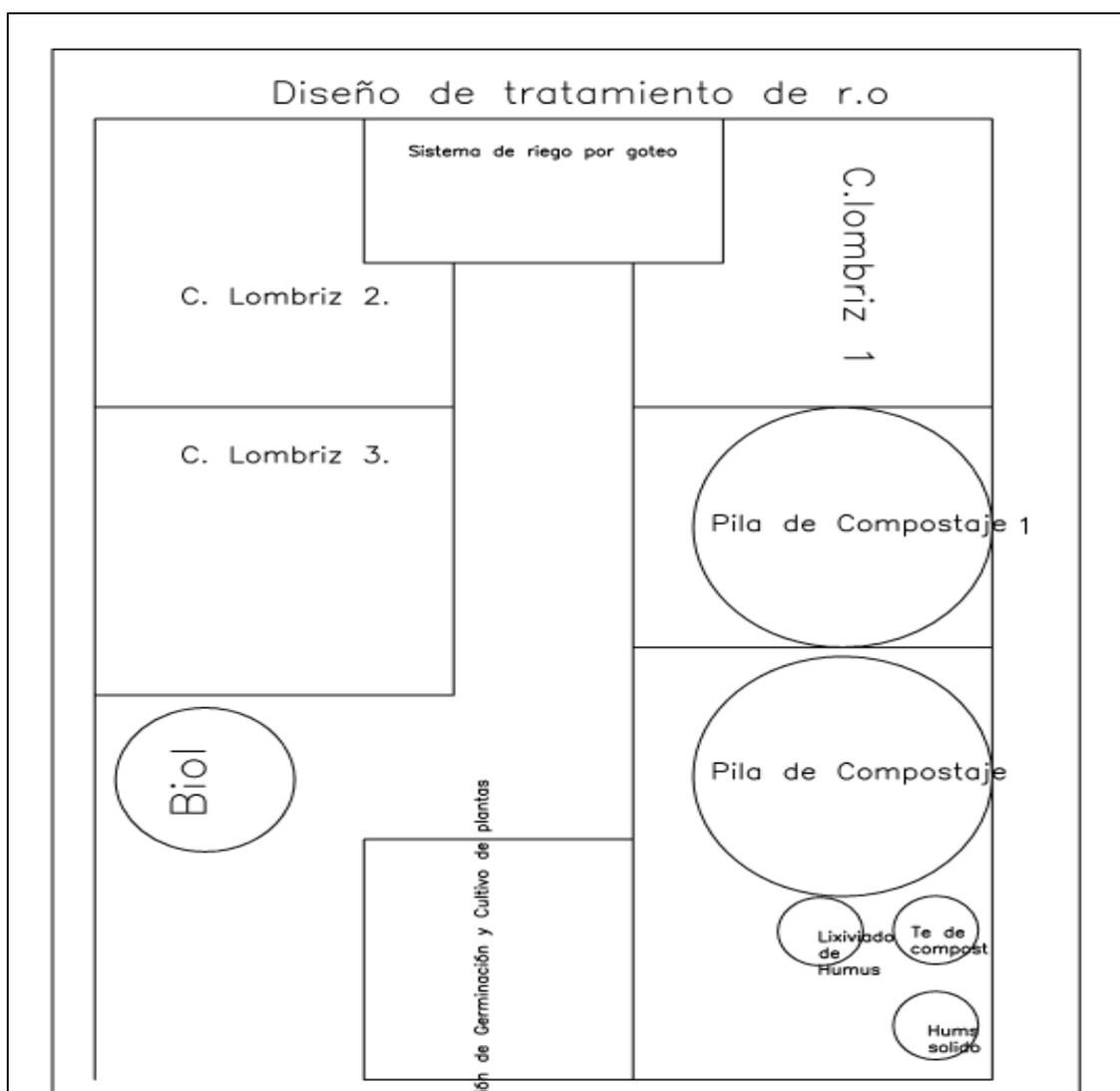
Fuente de elaboración Propia

## Diseño del proyecto.

(En la presente tesis solo se tomaron a las 3 parcelas y/o camas de lombriz y los respectivos R.O para la producción de humus)

### A. Diseño del proyecto a nivel laboratorio.

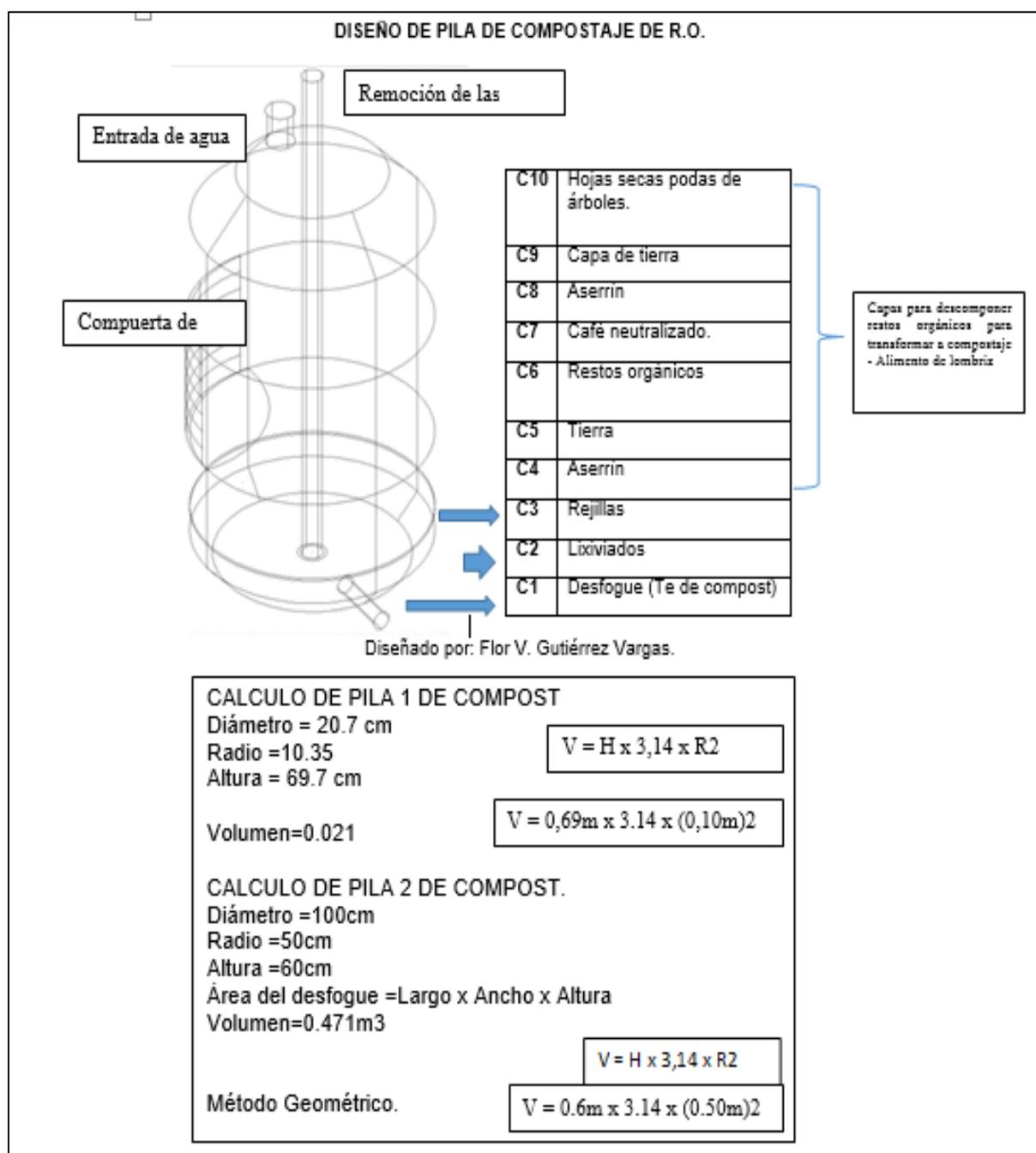
Figura 5 - Diseño



Fuente de elaboración propia

**Nota:** En la presente tesis no se incluye al procesamiento de Biol.

Figura 6 - Diseño de pilas de compostaje



Fuente de elaboración propia.

Residuos orgánicos semanalmente vertidos a la pila de pre compost.

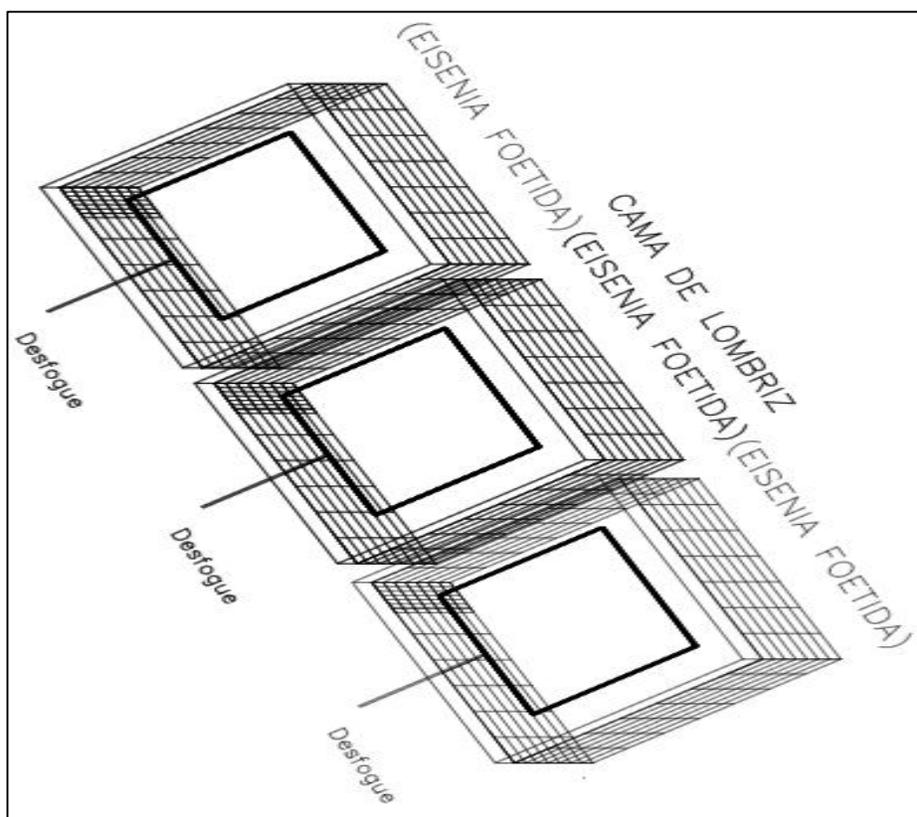
## Diseño de camas de lombriz

Figura 7 - Diseño de desfogue de camas de lombriz



Fuente de elaboración propia

Figura 8 - Separaciones de Camas de Lombriz.



Fuente de elaboración propia – Camas de lombriz (Eisenia foetida)

## Elaboración de descomposición de R.O (Fuente alimenticia de la lombriz)

### A. Elaboración de Pre compost (Fuente alimenticia de la lombriz Eisenia foetida).

Se requirió de la utilización de Pilas composteras, de aproximadamente 200 litros y de material de acero inoxidable con una franja o área de desfogue para eliminar impurezas (lixiviados de R.O).

### B. Medición de parámetros durante la descomposición de R.O. :

Se realizó los análisis de campo (durante el proceso de descomposición de R.O) hasta los análisis de laboratorio (producto final del humus); dichos parámetros tales como Los detalles del humus de lombriz se pueden ver en la ficha del laboratorio donde se realizó. (Laboratorio – UNALM).

**Nota: Se colocó todos los residuos orgánicos (Ácidos y no ácidos)**

- ✓ Se realizó el pesaje cada semana y se colocó a la pila compostera.
- ✓ Aplicado para el Volumen de la pila compostera: 0.47m<sup>3</sup>
- ✓ Volumen del balde es igual a:  $V = H \times 3,14 \times R^2$ ;  $V = 0.4 \text{ m} \times 3.1415 \times 0.15\text{m}$ ; es igual a: 0.028m<sup>3</sup>.

### A. Materiales:

- ✓ Cilindro de acero inoxidable con un desfogue para lixiviados.
- ✓ Residuos orgánicos.
- ✓ Agua. 75% (Riego).
- ✓ Aserrín y virutas de aserrín. (Blanco).

### B. Etapas De Aplicación Durante Cada Semana:

- ✓ Primera capa: Tierra
- ✓ Segunda capa: Aserrín
- ✓ Quinta capa: Residuos orgánicos (R.O.)

Nota: Se siguió el mismo proceso durante todas las semanas.,

### C. Temperaturas de descomposición de R.O.

Según los datos obtenidos de temperatura en la pila de descomposición.

Temperatura máxima: 32°C.

Temperatura mínima: 19°C.

D. Tiempos de volteo del sustrato pila (Pre compost)

E. Días de vertimiento de Residuos sólidos orgánicos.

Nota: Se realizó una vez por semana: lunes.

Un problema a detallar fue la baja temperatura a la hora de descomponer los residuos sólidos orgánicos esto se debe a la poca generación de residuos orgánicos generados pues el espacio de la investigación fue reducido y no ameritaba realizar pilas de compost a gran escala. Por lo cual la temperatura máxima de la pila de Compost fue de 32 °C. Con una temperatura de ambiente variable de entre 17°C a 19°C. Con fuertes vientos, y una humedad relativa entre 77% según datos del Senamhi.

#### **A. Elaboración de lechos de lombriz “Eisenia foetida”**

Se realizó varias muestras de pesaje de lombrices obteniendo 3 kg de lombrices y se coloca 1000gr de lombriz por cada cama de lombriz con una longitud de 1,2 mt x 1,2 mt y de altura: 40cm. Con peso unitario de lombriz de 0.57 gr.

Contiene un desfogue para eliminar lixiviados y a su vez es aprovechado como un fertilizante orgánico líquido que en proporciones de agua y te de humus (lixiviado de humus de lombriz) demuestran ser eficaces para las plantas; siempre y cuando se logre el balance de 1x4 de líquido (lixiviado; agua). También sirven como activadores de flores.

Una de las problemáticas es el ahogamiento de las lombrices por ello se debe calcular o mantener un 75% de humedad.

Está demostrado que el humus de lombriz roja californiana es de mejor calidad y la que más nutrientes contiene. (5 veces más nitrógeno, 7 veces más fosforo, 5 veces más potasio, 2 veces más calcio).

Procedimiento para la elaboración de Humus de lombriz a base de compost.

Se realiza el compostaje a base de residuos orgánicos domiciliarios de la zona de Campoy S.J.L.

Se calcula el pH del Pre compostaje.

Colocación de la composta (alimentación con un valor de PH Neutro) a las 3 camas de lombriz.

El estrato tiene una altura de 20 cm de altura.

Realizar riego por Goteo con agua domestica manteniendo un 75% de humedad del estrato de la cama para la lombriz roja californiana.

### Aplicación de lombrices “Eisenia foetida” y su pesaje.

**Tabla 10 – Cálculo del Peso de la Lombriz.**

<p>Peso de 1 lombriz = <math>\frac{\text{Peso total N}^\circ \text{ de lombriz}}{\text{Número total de lombriz (muestra)}}</math></p> <p>Peso de lombriz adulta = <math>\frac{4\text{gr}}{7\text{unt de lombriz}}</math></p> <p>Peso de la lombriz = 0,57</p> <p>Nota: Se realizó el pesaje en una balanza gramera de peso mínimo de 1 gr y 5000gr como máximo de peso de la balanza.</p>
---

**Fuente propia**

#### **Cálculo de camas de Lombriz:**

CL1 Contiene un área de 1,2 mt<sup>2</sup> y una altura 40cm.

CL2 Contiene un área de 1,2 mt<sup>2</sup> y una altura de 50 cm.

CL3 Contiene un área de 1,2 mt<sup>2</sup> y una altura de 40

### **Cosecha de lombriz “Eisenia foetida”.**

Se inició con modo de prueba obteniendo 500 gr de lombriz por cada 3 muestras (incluyendo lombriz, humus y compost) en el mes de enero.

Se adicioneo otro modo de prueba agregando 500gr de lombriz por 3 muestras en el mes de febrero.

#### **Es muy importante recalcar lo siguiente:**

Las lombrices adultas pesan de 0,57 hasta 1,4gramos, comiendo una ración diaria que tiende su propio peso de la cual un 55% se traduce en humus.

Por su naturaleza las lombrices colocan un capsula por lombriz, y dentro de ellos puede haber de 2 a 21 lombrices teóricamente.

Nota: Se empezó con 1kg de muestra (lombriz más humus más pre compost), (todas con 3 meses de edad, por ello cada lombriz pesa 0.57 según el peso que se realizó en la balanza.

Nota: En una muestra realizada se aproxima que cada lombriz puede colocar 1 o 2 capsula obteniéndose de 2 a 3 lombrices por cada una.

En una muestra se detectó que de cada capsula de lombriz nacieron 3 lombrices juveniles. Por ende cada 3 meses llegan a triplicarse.

### **Cálculos de cantidad de lombrices y Humus.**

El cálculo de lombrices es necesario ya que depende de ello saber qué cantidad de humus se producirá como producto final.

Nota: El peso de las lombrices varía, por ser lombrices adultas de 3 meses, se tomó un peso de 0.57gr por unidad de acuerdo al peso que se realizó en la balanza.

Al iniciar con el proyecto se colocaron 1 kg de lombrices por cada lecho, teniendo en cuenta que cada lecho contiene 30 kg de Pre compost; cada una se alimenta del 55% de su peso. Es decir en un mes se debería llegar a tener16.9 kg de Humus.

Para lo cual lo detalles se encuentran en los resultados finales del proyecto.

### **Separación de Humus y Lombriz:**

Método 1 - Se coloca una malla o un recipiente con pre compost de tal manera que pueda facilitar el paso de la lombriz hacia su alimentación.

Al notar el consumo de la pre composta por las lombrices, esto quiere decir que es eficaz y consumible por las lombrices sin ningún problema.

Luego se colocan 30 kg de pre composta para luego colocar una malla con 30kg de humus con lombrices, dejamos pasar 2 días para que las lombrices puedan bajar hacia el pre compost y empiecen a alimentarse. De esa manera se logra separar las lombrices del humus.

Una vez ya iniciada la separación del humus y las lombrices se procede a esperar de 23 a 30 días con la finalidad de que las capsulas de las lombrices eclosionen y las recién nacidas y juveniles se deriven hacia su alimentación (pre compost), de esa manera se procede con la producción neta de humus sin perdidas de lombrices.

Se realiza el mismo procedimiento para los 3 lechos.

**Figura 10: Separación de lombrices “Eisenia foetida” del humus de lombriz**



Foto propia: Humus.

### **3.1.2. Tipo de la investigación**

El presente trabajo de investigación reúne las condiciones metodológicas de una investigación del tipo “**Cuantitativo**”, porque prioriza los datos cuantitativos que son recolectados por instrumentos objetivos y de naturaleza estadística donde se busca la contrastación cuantitativa de las hipótesis. Donde la utilización de variables e indicadores es esencial a efectos de medir los cambios y las relaciones que se dan entre las variables en estudio.

**Nota: Según el Autor Dr PhD Ramón Ramírez Erazo a través de su libro proyecto de investigación en la página 198 del numeral 2 menciona los tipos de investigación por lo cual hago mención que según las condiciones que reúne este tipo de trabajo representa y/o pertenece a un tipo de investigación cuantitativa.**

### 3.1.3. Nivel de la investigación

El nivel empleado es: “**Explicativo experimental**”. Porque se trata de producir humus de lombriz “*Eisenia foetida*” a partir de residuos orgánicos por lo que las mediciones y análisis de sus parámetros es de vital importancia ya que se detecta posibles influencia entre las variables independiente, dependiente.

El desarrollo de la presente tesis muestra una “**investigación experimental**”, ya que se realizaron mediciones y controles de parámetros de: Temperatura, PH, C.E, Humedad, población, densidad de lombrices, componentes nutricionales del humus de lombriz “*Eisenia foetida*”.

Es experimental porque:

- ✓ Porqué se requiere medir las cantidades de residuos sólidos orgánicos que serán transformados a humus.
- ✓ Porqué se requiere calcular la población y biomasa de lombrices para determinar el tiempo de producción de humus.
- ✓ Porqué se requirió medir los parámetros en la pre compostación de residuos sólidos orgánicos para equilibrar la sobrevivencia en los lechos de lombrices “*Eisenia foetida*”
- ✓ Porqué se requiere mediciones de los parámetros físicos, químicos del humus de lombriz para la verificación de su calidad.

En el procedimiento general se encuentran todos los procesos de la investigación experimental.

### 3.2. Diseño de la Investigación

El diseño que se requirió es “**experimental**” entre la cantidad de residuos orgánicos como alimento para la lombriz y la producción de humus.

#### 3.2.1. Fases que comprenden:

- ✓ Recolección de residuos orgánicos (alimento de lombriz).
- ✓ Población, densidad y biomasa de lombrices “*Eisenia foetida*”.
- ✓ Producción de humus.

#### A. Fase de experimentación:

- ✓ Medición de parámetros físicos y químicos de los residuos orgánicos que son la fuente alimenticia de las lombrices roja californiana (*Eisenia foetida*).
- ✓ Medición de parámetros físicos químicos del Humus como producto final.
- ✓ Análisis de laboratorio de los componentes nutricionales del humus de lombriz.

Nota es experimental porque se aplican parámetros físicos químicos medidos en la alimentación de lombrices (residuos orgánicos) y En la muestra de humus.

### **3.2.2. Diseño de la planta**

#### **3.2.2.1. Aspectos cuantitativos**

La cuantificación del peso de los residuos sólidos orgánicos a verter dentro de las pilas de compost determina la cantidad de los residuos sólidos orgánicos compostados, como fuente de alimento para la lombriz, de acuerdo a ello determinamos la cantidad de lombrices que fueron utilizadas para la producción a humus.

Cuantificar La cantidad de residuos sólidos orgánico para determinar el pre compost

Cuantificación de la población, densidad y biomasa de la lombriz. Por lecho para determinar el tiempo de producción de humus de lombriz.

Por el cual mostramos datos de cantidades de residuos sólidos orgánicos por descomponer y presentamos las cantidades de humus de lombriz que se produjeron durante el tiempo del proyecto.

A continuación mostramos tablas de las cantidades de residuos orgánicos como fuente de alimento para la lombriz.

### A) Cantidades de residuos orgánicos como fuente alimenticia.

**Tabla 11 - Peso de residuos orgánicos**

PESO DE RESIDUOS ORGANICOS DOMICILIARIOS					
<i>Semana</i>	<b>Cant en Kg</b>	<b>Peso real</b>	<i>Semana</i>	<b>Cantidad en Kg</b>	<b>Peso real</b>
<i>S - 1</i>	12,56	12,56	S - 9	13,78	13,78
<i>S - 2</i>	11,7	11,7	S - 10	11,98	11,98
<i>S - 3</i>	11,3	11,3	S - 11	10,8	10,8
<i>S - 4</i>	11,5	11,5	S - 12	11,7	11,7
<i>S - 5</i>	11,97	11,97	S - 13	11,6	11,6
<i>S - 6</i>	12,78	12,78	S - 14	10,7	10,7
<i>S - 7</i>	11,59	11,59	S - 15	11,76	11,76
<i>S - 8</i>	14,6	14,6	S - 16	13,8	13,8
<b>Total</b>	98	98	<b>Total</b>	96,12	96,12

Fuente Propia – Datos obtenidos del pesaje semanal

**Tabla 12 - Residuos de excretas de Vacuno.**

PESO DE EXCRETAS DE GANADO VACUNO A VERTER					
<i>Semana</i>	<b>Cant en Kg</b>	<b>Peso real</b>	<i>Semana</i>	<b>Cantidad en Kg</b>	<b>Peso real</b>
<i>S - 1</i>	2	2	S - 9	2	2
<i>S - 2</i>	2	2	S - 10	2	2
<i>S - 3</i>	2	2	S - 11	2	2
<i>S - 4</i>	2	2	S - 12	2	2
<i>S - 5</i>	2	2	S - 13	2	2
<i>S - 6</i>	2	2	S - 14	2	2
<i>S - 7</i>	2	2	S - 15	2	2
<i>S - 8</i>	2	2	S - 16	2	2
<b>Total</b>	16	16	<b>Total</b>	16	16

Fuente de elaboración propia -

**Tabla 13 - Residuos de excretas de ave.**

PESO DE EXCRETAS DE AVE					
<i>Semana</i>	<b>Cant en Kg</b>	<b>Peso Real</b>	<i>Semana</i>	<b>Cantidad en Kg</b>	<b>Peso Real</b>
<i>S - 1</i>	1	1	S - 9	1	1
<i>S - 2</i>	1	1	S - 10	1,5	1,5
<i>S - 3</i>	1,2	1,2	S - 11	1,6	1,6
<i>S - 4</i>	1,5	1,5	S - 12	1,2	1,2
<i>S - 5</i>	1,4	1,4	S - 13	1,1	1,1
<i>S - 6</i>	1,2	1,2	S - 14	1	1
<i>S - 7</i>	1,6	1,6	S - 15	1,4	1,4
<i>S - 8</i>	1	1	S - 16	1	1
<b>Total</b>	9,9	9,9	<b>Total</b>	9,8	9,8

Fuente de elaboración propia

## B) Cantidad de lombrices a utilizar

3 kg de lombriz en total

1kg en Lecho de lombriz 1.

1Kg en Lecho de lombriz 2.

1kg en Lecho de lombriz 3.

Peso de lombriz unitaria es:

0.57 gr.

Nota: El peso se detalla en el procedimiento general de la investigación.

Total de lombrices aplicadas por cada CL es de: 1754 lombriz aproximado.

Se compró aproximadamente lombrices de 3 meses.

Se pesaron un total de 1kg de lombriz por cada 30 kg de pre compostaje (alimento).

## C) Producción de Humus de lombriz.

**Tabla 14 - Cálculos proporciones para la elaboración de Humus de lombriz**

<i>MUESTRA</i>	Cantidad en kg/CL	Cantidad de lombriz.	Cantidad de alimento de Lombriz al mes.	Cantidad de Humus generado en un mes.
<i>Lecho - N° 1</i>	1000gr	1754	30 kg	16.5 kg
<i>Lecho - N° 2</i>	1000gr	1754	30 kg	16.5 kg
<i>Lecho - N° 3</i>	1000gr	1754	30 kg	16.5 kg
<i>Total</i>	3000gr	5263	90 kg	49.5 Kg

Fuente – Propia – Datos según cálculos de peso de lombriz.

Nota: para un dato más exacto se pesaron 30 kg de alimento de lombriz (Pre compost) por cada CL y se aplicaron 1000 gr de lombrices es decir 1754 lombriz por CL.

**Total aparente de producción de humus de lombriz “Eisenia foetida”.**

**49.5 Kg de Humus de lombriz por mes**

Si multiplicamos 49.5kg por el tiempo de marzo abril, Mayo, Junio, 2da semana de julio.

Se produjeron alrededor de 198 kg a más. De humus de lombriz.

### 3.2.3. Diseño experimental

#### I. Realización del proyecto experimental

Se le dice experimental porque al aprovechar los residuos orgánicos como fuente de alimento para las lombrices, se requiere analizar los parámetros físicos y químicos durante el proceso de descomposición, tales como: pH, temperatura, humedad. Y el tiempo en el que se demora en transformar a alimento para la lombriz.

El peso de la lombriz unitaria es de 0.57 gr, los detalles de su procedimiento de pesaje se encuentran en el procedimiento general.

Para la transformación a humus dependerá mucho de la aplicación de cantidad de lombrices al sustrato (pre compost), ya que el abono o defecación de la lombriz es humus.

Como también depende el tipo de lombrices, pues se ha demostrado que solo las lombrices rojas californianas y las africanas son resistentes; y en el caso de este proyecto de investigación aplicamos las lombrices rojas californianas *Eisenia foetida*. Por los cuales demanda parámetros estrictos en pH, temperatura y humedad para su sobrevivencia.

Los residuos sólidos orgánicos al descomponer y al llegar a una temperatura entre 6.5 a 8.7 de pH quiere decir que es aceptable y comestible por la lombriz.

En el factor humedad las lombrices resisten entre 60% a 75%. Es un factor indispensable, ya que si llegara a sobrepasar su humedad, podría haber muerte de lombrices y pérdidas en la producción de humus.

Como también es indispensable la temperatura en la alimentación de la lombriz ya que la temperatura máxima en la sobrevivencia de la lombriz debe ser de 35°C a 40°C.

La Temperatura máxima y mínima del sistema pre compostado del presente proyecto es de: 33,1°C a 19 °C durante la época de invierno.

Temperatura del alimento de la lombriz fue de 17 a 19°C. Variando en los días de sol o de radiación.

Para la medición de la calidad de la lombriz se tomaron las medidas de los componentes nutricionales del humus, para lo cual se tomó una muestra de 1kg de humus de lombriz y fue analizada en el laboratorio de la UNALM.

**Nota 1:** Durante los meses de enero, febrero y quincena de marzo se aplicó a modo de prueba.

**Nota2:** se le agrego mayor cantidad de agua, para facilitar el desfogue de los ácidos húmicos y fulvicos que se forman dentro de la pila.

### 3.2.4. Procedimiento Experimental para la medición de parámetros.

#### A. Muestras de agua para solución diluyente:

Se tomaron muestras de soluciones de agua hervida, agua mineral y agua potable.

Con la finalidad de tener una muestra mucho más exacta en la disolución de muestras con sustrato; diluimos agua mineral el cual contiene un pH de 6,8 según el pH metro; de igual forma analizamos el proceso con papel tornasol asemejándose al valor de la muestra.

**Figura 11 – pH del agua de riego para el sustrato**



**Fuente Propia**

#### B. Muestreo de pH

Para la medición de pH del pre compostaje se tomó en cuenta desde el mes de mayo hasta la 15na de julio.

Las mediciones fueron mensuales para la verificación del proceso de descomposición de residuos orgánicos. Ya que cada mes se alimenta a las lombrices. Colocando

suficiente residuos orgánicos para su supervivencia y agilizar su reproducción ya que tienen la característica de ser auto regulables.

Medición:

Se diluyó una muestra de 50gr de R.O y 100ml de agua con pH de 6,8 obteniendo un pH mensual de la descomposición de residuos orgánicos de entre 7.77 con una temperatura de 25,4°C.

**Figura 12 - Mediciones de pH**



Fuente de elaboración propia

Nota - Medición de pH del sustrato – Humus de Lombriz Eisenia Foetida.

Nota - Para la medición de humus se midió con agua destilada.

**Figura 13 - Análisis de mediciones (Campo)**



Fuente propia. – Los datos de pH del humus se encuentran en la ficha de laboratorio como anexo.

### **3.3. Hipótesis de la investigación**

#### **3.3.1. Hipótesis general**

Es posible la producción de humus de lombriz “*Eisenia foetida*” a través de residuos sólidos orgánicos domiciliarios y excretas de animales a nivel laboratorio.

#### **3.3.2. Hipótesis específicas.**

H específico 1. Los resultados de las características y propiedades físicas y químicas de residuos orgánicos son eficaces para la producción de Humus.

H específico 2. Se debe realizar pre compostaje de los residuos sólidos orgánicos.

H específico 3. Si es posible encontrar la eficiencia del proceso.

### 3.4. Variables

#### 3.4.1 Variable independiente (X)

**(x) Residuos sólidos orgánicos domiciliarios y excretas de animales, a nivel laboratorio.**

##### **Definición Conceptual.**

La cantidad de residuos orgánicos que se presentan dentro de un proceso de pre compostaje.

##### **INDICADORES:**

##### **Relación C/N.**

Indicador:

Formula de Walkley y Black para hallar la relación C/N. su rango debe ser de 9 a 13 y se requiere de los siguientes datos:

**% de N:** Se encuentra dentro de los rangos de 1,5 hasta 3,35 según los parámetros.

**% de C:** Se encuentra dentro de los rangos de 8,7 hasta 38,8. Son esenciales para hallar

##### **Temperatura del proceso de pre compostaje.**

Indicador.

Temperatura de los lechos. De lombriz; el rango de temperatura es el de ambiente, es decir que puede soportar temperaturas de 17 a 30 °C.

##### **Acidez (pH)**

Indicador:

La Acidez del precompostaje

La acidez del pre compostaje en los lechos de lombriz para transformar a humus, Se debe encontrar dentro de un rango entre 6,8 a 7,5.

### **Cantidad de lombriz.**

Indicador.

#### **Kg de lombrices por lecho:**

Estas tienden a triplicarse es decir de 1kg de lombriz pueden haber 3kg de cada 2 a 3 meses según su forma de vida de la lombriz.

Se encuentra entre 1000 a 1754 lombrices. Y digieren el 55% de su peso diariamente.

#### **Humedad:**

La humedad se debe encontrar en un rango de 75% en el sistema de precompostaje y en los lechos de lombriz para su sobrevivencia.

### **3.4.2. Variable dependiente (Y)**

#### **(y) Producción de Humus de lombriz Eisenia Foetida.**

Humus es un fertilizante orgánico que sirve para aportar nutrientes de tal manera que favorece el crecimiento y resistencia de las plantas.

#### **INDICADORES:**

##### **Cantidad del sustrato de pre composta.**

La cantidad del sustrato de Pre compost que se forma cada mes son vertidos de acuerdo a un control de pesaje. Por cada lecho de lombriz, el cual

### **Nutrientes (nitritos y nitratos, proteínas)**

Indicador:

**% de Nitrógeno** se debe encontrar en rango de 1,5 hasta 3,35 según los parámetros.

**P:** Su rango es de: 700 a 2500ppm y debe ser controlado ya que en medidas altas produce quemaduras de raíces a las plantas, ya que es un componente que ayuda a desarrollar las raíces de las plantas.

**K:** su rango es de 4.400 a 7.700 PPM ya que Aumenta el rendimiento y la calidad de la cosecha.

### **Desarrollo de la lombriz**

Indicador:

Aceleramiento de crecimiento y reproducción de lombriz.

La aceleración del crecimiento de la lombriz depende de los factores climáticos y parámetros de  $pH$ , humedad, Temperatura.

### **Cantidad de humus.**

Indicador:

#### **Kg de Humus**

Por su naturaleza el 55% de los residuos digeridos por la lombriz es humus.

La cantidad de humus por semana y por mes se encuentran entre los rangos de 16,5 hasta 49,5.kg.por mes.es decir que de marzo a julio se debe encontrar entre los 200 a 300kg.

.

### 3.4.3. Operacionalización de variables.

**Tabla 15 - Operacionalización de Variables**

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES				
Variable	Definición Conceptual.	Definición operacional	Dimension.	Indicadores
<b>(X) Residuos sólidos orgánicos domiciliarios y excretas de animales.</b>	La cantidad de residuos solidos organicos que se presentan dentro de un proceso de pre compostaje.	La generacion de residuos solidos orgánicos se precomposta para ser digerida por lombriz.	Proceso de Precompostaje	Tipo y tamaño de Residuos O. domesticos, estiercol de vaca y estiercol de ave.
		De acuerdo a la proporcion o relación de C/ N de la materia orgánica. Determinara la cantidad de nutrientes en el humus.	% de N , % de C	Rango de 9 a 13
		Los residuos orgánicos se precompostan de acuerdo a su elevada temperatura.	Precomposta	Temperatura de 17 a 35°C
		La acidez del sustrato depende del tipo de tratamiento de R.S.O.	Lecho de lombriz	Acidez del sustrato 6,5 a 8,5
		Cantidad de y la eficiencia de la lombriz que se encuentran en los lechos de la lombriz para generar humus en menor tiempo.	Lechos de lombriz	Inoculo de lombriz Eisenia foetida. De 3 a 6kg.
		Se requiere el control de humedad en los procesos de precompostaje y lechos de lombriz para su sobrevivencia	Lechos de lombriz	Humedad de 75%
<b>(Y) Producción de humus de lombriz "Eisenia foetida"</b>	Humus es un fertilizante organico que sirve para aportar nutrientes de tal manera que favorece el crecimiento y resistencia de las plantas	La cantidad del sustrato de pre compostaje depende de residuos sólidos orgánicos que se genera semana tras semana.	Pre compostaje	Sustrato de pre composta.
		El porcentaje de Nutrientes depende del tipo y cantidad de residuos sólidos orgánicos.	Humus	Nutrientes (% de N,P,K, oxido fosforico, oxido de potacio, Calcio, oxido de magnesio.
		El desarrollo de las lombrices depende del control de los parametros de pH, humedad del lecho , y los tipos de residuos sólidos orgánicos degradados.	Lechos de lombriz	Desarrollo de la lombriz
		La producción del humus depende de la canidad de residuos orgánicos y de la eficiencia del tiempo de degradación por la lombriz	Humus	Cantidad de humus kg/mes

Fuente de elaboración propia.

### 3.5. Cobertura del estudio

#### 3.5.1 Universo.

La producción de humus de lombriz comprende desde el aprovechamiento de R.O el cual pasara por un proceso de pre compostaje que servirá como fuente alimenticia para las lombrices rojas californianas *Eisenia foetida*; Estas lombrices se encargaran de procesarlo en sus intestinos para luego convertirlo en Humus de calidad.

Para investigar la calidad de producción de humus de lombriz se requirió analizar 1kg de la muestra de Humus, (Análisis físicos y químicos tomados directamente en campo y análisis de los componentes nutricionales tomados en laboratorio)

#### 3.5.2. Población

La investigación se encuentra ubicada en el domicilio de la asociación de Ricardo palma, Campoy, San Juan de Lurigancho. Contiene un clima húmedo, su temperatura varía por épocas de invierno y verano, teniendo en cuenta que la temperatura de ambiente entre mínima y máxima se encuentran entre: 15°C y 30°C.

El domicilio donde se realizó el proyecto tiene un área de 12m<sup>2</sup>. Por el cual solo se representa o se toma en cuenta a la cantidad de domicilios tratados que son 3, ya que cada domicilio cuenta con un total de 4, 5, 6, personas. Teniendo un total de 15 personas, pues de ellos se obtiene los residuos orgánicos.

Se considera también a la cantidad excretas de ganado vacuno y aves. Solo se considera las cantidades obtenidas de la granja, pues solo obtuvimos 2 kg por semana de ganado vacuno y de 1 a 2 kg de excreta de ave de domicilio por semana.

Nota: En esta presente tesis se recalca a los residuos orgánicos como un todo).

### 3.5.3. Muestra

La muestra a estudiar son los residuos orgánicos que son recolectados semanalmente por las 3 viviendas que suman un total de 15 Personas y una cantidad de R.O de entre 9 a 11 kg más la cantidad de excretas de ganado vacuno y ave. A la semana. Que se vierten en la pila compostera cada semana, este pre compostado sirve como alimentación para la lombriz para transformarlo a humus del cual se utiliza 1kg del humus para derivarlo a laboratorio y analizar sus componentes nutricionales y parámetros físicos y químicos del producto final (Humus).

Muestras:

- ✓ Lecho de lombriz 1 con pre compost para la producción de Humus.
- ✓ Lecho de lombriz 2 con Pre compost para la producción de humus.
- ✓ Lecho de lombriz 3 con pre compost para la producción de humus.

### **3.6. Técnicas e instrumentos.**

#### **3.6.1. Técnicas e instrumentos**

##### **Observación**

##### **Medios – Estructurada**

Las técnicas a emplear en la recolección de información son:

##### **Fichaje**

- ✓ Datos de Toma de muestra medidas en laboratorio
- ✓ Fichas de datos de Monitoreo de campo (Temperatura, pH, CE, Humedad Pre Compost y humus)

##### **Pre Campo**

- ✓ Recolección de Información de datos.
- ✓ Diseño de armado del plano de ubicación de la investigación del presente trabajo.
- ✓ Cámaras fotográficas.
- ✓ Participación como centro de apoyo.

##### **Campo**

- ✓ Construcción del diseño de la pequeña planta
- ✓ Toma de muestras del: Pre compost, Humus).
- ✓ Mediciones de Temperatura, Humedad del sustrato, pH, CE.

##### **Gabinete**

- ✓ Datos y resultados a obtener de la muestra del antes el después.

### 3.6.2. Fuentes

#### A - Proporción de residuos orgánicos que se vierten a la pila compostera.

**Tabla 16 – Recopilación de Residuos orgánicos domiciliarios**

PESO DE RESIDUOS ORGANICOS DOMICILIARIOS					
<i>Semana</i>	<b>Cant en Kg</b>	<b>Peso real</b>	<i>Semana</i>	<b>Cantidad en Kg</b>	<b>Peso real</b>
<i>S - 1</i>	12,56	12,56	S - 9	13,78	13,78
<i>S - 2</i>	11,7	11,7	S - 10	11,98	11,98
<i>S - 3</i>	11,3	11,3	S - 11	10,8	10,8
<i>S - 4</i>	11,5	11,5	S - 12	11,7	11,7
<i>S - 5</i>	11,97	11,97	S - 13	11,6	11,6
<i>S - 6</i>	12,78	12,78	S - 14	10,7	10,7
<i>S - 7</i>	11,59	11,59	S - 15	11,76	11,76
<i>S - 8</i>	14,6	14,6	S - 16	13,8	13,8
<b>Total</b>	98	98	<b>Total</b>	96,12	96,12

Fuente de elaboración propia

#### 1. Tabla 17 – Residuos excretas de vaca.

PESO DE EXCRETAS DE GANADO VACUNO A VERTER					
<i>Semana</i>	<b>Cant en Kg</b>	<b>Peso real</b>	<i>Semana</i>	<b>Cantidad en Kg</b>	<b>Peso real</b>
<i>S - 1</i>	2	2	S - 9	2	2
<i>S - 2</i>	2	2	S - 10	2	2
<i>S - 3</i>	2	2	S - 11	2	2
<i>S - 4</i>	2	2	S - 12	2	2
<i>S - 5</i>	2	2	S - 13	2	2
<i>S - 6</i>	2	2	S - 14	2	2
<i>S - 7</i>	2	2	S - 15	2	2
<i>S - 8</i>	2	2	S - 16	2	2
<b>Total</b>	16	16	<b>Total</b>	16	16

Fuente de elaboración Propia

**Tabla 18 – Residuos de excretas de aves**

PESO DE EXCRETAS DE AVE					
<i>Semana</i>	<b>Cant en Kg</b>	<b>Peso Real</b>	<i>Semana</i>	<b>Cantidad en Kg</b>	<b>Peso Real</b>
<i>S - 1</i>	1	1	S - 9	1	1
<i>S - 2</i>	1	1	S - 10	1,5	1,5
<i>S - 3</i>	1,2	1,2	S - 11	1,6	1,6
<i>S - 4</i>	1,5	1,5	S - 12	1,2	1,2
<i>S - 5</i>	1,4	1,4	S - 13	1,1	1,1
<i>S - 6</i>	1,2	1,2	S - 14	1	1
<i>S - 7</i>	1,6	1,6	S - 15	1,4	1,4
<i>S - 8</i>	1	1	S - 16	1	1
<b>Total</b>	9,9	9,9	<b>Total</b>	9,8	9,8

Fuentes de elaboración Propia

En los datos de las tablas se detalla las cantidades de residuos orgánicos que son vertidos a las pilas de pre compost como fuente de alimento para la lombriz.

Cálculo de sumatoria total de residuos orgánicos que fueron vertidos en la pila de compostaje

**Tabla 19 Residuos generales.**

RESIDUOS ORGANICOS	Total
R.O Domiciliario	194,12
Excretas de vacas	32
Excretas de ave	19,7
Adicional	71,6
Total	317,42

Fuente de elaboración propia

Se detalla los tipos de residuos que se utilizaron para Pre compostar.

**Nota: Se utilizaron 200kg de aserrín en el proceso de pre compostado durante los meses del estudio.**

**Sumatoria total de R.O.**

**Tabla 20 – Sumatoria de R.O por semanas**

Numero de semanas	$\Sigma$ R.O
1	15,56
2	14,7
3	14,5
4	15
5	15,37
6	15,98
7	15,19
8	17,6
9	16,78
10	15,48
11	14,4
12	14,9
13	14,7
14	13,7
15	15,16
16	16,8
17	35,3
18	36,3
TOTAL	317,42

Fuente de elaboración Propia

## B - Mediciones de temperatura

Medidas de temperatura del sustrato del Pre compost - Mes 1 – Mayo; Mes 2 – Junio, Mes –Julio.

**Tabla 21 - Temperatura de Pre compost.**

DIAS - TEMPERATURA DEL SUSTRATO - COMPOST - MAYO - JUNIO - JULIO																																	
	MES 1 - Mayo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31,0	
	Tem ambiente.	22,4	19,0	19,5	20,2	22,0	20,0	19,0	20,0	23,0	23,0	23,0	21,0	23,0	22,0	19,0	17,1	24,0	23,0	24,0	23,0	24,0	23,0	20,0	20,1	20,1	19,9	20,1	20,3	20,4	21,0		
Mayo	T1	32,0	29,8	26,9	25,0	28,0	27,6	25,0	23,0	23,9	25,2	38,0	25,9	24,5	24,3	24,0	32,5	30,2	30,5	31,0	28,9	27,8	24,1	28,0	23,5	28,0	28,0	27,6	28,1	27,5	26,8	26,1	
	T2	34,0	32,7	30,6	30,0	26,0	26,9	25,3	23,2	25,7	27,4	28,7	25,7	23,5	25,1	24,0	33,4	29,8	32,7	30,5	28,7	26,5	25,7	27,0	22,0	26,0	27,2	26,9	26,3	26,4	27,5	26,3	
	T3	31,2	30,5	30,4	27,0	26,0	26,5	25,7	21,1	27,3	28,6	28,9	26,7	25,6	26,4	22,1	29,5	32,2	32,0	29,6	27,8	25,5	26,7	27,5	20,0	21,7	26,0	26,5	27,7	27,0	26,1	24,1	
	T4	32,5	31,9	29,7	28,0	31,9	31,2	28,6	23,2	29,2	30,1	32,4	29,2	26,6	25,6	26,9	33,1	32,9	33,0	28,0	26,2	25,6	27,7	28,0	22,5	26,0	31,9	31,2	29,6	27,9	25,3	24,8	
	Temperatura promedio	32,4	31,2	29,4	27,5	28,0	28,1	26,2	22,6	26,5	27,8	32,0	26,9	25,1	25,4	24,3	32,1	31,3	32,1	29,8	27,9	26,4	22,7	27,6	22,0	25,4	28,3	28,1	27,9	27,2	26,4	25,3	
	MES 2 - Junio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22,7	23	24	25	26	27	28	29	30		
	Tem ambiente.	19,2	19,0	19,5	19,0	19,5	20,0	19,0	20,0	18,6	19,5	20,0	19,5	19,5	19,5	19,0	17,1	17,1	17,0	20,0	19,5	19,5	22,7	18,7	19,0	18,7	18,1	17,3	17,6	17,5	18,6		
JUNIO	T1	27,0	25,8	23,6	21,0	28,0	27,6	26,1	26,5	24,8	23,6	21,9	25,9	24,5	23,1	23,0	22,5	23,5	22,2	21,9	23,9	22,8	22,7	24,5	23,5	28,0	28,0	27,6	26,1	25,5	24,8		
	T2	28,4	26,5	24,9	22,0	26,0	26,9	25,3	25,4	25,5	24,9	24,0	25,7	23,5	23,1	24,0	23,4	22,0	22,5	24,0	21,7	22,5	22,7	22,1	22,0	26,0	26,0	25,9	25,3	25,4	25,5		
	T3	24,0	24,1	23,5	21,0	26,0	25,5	24,3	24,0	24,1	23,6	22,0	26,7	25,5	22,1	22,1	24,0	20,0	21,1	22,0	21,7	21,5	22,7	22,0	20,0	21,7	26,0	25,5	24,7	24,0	24,1		
	T4	26,0	24,0	23,0	21,6	31,9	31,2	29,6	27,0	24,3	25,9	20,9	27,2	26,6	26,1	26,9	24,2	22,5	22,3	20,9	21,2	21,6	22,7	22,6	22,5	26,0	31,9	31,2	29,6	27,9	24,3		
	Temperatura promedio	26,4	25,1	23,8	21,4	28,0	27,8	26,3	25,7	24,7	24,5	22,2	26,4	25,0	23,6	24,0	23,5	22,0	22,0	22,2	22,1	22,1	22,7	22,8	22,0	25,4	28,0	27,6	26,4	25,7	24,7		
	MES3 - Julio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22,0	23	24	25	26	27	28	29	30	31,0	
	Tem ambiente.	19,5	19	19,4	20,4	19,2	18,6	17,9	17	18	17	17	18	18	18	18	19																
Julio	T1	23,6	20,3	24,6	23,7	25,6	25,7	27,5	28,2	27,2	21,9	24,7	27,5	31,4	27,2	28,3	27,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	T2	24,6	21,7	25,5	22,9	24,1	23,6	25,4	27,1	26,4	21,9	23,1	27	32,2	27,1	27,4	28,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	T3	23,5	22,1	25,8	23,9	28,9	26,9	26,8	27,9	25,6	21	27,5	28,8	30,1	26,9	25,1	23,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	T4	25,9	23,1	27,9	22,9	29,3	29,7	31,9	31,5	27,6	22,6	25,3	31,5	29,4	25,9	26,4	27,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Temperatura promedio	24,4	21,8	25,95	23,35	26,98	26,48	27,9	28,68	26,9	21,85	25,2	28,7	30,8	26,8	26,8	26,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fuente de elaboración Propia

En los datos muestra las temperaturas que fueron tomadas durante el proceso de Pre compost entre las horas de: 3 a 4 pm. Y notamos unas bajas temperaturas ya que el proyecto fue realizado en invierno.

**Tabla 22 – Temperatura de CL1 – CL2 –CL3**

DIAS - TEMPERATURA DEL SUSTRATO –CL - HUMUS - MAYO - JUNIO - JULIO																															
MES 1 - Mayo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
M	T1 - CL1	18,1	19,0	18,0	20,2	19,1	19,3	19,0	18,0	19,0	20,0	18,0	19,0	19,3	19,3	18,1	17,2	17,9	17,8	20,2	19,1	19,3	19,1	18,2	18,1	18,7	18,0	17,0	19,8	18,2	18,3
	T2 - CL2	18,7	18,9	17,9	20,5	19,0	19,2	20,2	17,9	18,6	19,3	17,3	18,5	18,3	18,3	17,7	17,1	17,2	17,6	20,5	19,0	19,2	18,4	17,2	17,4	18,0	18,0	17,5	21,1	18,6	18,3
	T3 - CL3	19,0	20,0	19,5	20,0	19,5	19,0	19,3	19,4	20,0	19,3	17,0	19,0	19,1	19,0	18,6	18,2	17,9	17,5	20,0	19,5	19,0	18,2	17,6	18,1	18,4	18,6	18,1	21,5	19,2	19,6
	Temperatura promedio en CL	18,6	19,3	18,5	20,2	19,2	19,2	19,5	18,4	19,2	19,5	17,4	18,8	18,9	18,9	18,1	17,5	17,7	17,6	20,2	19,2	19,2	18,6	17,7	17,9	18,4	18,2	17,5	20,8	18,7	18,7
MES 2 Junio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
JN	T1 - CL1	18,1	19	18	20,2	19,1	19,3	19	18	19	20	18	19	19,3	19,3	18,1	17	17,9	17,8	20,2	19,1	19,3	19,1	18,2	18,1	18,7	18	17	19,8	18,2	18,3
	T2 - CL2	18,7	18,9	17,9	20,5	19	19,2	20,2	17,9	18,6	19,3	17,3	18,5	18,3	18,3	17,7	17	17,2	17,6	20,5	19	19,2	18,4	17,2	17,4	18	18	17,5	21,1	18,6	18,3
	T3 - CL3	19	20	19,5	20	19,5	19	19,3	19,4	20	19,3	17	19	19,1	19	18,6	18	17,9	17,5	20	19,5	19	18,2	17,6	18,1	18,4	18,6	18,1	21,5	19,2	19,6
	Temperatura promedio en CL	18,6	19,3	18,5	20,2	19,2	19,17	19,5	18,43	19,2	19,5	17,43	18,83	18,9	18,87	18,13	18	17,67	17,63	20,23	19,2	19,17	18,57	17,67	17,87	18,4	18,2	17,53	20,8	18,67	18,733
MES3 - Julio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
JL	T1 - CL1	19,2	19,3	19,4	18,9	19,2	19,3	19,3	17,9	18,5	19,2	19,2	18,1	18,2	19,0	19,1	18,6	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T2 - CL2	18,3	19,8	18,7	20,3	19,3	19,1	20,2	17,8	20,1	18,7	19,1	18,0	19,4	18,0	18,0	18,4	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T3 - CL3	19,0	19,3	18,8	20,1	18,4	19,2	20,2	19,1	19,7	18,3	19,0	19,0	19,6	18,6	19,0	18,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Temperatura promedio en CL	18,833	19,5	19	19,8	18,97	19,2	19,9	18,27	19,43	18,7	19,1	18,37	19,1	18,53	18,7	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente de elaboración propia

**Nota:** En los datos muestra resultados de temperatura de la materia convertida en humus por dichas lombrices, la temperatura representada se asemeja a las temperaturas de ambiente puesto que ya no ocurre el proceso descomposición.

## C – Mediciones de conductividad eléctrica.

**Tabla 23 – Mediciones de conductividad Eléctrica.**

CONDUCTIVIDAD ELECTRICIDAD - PRE COMPOST Y HUMUS					
	MES 1	Pre Compos	Humus	Lixiviado de Pre compost	lixiviado de humus
MES Mayo	CE - CL promedio	524x10	102x10	520x10	102x10
MES Junio	CE - CL promedio	659x10	128x10	606x10	123x10
MES Julio	CE - CL promedio	322x10	239x10	340x10	244x10

Fuente de elaboración propia

La muestra del humus representa un sustrato blando por la cual no contiene altos contenidos en minerales que puedan afectar en el crecimiento de los cultivo o de las plantas.

## Índice de conductividad Eléctrica

**Tabla 24-Índice de C.E.**

EC	1°f = 20us/cm	
Us/cm	1°f = 10 ppm de (CaCo3)	
0 -140	0 – 7	Muy blanda
140 - 300	7 - 15	Blanda
300 - 500	15 - 25	Ligeramente dura
500 - 640	25 - 32	Moderadamente Dura
640 - 840	32 - 42	Dura
Mayor a 840	Superior a 42	Muy dura

Fuente: Manual de C.E del instrumento.

La conductividad representa la salinidad del sustrato.

## D - Mediciones de pH del sustrato por cada fin de mes

pH – Pre Compost (Alimento de lombriz)

**Tabla 25 Mediciones mensuales de pH del pre compost**

MEDICION DE PH - PRE COMPOST						
	Mes 1	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
Sustrato de compost	pH - 1	8,6	7,8	8,0	8,3	8,5
	pH - 2	8,4	8,0	8,0	8,1	7,9
	pH - 3	8,4	7,8	8,1	8,4	8,1
	pH - 4	8,4	7,3	8,0	8,3	7,5
	pH - PROMEDIO	8,5	7,7	8,0	8,3	8,0

Fuente de elaboración propia.

**Nota:** La medición de Pre compost se realizó cada fin de mes por lo cual los datos muestran una eficacia en el alimento de las lombrices.

pH – Humus de CL 1;2;3.

**Tabla 26 – Mediciones mensuales de pH – Humus de lombriz**

MEDICIONES DE PH - HUMUS DE LOMBRIZ						
	MES 1	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
Sustrato de Humus de lombriz	pH - CL1	7,5	7,5	8,4	8,2	8,1
	pH - CL2	7,0	7,0	7,9	8,4	8,2
	pH - CL3	7,0	7,0	7,9	8,3	7,4
	pH - PROMEDIO	7,2	7,2	8,1	8,3	7,9

Fuente de elaboración propia.

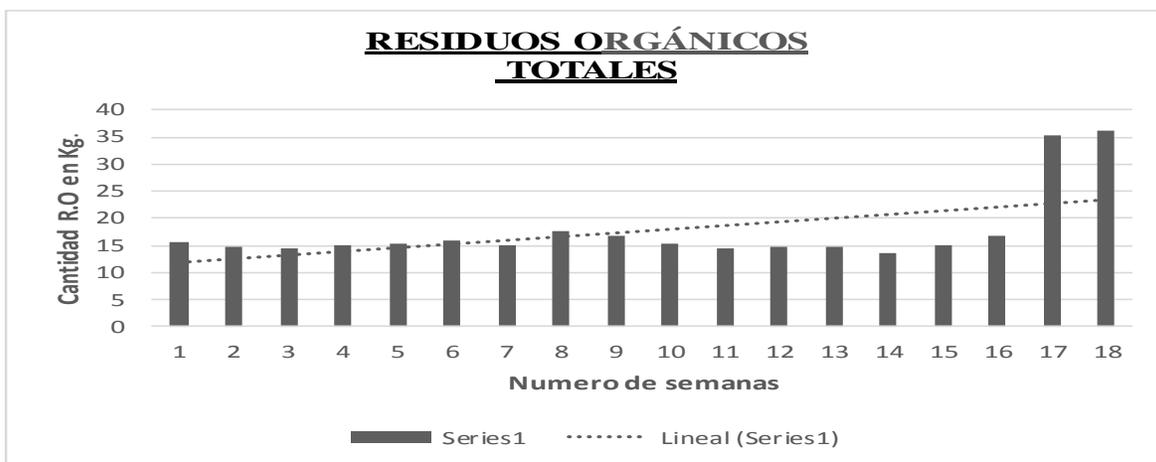
**Nota:** En los datos representados; se muestra los resultados obtenidos de las mediciones realizadas en campo durante cada fin de mes.

### 3.7. Procesamiento estadístico de la información

#### 3.7.1. Estadísticos

##### A - Residuos orgánicos totales.

**Figura 14 - Estadística de Residuos orgánicos totales.**

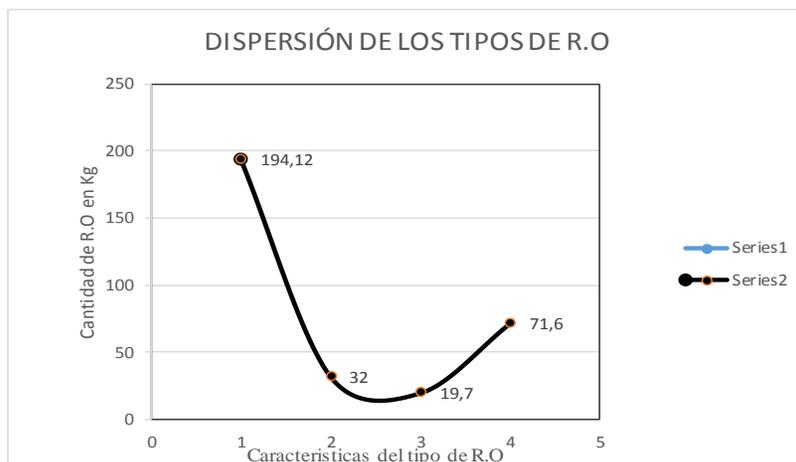


Fuente de elaboración Propia

Nota: La cantidad de residuos orgánicos vertidos se refiere a toda la carga orgánica (no cocida). Que se vierten durante la semana siendo controlado por el tipo y peso de los R.O.

##### B- Dispersión de los tipos de R.O.

**Figura 15 - Dispersión del tipo de R.O.**



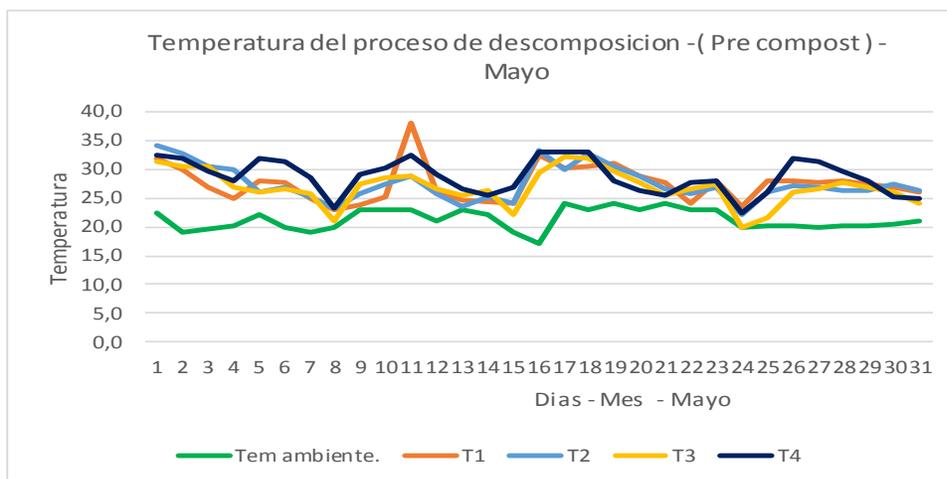
Fuente de elaboración Propia

Nota: En el grafico muestra la dispersión de la cantidad real de los tipos de R.O que se utilizó en este presente proyecto como fuente alimenticia para las lombrices "Eisenia foetida".

### 3.7.2. Representación

#### A. Temperaturas durante el proceso de descomposicion ( Pre compost)

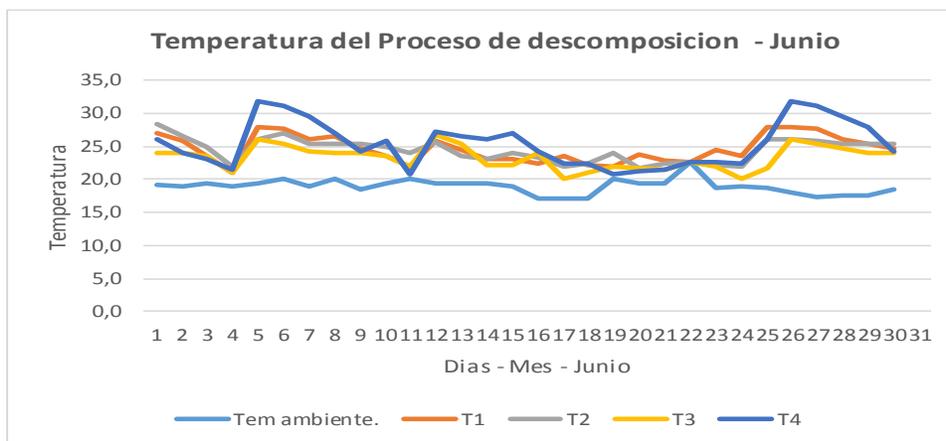
**Figura 16 - Temperatura de pre compost – mayo**



Fuente de elaboración propia

**Nota:** En este grafico notamos una temperatura mayor a 35°C esto es posible ya que en el mes de mayo la radiación solar es un poco intensa, por lo que el proceso de descomposición también elevó su temperatura.

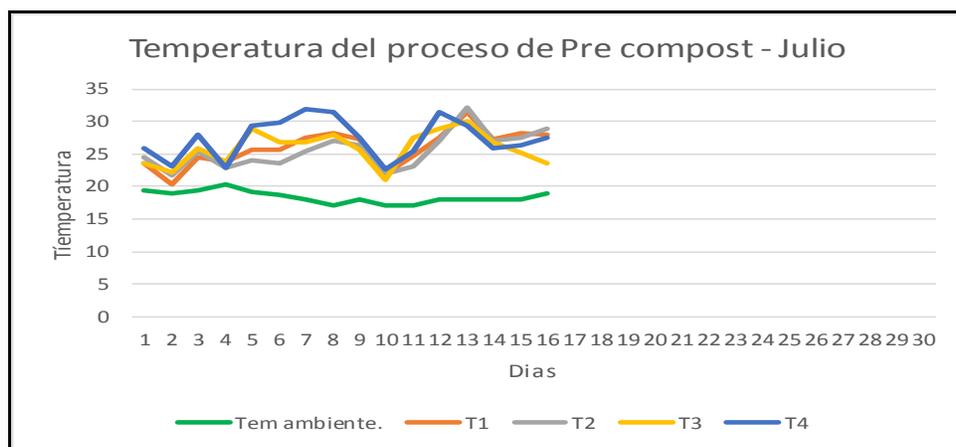
**Figura 17 - Temperatura - junio**



Fuente de elaboración propia

**Nota:** En este grafico se puede demostrar que las temperaturas en el proceso de descomposición no son muy elevadas; esto se debe al clima, a la velocidad del viento, y a la poca radiación solar.

**Figura 18 - Temperatura Julio**

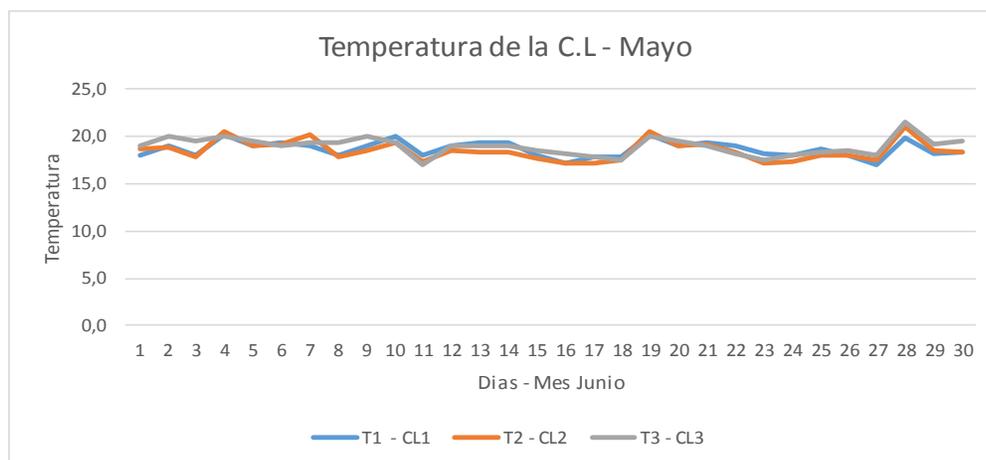


Fuente de elaboración propia

**Nota:** El nivel de temperatura máxima y mínima varían de acuerdo a la cantidad de R.O que se vierte en la pila compostera. Y al tiempo de descomposición.

## B. Temperaturas durante el proceso de transformación a humus de Lombriz.

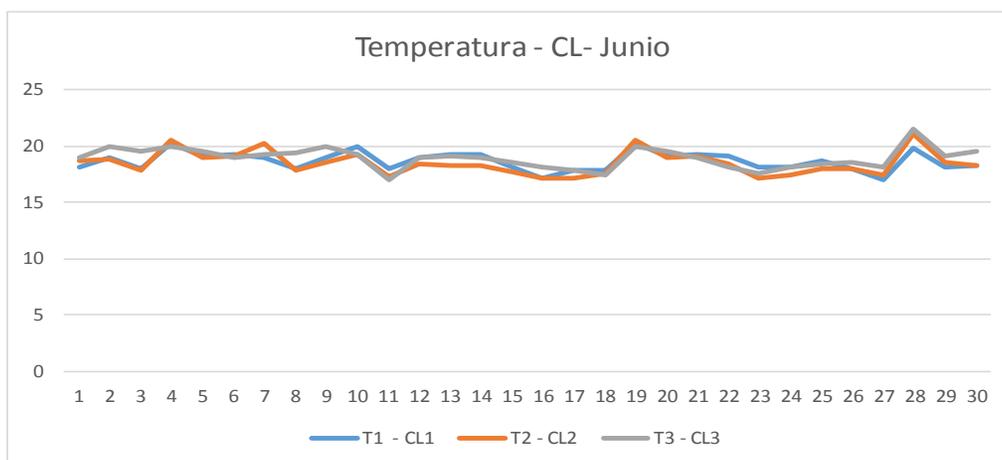
**Figura 19 - Temperatura CL- Mayo**



Fuente de elaboración propia.

**Nota:** En esta representación notamos que las temperaturas se asemejan a la temperatura de ambiente, es adecuada para la lombriz ya que durante esta etapa ella se encarga de realizar el trabajo de transformación a humus.

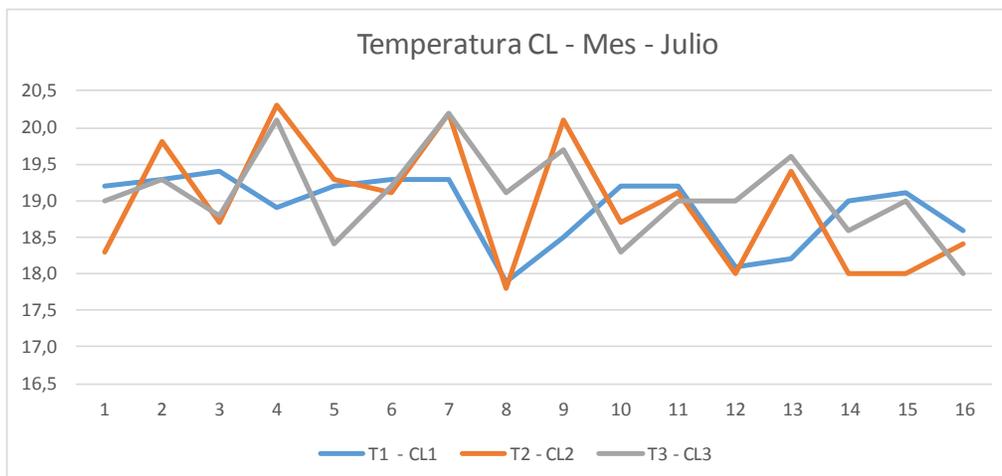
**Figura 20 - Temperatura CL – junio**



Fuente de elaboración propia.

**Nota:** Las temperaturas son bajísimas, aunque siendo factible para las lombrices. Cabe resaltar que durante el invierno la producción de lombrices es baja.

**Figura 21 - Temperatura de CL – Julio.**



Fuente de elaboración propia

**Nota:** Los niveles de temperatura se encuentran casi congruente a la temperatura del ambiente es decir que dentro de las CL 1, CL2 y CL3 La temperatura es adecuada para las lombrices ya que ellas transformaran dicha materia a HUMUS. .

### 3.7.3. Técnica de comprobación de la hipótesis.

Se comprobó mediante la Prueba de Pearson (Correlación R de Pearson)

Ya que determinaremos las cantidades a relacionar entre los Residuos sólidos orgánicos y la cantidad de humus que se generara.

#### Prueba de Pearson.

**Tabla 27- C de Pearson.**

Variabes				X		Y	
Meses de recoleccion	Fechas	Cant de personas	Nº de Semanas	Cantidad de Residuos organicos	Cantidad de Lombrices	Cantidad de Humus de lombriz	Cantidad de Humus al mes
Marzo	Semana 1	15	1	15,56	3	11,55	46,2
	Semana 2	15	2	14,7	3	11,55	
	Semana 3	15	3	14,5	3	11,55	
	Semana 4	15	4	15	3	11,55	
Abril	Semana 5	15	5	15,37	3	11,55	46,2
	Semana 6	15	6	15,98	3	11,55	
	Semana 7	15	7	15,19	3	11,55	
	Semana 8	15	8	17,6	3	11,55	
Mayo	Semana 9	15	9	16,78	3	11,55	46,2
	Semana 10	15	10	15,48	3	11,55	
	Semana 11	15	11	14,4	3	11,55	
	Semana 12	15	12	14,9	3	11,55	
Junio	Semana 13	15	13	14,7	6	23,1	92,4
	Semana 14	15	14	13,7	6	23,1	
	Semana 15	15	15	15,16	6	23,1	
	Semana 16	15	16	16,8	6	23,1	
Julio	Semana 17	15	17	35,3	6	23,1	46,2
	Semana 18	15	18	36,3	6	23,1	
<b>Total</b>				<b>317,42</b>		<b>277,2</b>	
<b>Promedio</b>				<b>16,53647059</b>		<b>14,9470588</b>	
<b>Coficiente C. PEARSON</b>				<b>0,474898249</b>			

**Fuente de elaboración propia**

En esta prueba se analizaron las cantidades reales totales de residuos orgánicos recopilados durante los meses de marzo, abril, mayo, junio y julio, y la cantidad de humus producidos de acuerdo a la lombriz es decir la lombriz consume el 55% de su peso diario.

De acuerdo a la escala de coeficiente de Pearson el valor que muestra los resultados en la tabla de Excel de la presente tesis experimental es de 0,474 y se encuentra en el nivel de correlación positiva moderada.

**Tabla 28 - Pre compost y producción de humus**

Produccion de Precmpost y Humus						
MES	PRECOMPOST (ALIMENTO PARA LOMBRIZ)				HUMUS	CANTIDAD DE LOMBRIZ
	CL1	CL2	CL3	TOTAL DE PRECOMPOST POR CL pesado en kg	Produccion de Humus en kg	R de Lombriz en Kg
Marzo	30	30	30	90	49,5	3
Abril	30	30	30	90	49,5	3
Mayo	30	30	30	90	49,5	3
Junio	30	30	30	180	99,0	6
Julio	15	15	15	90	49,5	6
TOTAL				540	297,0	

**Fuente de elaboración propia.**

En estos datos analizamos la cantidad real de pre compost con la que se alimentó a la lombriz Por cada CL.

Es decir cada mes se pesó 30 kg de pre compost (R.O, Aserrín y tierra dentro de la pila de pre compostado).

En esta tabla muestra un déficit en la cantidad de pre compost durante el mes de junio y julio ya que al aumentar la producción de lombriz también se debe aumentar la cantidad de pre compost.

## CAPITULO IV

### 4. ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1 Análisis del Resultados

##### 4.1.1. Análisis de resultados de la investigación experimental.

###### **A. Si es posibles la producción de humus de lombriz a través de residuos sólidos orgánicos.**

La cantidad total de residuos sólidos orgánicos recolectados durante los meses de marzo, abril, mayo, junio y julio fueron de 317,42 kg de los cuales las características fueron residuos de: Domésticos excretas de ganado vacuno y excretas de ave.

Las proporciones fueron:

Los residuos orgánicos domésticos fueron recolectados y pesados semanalmente.

Los residuos de excretas de ganado vacuno fueron obtenidos de forma fija semanalmente es decir 2 kg por semana durante el periodo del estudio.

De igual manera se realizó con las excretas de ave. Fueron recolectadas y pesadas semanalmente.

La producción total de humus durante los meses de marzo, abril, mayo, junio y julio fue de 297 kg de humus, de las cuales se recolecto 16,5 kg por lecho cada mes, y 49,5 por los 3 lechos de lombrices mensualmente.

**B. Los resultados de las características y propiedades físicas y químicas son eficaces para la producción de Humus.**

Para la medición de los parámetros; estos fueron analizados durante el proceso de tratamiento es decir se tomaron medidas en campo, y en laboratorio.

**Residuos sólidos orgánicos:**

**Las Temperatura durante los procesos de transformación a pre compost:** Dan como resultados de 20,3 °C hasta 33,1°C; durante los meses de abril; mayo, junio y julio; esto se debe a la presencia del invierno, fuertes vientos, lluvia, y la poca radiación solar.

El factor temperatura en las pilas no llega a ser muy alta; pues los parámetros fueron medidos durante los meses de invierno, cuyo clima en SJL fue drástico y con fuertes vientos en dirección del proyecto. Puesto que su temperatura máxima fue de 33,1°C. y su mínima de 19°C.

✓ **Resultados de los Parámetros físicos químicos del Pre compostaje:**

**pH:** Este dio como resultado mínimo y máximo entre: 7,5 – 8,5; fue un rango aceptable por las lombrices “Eisenia foetida” es decir que es un factor consumible por las lombrices.

**Temperatura del sustrato por lechos de lombriz “Eisenia foetida”:** arrojó una temperatura de 17,0 a 19,6 °C; lo cual es apto para reproducción.

El sustrato de pre compost se encuentra en los 3 lechos de lombriz; con la finalidad de ser absorbidas y/o digeridas por las lombrices para que estas puedan procesarlo a Humus; Por lo que la temperatura medida en los lechos son eficaces.

**Humedad:** La temperatura fue medida a prueba de puño, arrojando de 2 a 3 gotas de agua lo cual es validable a un 75%.

Para la realización del cálculo de humedad se realizó a modo de un puñado y goteo, ya que no contaba con un instrumento de medición de humedad del sustrato. Su nivel de significancia fue de 1 a 2 goteos de agua; lo cual significaba un 75% un nivel aceptable tanto para las pilas de compostaje y Camas de lombriz.

### **Humus de Lombriz “Eisenia foetida”**

Los parámetros físicos y químicos del humus de lombriz muestran valores dentro del rango. Lo cual es afectiva para el crecimiento y de calidad.

Los resultados de laboratorio representan una condición favorable en la nutrición de las plantas, ya que fue comprobada también con la realización de germinación de plantas. Pues en las fotos mostradas muestra que el humus es favorable para el desarrollo de las raíces y su crecimiento es rápido.

#### **✓ Parámetros Físicos y químicos del HUMUS:**

**pH:** según los análisis de una muestra de 1kg de humus dio como resultado un pH de 7,5. Es decir son aceptable para las plantas, y cultivos de acuerdo a las dosis que se plantean.

**Temperatura del sustrato:** fue óptimo en el proceso de precompostaje, y fue efectivo al llegar a una temperatura de ambiente para la sobrevivencia.

**C.E:** La conductividad eléctrica del Humus da como resultado: 4.05 Ds/m. quiere decir que se encuentra dentro de los parámetros.

### Relación C/N:

Para hallar la relación de Carbono nitrógeno la hallamos con la fórmula de WALKLEY Y BLACK;

Y para poder determinar la relación de C/N; tomamos como dato a los resultados de laboratorio de la muestra de 1 kg de Humus de lombriz. Es decir % de N es igual a 1,74; y % de materia orgánica es igual a 37,25.

Formula de Walkley y Black es igual a:  $\% \text{ de M.O} = \% \text{ de C. orgánico} * 1.724$

**Tabla 29: Relación de C/N.**

FORMULA :	MATERIA ORGANICA: WALKLEY Y BLACK		
% De Materia organica = % C.organico*1,724	Según datos obtenidos en laboratorio.	% MOS =	37,25
		% N =	1,74
	Hallando según % de Carbono.	%C =	M.OS 1,72400
	Despejando hallamos el % de carbono.	C =	21,6067285
	Dato de laboratorio.	N =	1,74
	Hallando la relacion C/N	C/N =	12,4176601

Fuente de elaboración Propia.

Obteniendo un resultado de 12,41 en la relación de C/N por lo que podemos observar que se encuentra dentro de los parámetros es decir de 9 a 13.

### ✓ **Minerales nutricionales:**

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Oxido fosfórico) del sustrato:** su resultado es de 2,01% en 1kg de muestra de humus de lombriz.

**K<sub>2</sub>O (Oxido de potasio) del sustrato:** Su resultado es de 1,21%

**N (Nitrógeno)** Contiene: 1,74% en 1 kg de humus de lombriz.

**CaO (Oxido de calcio):** Arroja un porcentaje de 3,26% en un 1kg de muestra de humus de lombriz “Eisenia foetida” se encuentra dentro de lo establecido.

**MgO (Oxido de magnesio):** 1,49% por un kg de muestra de humus de lombriz. Según las comparaciones de NTP de España no cumple con los parámetros; ello lo analizaremos en la discusión de resultados.

**Na (Sodio):** 0,27% en 1 kg de muestra de humus de lombriz.

**Nota:** Las comparaciones de resultados lo detallaremos en la discusión de resultados en conjunto con otras tesis de pre grado, Maestría y doctorados de autores que realizaron similitudes al presente trabajo.

### **C. Se debe realizar pre compostaje de los residuos sólidos orgánicos.**

Para la realización de pre compostado se requirió los siguientes:

Capas del sistema y/o proceso: 1era capa tierra, 2da capa aserrín, 3era capa RSO, 4ta capa aserrín, 5ta capa, tierra y así sucesivamente semanas tras semana, de 2 a 3 días de volteo del sustrato en descomposición, manteniendo una humedad del 75% para la eliminación de impurezas, hongos y bacterias, se mantuvo este proceso hasta finalizar el proyecto de estudio.

La finalidad de este proceso fue acelerar el tiempo de descomposición de la materia orgánica para lo cual se toman datos de temperaturas diarias, hasta llegar al fin de mes. Obteniendo un pH apto. Para luego concentrar 30 kg de pre compost por cada lecho de lombriz.

Obteniéndose 90 kg de pre compost como alimento para la lombriz.”Eisenia foetida”

Los resultados del pre compost durante 1 mes son apta para las lombrices ya que la digieren sin problemas.

Toda materia orgánica en estado de descomposición con un pH entre 6,5 hasta 8,5 es apta para la lombriz “Eisenia foetida”

**D. Si es posible encontrar la eficiencia entre los residuos sólidos orgánicos.**

**Tabla 30: Eficiencia.**

		Eficiencia	
		Es la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado. Es decir que es la capacidad de lograr un efecto en cuestión con el mínimo de recursos posibles o en el menor tiempo posible.	
MES			
<b>MARZO</b>	La eficiencia en el 1er mes.	49,5	55% x 3kg x 30 Dias
<b>JUNIO</b>	La eficiencia en el 3er mes,	99	55% x 6kg x 30 Dias

Fuente de elaboración propia.

Para la determinación del peso de la lombriz se realizó en una balanza máxima de 5000 gramos, puesto que mediante una división llegamos a obtener un peso máximo de 0,57 gr unitario. Por lo cual aproximamos una cantidad de 1754 lombrices en 1kg por cada CL. Como también pudimos comprobar que no todas las lombrices comen el 55% de su peso pues se encontró restante materia orgánica que aún no fue digerida por las lombrices "*Eisenia foetida*". (Las cantidades sobrantes fueron mínimas) **Es decir que aunque sobre Residuos sin consumir este resultado muestra un resultado directamente proporcional.**

Se logró la producción de humus en el menor tiempo posible debido al control y a la aceleración del pre compostaje y a las características que posee la lombriz como lo es en su voracidad, y reproducción. Es decir que a mayor lombriz mayor es la producción de humus de lombriz. Por lo cual su eficiencia es efectiva y cumple con el rango de producción de humus establecido.

**Incremento de residuos orgánicos = Aumento de población de lombriz = Aumento de producción de humus.**

#### 4.1.2 Estructura de costos

**Tabla 31 - Precio de residuos a procesar**

<b>Residuos para procesar.</b>		<b>Cantidad total</b>	<b>Precio Unit</b>	<b>Precio total</b>
2 kg de estiércol de vaca	Por 16 semanas	32 kg	2	64
2 kg de Estiércol de ave	Por 16 semanas	19,7 kg	2	39.4
R.S.O. Domiciliarios	Por 16 semanas	194 kg	2.5 sol/seman/viv	120
Residuos Adicionales.	Por 2 semanas	71 kg	2	140
<b>Total</b>				<b>363.4</b>

Fuente de elaboración propia.

**Tabla 32 – Costo de Materiales del proyecto.**

<b><i>Materiales de construcción del proyecto</i></b>	<b>Cantidad</b>	<b>P unit</b>	<b>P total</b>
2 muestras de lombrices en Lombricus.	2	35	70
3 muestras de lombrices UNALM.	3	30	90
Parihuelas plásticas	3	70	210
Plásticos de 5 metros de largo.	5mt	5	25
Zaranda para humus	1	10	10
Cilindro de 200 lt para humus	1	70	70
2 cajones de madera.	2	7	14
Cilindro de 100 lt para lixiviado de humus.	1	7	40
Cilindro de acero inoxidable	1	40	40
Aserrín (virutas de madera)	3 S	2	6
Cilindro de plástico de 180 lt	1	60	60
Tecnopor (aislar el invierno)	1		12
Parihuelas de madera	2	15	30
Cilindro de 200 lt	1	1	70
<b>TOTAL</b>			<b>747</b>

Fuente de elaboración propia.

**Tabla 33 - Costo de instrumentops de laboratorio.**

	<b>Instrumentos de campo que se utilizaron</b>	<b>Cant</b>	<b>Precio</b>
<i>1</i>	pH metro	1	150
<i>2</i>	Conductimetro	1	120
<i>3</i>	Termómetro digital de hasta 300 °C	1	40
<i>4</i>	Balanza en gramos peso máximo de 5kg	1	80
<i>5</i>	Balanza en kg		300
<i>6</i>	Papel Tornasol	80 tiras	30
<i>7</i>	Vaso precipitado de 250 ml	2	20
<i>8</i>	Agua destilada	2lt	50
<i>9</i>	Liquido bufer	2	30
	<b>Total</b>		820

Fuente de elaboración propia

**Tabla 34 – Materiales de oficina**

	<b>Materiales de oficina (Gabinete</b>	<b>Cant</b>	<b>Precio</b>
<i>1</i>	Hojas bond	1	4
<i>2</i>	Cuaderno de 100 hojas	1	5
<i>3</i>	Lapiceros	1	4
<i>4</i>	Plumones (Azul, rojo, y negro)	1	12
<i>5</i>	Tableros para encuesta	1	3.5
<i>6</i>	Manuales de lombricultura y agricultura.	5	30
<i>7</i>	Impresión		100
<i>8</i>	Liquid paper	1	3
<i>9</i>	Regla	2	2
	<b>Total</b>		163.5

Fuente de elaboración propia

**Tabla 35 - Materiales de vestimenta de proteccion.**

	<b>Vestimenta</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>
<i>1</i>	Mandil blanco	1	70

2	Mascarilla y lentes protectores	5	10
3	Guantes quirúrgicos	20	50
<b>TOTAL</b>			130

Fuente de elaboración propia

**Tabla 36 - Costo de analisis de N; P; K; Ca, C. Na.**

Análisis de laboratorio		Tipos		Precio
1	Humus	Minerales	y/o	120
			nutrimentos	
<b>TOTAL</b>				120

Fuente de elaboración propia.

### Costos - Otros

**Tabla 37 – Costos otros**

Otros	Cantidad	Precio
Movilidad General		200
Gastos Semi genéricos		300
<b>TOTAL</b>		500

Fuente de elaboración propia.

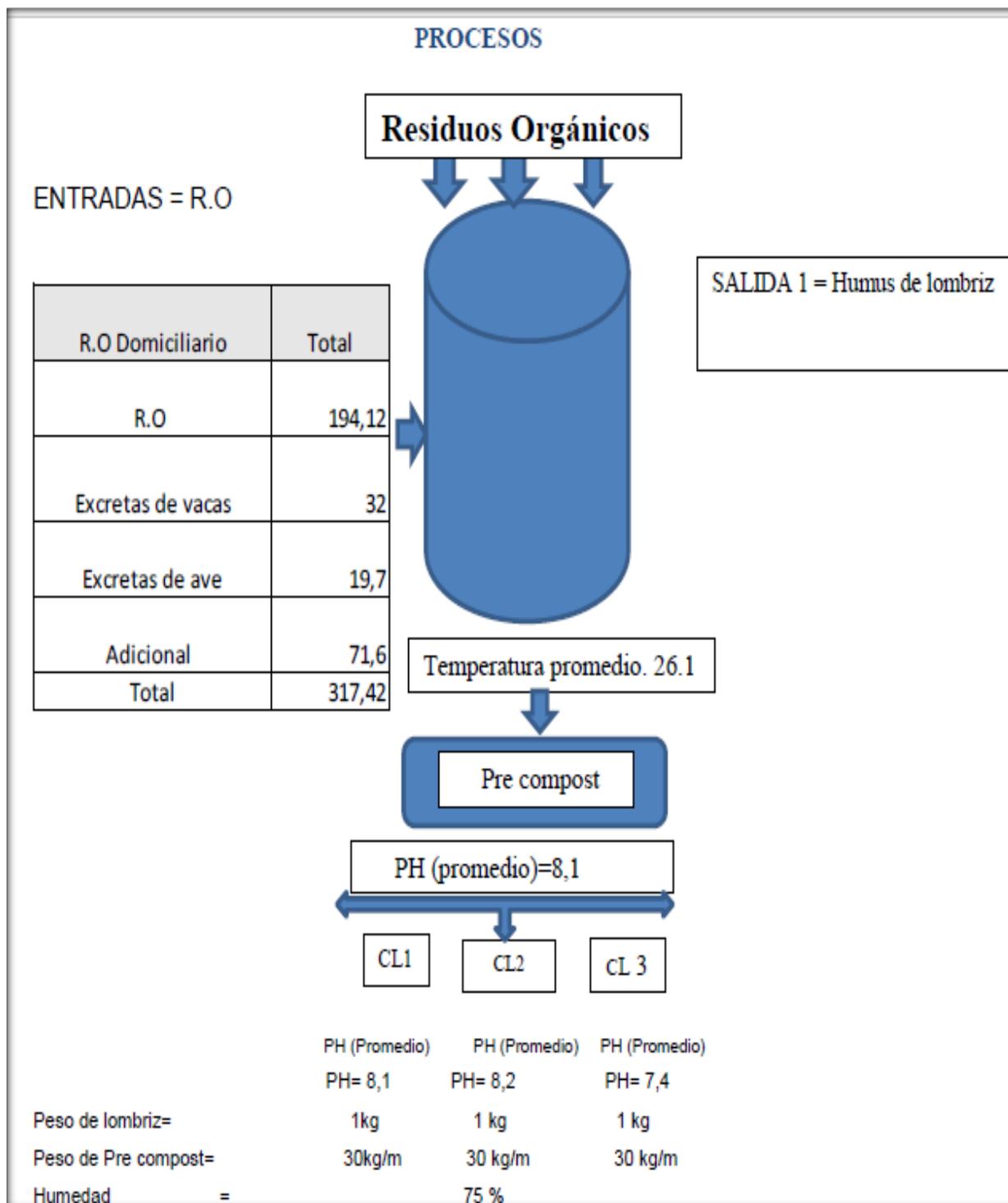
**Tabla 38 - Presupuesto total.**

Presupuesto total	Precio
Residuos para procesar	363.4
Materiales de construcción del proyecto	747
Instrumentos de campo	820
Materiales de oficina	163.5
Vestimenta para investigación	130
Análisis de laboratorio	120
Otros	500
<b>TOTAL DE GASTOS</b>	2843.9

Fuente de elaboración propia.

## 4.1.3. Flujo y balance de masa,

Figura 22 Balance de Masa



Fuente de elaboración propia

## **1.2. Discusión de resultados.**

### **A. Si es posibles la producción de humus de lombriz a través de residuos sólidos orgánicos.**

En este proyecto de investigación se demostró que si es posible la producción de humus a través de residuos orgánicos.

Es decir un mayor número de residuos orgánicos genera un incremento de humus, y un incremento de lombrices “Eisenia foetida” ya que su población se triplica cada 3 meses.

### **B. Los resultados de las características y propiedades físicas y químicas son eficaces para la producción de Humus.**

La temperatura del pre compostaje elaborado en este estudio fue de 19 a 32°C para lo cual es lo ideal, y según las comparaciones realizadas con las clases dictadas por la (UNESCO IHE, 2017) son aceptadas ya que la cantidad pre compostada es de menor cantidad.

Los resultados de PH en la pre composta que se realizó en campo cada mensual varía entre 7,5 a 8,5; esto puede ser dado porque el PH metro que utilice para medir la muestra puede que tenga valores no muy exactos por lo que no es especializado para medir suelos y/o sustratos. Aunque aún con esos rangos de medición se encuentra dentro de lo establecido para la alimentación de la lombriz.

Los resultados de PH medidos en una muestra de 1kg de humus de lombriz dan como resultado de 7,5 por lo cual no se encuentra dentro de los parámetros establecidos `por la Según los parámetros establecido por Eduardo diaz un investigador de ADEX en rioja – España- (Diaz, 2002). Como podemos apreciar el rango máximo de pH es 7,2 y los resultados que demandan en laboratorio de la muestra origen del estudio del humus es de 7,5.

Por lo que se puede decir que el sustrato de humus es levemente alcalino, es decir que tiende a que sus minerales presentes sean algo deficiente, por lo que no ocurre en esta investigación, ya que sus minerales se encuentran dentro de los rangos establecidos.

Los rangos del Magnesio en la muestra del humus de lombriz es de: 1,49 cuando debería encontrarse entre 0,2 a 0,5 %. Según los parámetros.

**Tabla 39 - Comparación de parámetros**

Elemento	Unidad	Rango	
Ph		6.8	7.2
Materia Orgánica	%	30	50
CaCO <sup>3</sup>	%	8	14
Cenizas	%	27	67
Carbono Orgánico	%	8.7	38.8
Nitrógeno Total	%	1.5	3.35
Amonio NH <sub>4</sub> /N	%	20.4	6.1
Nitratos NO <sub>3</sub> /N	%	79.6	97.0
N-NO <sub>3</sub>	ppm	2.18	1.693
Capacidad de Intercambio cationico CIC	meq/100 grs.	150	300
Relación ácidos húmicos/fúlvicos		1.43	2.06
P total	ppm	700	2.500
K total	ppm	4.400	7.700
Ca total	%	2.8	8.7
Mg total	%	0.2	0.5
Mn total	ppm	260	576
Cu total	ppm	85	460
Zn total	ppm	87	404
Capacidad de retención de agua	c.c./kilo seco	1.300	1.500
Actividad fitohormonal	1 mgr./1 de CHS	0.01	
Actividad específica	M <sup>2</sup> / gr	700 m <sup>2</sup>	800 m <sup>2</sup>
Relación C/N		9	13
Flora microbiana	Millones/gr.s.s.	20.000	50.000

Fuente de dato (Diaz, 2002), Rioja España- datos resaltados son los parámetros de la muestra del humus que se midió en laboratorio.

Los resultados de los parámetros físicos y químicos medidos en campo y laboratorio tanto de la precomposta y del humus de lombriz “Eisenia foetida” se encuentran dentro de los parámetros establecidos salvo los niveles de PH y Mg en el humus. Por lo que podemos asumir que el humus fue eficaz en las germinaciones realizadas en domicilio a modo de prueba, por lo que queda demostrado que el humus de lombriz realizado en este proyecto de estudio es favorable para las germinaciones y crecimiento de las plantas que se realizaron a modo de prueba.

Para la aplicación correcta de las dosis del humus es necesario la verificación del tipo de cultivo y tipo de suelo. Según las tablas del autor (Xavier Tenecela Yuqui - JL, 2012) mostramos las tablas de dosificación de humus.

**Tabla 40: Dosis de humus en plantas.**

	<b>Aplicación</b>	<b>Mantenimiento</b>
<i>Hortalizas y legumbre</i>	100 g por hoyo	500 a 600 g/planta Una vez al año.
<i>Cítricos</i>	600 a 800 g por hoyo	1 a 2 kg/planta 1 vez al año.
<i>Frutales</i>	700 a 800 g por hoyo	550 – 650 g/planta Una vez al año.
<i>Zapallo, melón, sandía.</i>	300 a 400 g por hoyo	550 a 650 g/planta Una vez al año.
<i>Frutillas</i>	100 a 150 g por hoyo	100 a 150 g/planta Maceta 4 veces al año.
<i>Plantas de interior</i>	150g/maceta	
<i>Césped pasto</i>	450 a 550 por hoyo.	
<i>Arbustos y otros</i>	200 a 250 g por hoyo.	
<i>Plantas de estacas</i>	100 a 150g por estaca.	
<i>Trasplante</i>	20 a 25% de humus.	
<i>Horticultura en invernaderos</i>	Preparación original	
<i>Horticultura industrial común.</i>	15 a 20% de preparación.	

**Fuente de elaboración:** (Xavier Tenecela Yuqui - JL, 2012)

### C. Se debe realizar pre compostaje de los residuos sólidos orgánicos.

Si hablamos de pre compostaje hablamos de Minerales y nutrientes que tienen cada uno de los residuos orgánicos; es decir niveles de C/N del estiércol, tipo de alimento con el cual se alimentaron a los animales. También poder determinar el nivel de C/N de todos los residuos sólidos orgánicos domésticos.

Si hablamos de pre compostaje de calidad es hablar de infinidad de nutrimentos que no lo detallare en este estudio ya que es amplio, y según el título de la tesis se basa en la producción de humus de lombriz a base de Residuos sólidos orgánicos.

Es necesario que se realice este proceso ya que sin este proceso la materia orgánica podría contener una característica no muy agradable por las lombrices y podría ocurrir pérdidas. Debido a que los residuos orgánicos frescos sin tratamiento en su tiempo de descomposición arrojan lixiviados con alta acidez lo cual es perjudicial hacia las lombrices ocasionándoles erupciones en la piel. (Se desarrolló una prueba en el mes de enero); por lo cual fue necesario realizar las mediciones en campo.

Los sistemas de capas en los periodos de pre compostaje se aplicó con la intención de acelerar el proceso de igual forma con el riego del sustrato, y el tiempo de volteos del proceso.

Aunque según los datos de la investigación de (Sánchez, 2009) menciona que el aserrín retarda el proceso, pero si se mezcla con residuos orgánicos este será absorbido vorazmente por la lombrices.

En este proyecto podemos dar razón al retardado del consumo del aserrín pues es la materia orgánica retardado en consumo por la lombriz "*Eisenia foetida*".

El Pre compostado realizado en las pilas composteras muestran un PH adecuado para la alimentación de dichas lombrices, es decir que con un PH mayor a 7,5 y menor a 8.5 es favorable para la alimentación de las lombrices "*Eisenia foetida*".

Las temperaturas elevadas como en la fase termófila, son necesarias para eliminar hongos y bacterias, en este proyecto no se dio, ya que el oleaje de frío en la zona no permitió llegar a tal temperatura.

Una de las controversias de temperaturas bajas en el proceso de descomposición, se debió a que los residuos sólidos orgánicos fueron vertidas cada semana tras semana por capas lo cual alude a un sistema de pre compostaje o vermicompostaje, ya que es totalmente diferente a un compostaje (Es decir a gran cantidad y por periodo largo de tiempo en el proceso).

Es necesario que se realice este proceso ya que sin este proceso la materia orgánica podría contener una característica no muy agradable por las lombrices y podría ocurrir pérdidas.

**D. Si es posible encontrar la eficiencia entre los residuos sólidos orgánicos.**

Si analizamos el aumento de población de lombrices y aumento de producción de humus quiere decir que existe una eficiencia adecuada, pues el tiempo de producción de humus será en menor tiempo.

En los resultados de los meses de junio y julio se produjo el aumento de lombrices por lo cual se debió incrementar la cantidad de pre compost (alimento de lombriz), lo cual no se dio, y aunque no es necesario ya que ellas tienden a auto regularse. Aunque dificulta un poco en la producción de humus.

Según en la tesis de pregrado del autor (Sánchez, 2009) en la página 65 menciona que el Pre compost elaborado a base de aserrín mezclado con bovino es la más eficaz ya que este alimento es sumamente apetitosa por la lombriz, por ende aumenta su población y su biomasa.

## CONCLUSIONES

### **A. Si es posibles la producción de humus de lombriz a través de residuos sólidos orgánicos.**

Se concluye que los residuos recolectados con un adecuado pre composteo utilizado en este estudio es adecuado para la producción de Humus de lombriz “Eisenia foetida”. De tal forma se concluye c el aumento de la población de las lombrices será importante aumentar la cantidad de recolectados de Residuos sólidos orgánicos ya que es necesario para su alimentación.

Es decir que entre las cantidades de residuos sólidos orgánicos, y producción de humus son directamente proporcional según lo muestran los datos de esta investigación.

### **B. Los resultados de las características y propiedades físicas y químicas son eficaces para la producción de Humus.**

Podemos concluir que los parámetros medidos en la etapa de pre composteo, en los lechos de lombriz y en la producción de humus fueron eficaces.

El humus es adecuado para revitalizar los cultivos siempre y cuando Apliquemos correctamente las dosis de humus según el tipo de cultivo y de suelo.

### **C. Se debe realizar pre compostaje de los residuos sólidos orgánicos.**

Se concluye que el aprovechamiento de residuos orgánicos en su etapa de pre compost son consumibles por las lombrices “Eisenia foetida”. Pues de esa manera reducimos la basura orgánica.

Los parámetros y los componentes nutricionales de la muestra del humus que se realizó en el laboratorio de la universidad de la Molina. Se encuentran dentro de lo establecido

Se Concluye que los parámetros medidos en campo durante el proceso de la descomposición de residuos orgánicos y durante las aplicación en los CL son adecuadas para la sobrevivencia de las lombrices “Eisenia foetida”.

**D. Si es posible encontrar la eficiencia entre los residuos sólidos orgánicos.**

Al aumentar la población de lombriz “Eisenia foetida” entonces aumentara la aceleración del proceso de producción de humus ya que estas poseen una característica voraz.

## RECOMENDACIONES

### **A. Si es posibles la producción de humus de lombriz a través de residuos sólidos orgánicos.**

Se recomienda Elaborar más pre compost debido al incremento de lombrices, pues de esa manera aumentara la producción de Humus. Y hasta podría venderse por cantidades grandes, por lo que es necesario contratar mano de obra adicional.

### **B. Los resultados de las características y propiedades físicas y químicas son eficaces para la producción de Humus.**

Con respecto a los análisis de los componentes nutricionales del humus realizado en el laboratorio de la UNALM, se recomienda utilizar las medidas exactas de dosis de humus para cultivos ya que al no tener una dosis exacta este podría quemar las raíces de las plantas. Por ello al calcular las dosis, se debe tener en cuenta el tipo de suelo y cultivo.

Se recomienda utilizar todos los implementos de bioseguridad durante el proceso de mediciones de parámetros PH, Humedad, CE, Temperatura, del pre composta y humus de lombriz. Ya que durante el proceso de descomposición y producción de humus estas pueden contener hongos, bacterias, E coli, salmonella, etc.

### **C. Se debe realizar pre compostaje de los residuos sólidos orgánicos.**

Se recomienda obtener los análisis de niveles de C/N de todos los residuos orgánicos que se van a pre compostar para obtener un mejor control, y una buena calidad de pre compost; todo ello para un mejorar el resultado en el incremento de población de lombriz, y obtener una mejor calidad de humus; por lo cual se podría calcular y controlar los niveles de nutrientes en el humus, ya que la mayoría quienes realizan humus en Lima no lo hacen.

Se recomienda tener en cuenta las características químicas y biológicas que los residuos sólidos orgánicos contienen ya que depende de ellos el tiempo, la aceleración y la efectividad de la descomposición de la materia orgánica. Es decir el aserrín contiene

celulosa y lignina por lo cual retarda el tiempo de descomposición de la materia orgánica, pero si se mezcla con otro tipo de Residuos, este variara su proceso, incluso acelerara su tiempo de descomposición. Por ello es bueno tener conocimiento de todas las características de residuos a utilizar.

Se recomienda aprovechar todos los residuos orgánicos (ya sean cítricos o no cítricos); siempre y cuando su proceso de descomposición llegue a un nivel neutro o de 6,5 hasta 8,5. Incluso se pueden aprovechar todo tipo de estiércol, ya sea de animales o humanos. Se recomienda un sumo cuidado en la protección contra bacterias que se encuentran dentro de las pilas, y mucho más si fuesen estiércoles de animales y/o humanos.

**D. Si es posible encontrar la eficiencia entre los residuos sólidos orgánicos.**

Si se trata de mejorar la eficiencia, se recomienda tomar en cuenta las recomendaciones anteriores de esta presente tesis. Ya que influye todo para un buen proceso de pre compost, humus de lombriz y población de la lombriz.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agrotterra. (2008). Obtenido de [https://www.agrotterra.com/humus\\_liquido.html](https://www.agrotterra.com/humus_liquido.html)
- Aprolab. (Agosto de 2007). Obtenido de [http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base\\_datos/manual\\_para\\_elaboracion\\_de\\_compost.pdf](http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/manual_para_elaboracion_de_compost.pdf)
- Araya, P. M. (s.f.). *Manual de lombricultura - Facultad de ciencias agropecuarias UNC*. (A. Lombricultura, Ed.) Obtenido de <http://agro.unc.edu.ar/~biblio/Manual%20de%20Lombricultura.pdf>
- CRISÓSTOMO, R. A. (2012). *estudio de Prefactibilidad economico de una planta de lombricultura*. Tesis de Grado, Universidad de Chile, Santiago de Chile. Recuperado el 20 de Julio de 2017
- Diaz, E. A. (2002). *Lombricultura - una alternativa de produccion*. Manual, La Rioja. España., M. d. (2001). *NTP - 597 . Planta de compostaje para tratamientos de residuos higienicos*. (R. M. Espadalé, Ed.) doi:NTP 597
- <http://www.humuscasa.cl/>. (s.f.). Obtenido de <http://www.humuscasa.cl/>
- Machuca, R. N. (2010). *Vermicompostaje en el reciclado de residuos agroindustriales*. Cientifico , Estacion Experimental de zaidin, consejo superior de investigacion cientifica., España, Santo Domingo. Recuperado el 2017
- Masias, V. (2015). *Sistema de planta de tratamiento de compost de residuos hidrobiologicos*. Tesis, Universidad Alas peruanas. Recuperado el Julio de 2017
- Pilar R, M. M. (2013). Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Reyes, C. S. (2011). *Abonos organicos y lombricultura* (Vol. 1). Lima, Lima: Ediciones ripalme E.I.R.L. Recuperado el 09 de ju9nnn20017 de Elaboracion de fertilizante para suelos. de 2017
- Roman, P., Martinez, M., & Pantoja., A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. Manual informtivo de la FAO, FAO, Santiago de Chile.
- Ronteltap, M. (2017). Introduccion al compostaje. *Introduccion al Compostaje.*, 15,16,17,18,19 y 20. Recuperado el 11 de Noviembre de 2017
- Sánchez, S. F. (2009). *EFEECTO DE LA UTILIZACIÓN DE ASERRÍN EN COMBINACIÓN CON ESTIERCOL DE BOBINO.COMO SUSTRATO EN LA PRODUCCION DE HUMUS*. Tesis

- de Pregrado., Escuela superior politecnica Chimborazo. (Escuela de ingeniería zootecnia), Chimborazo. Recuperado el 9 de Noviembre de 2017
- Silva, M. C. (2007). *RELACIÓN CARBONO NITRÓGENO DE LOS RESIDUOS*. Obtenido de <http://humussell.com.mx/>
- Taype, E. a. (2008). *Diseño de un sistema de compostaje lombricultura de residuos agropecuario para la agricultura ecologica sustentable*. Tesis de grado para ingeniero ambiental., Universidad alas peruanas, Cajamarca, Cajamarca. Recuperado el Julio de 2017
- Tejada, J. P. (2007). *Producción de lombriz roja californiana (Eisenia foetida) y lombrihumus con estiércol de vaca, cabra, cerdo y caballo*. Grado academico de licenciatura., Zamorano - Honduras.
- UNESCO IHE, M. R. (2017). *Introducción al compostaje*. Presentacion de curso 2da unidad, UNESCO IHE INSTITUTO FOR WATER EDUCATION.
- USAID. (2010). Obtenido de [http://www.ruta.org/CDOC-Deployment/documentos/Manual\\_para\\_preparar\\_abonos\\_y\\_biofermentos\\_org%C3%A1nicos.pdf](http://www.ruta.org/CDOC-Deployment/documentos/Manual_para_preparar_abonos_y_biofermentos_org%C3%A1nicos.pdf)
- Vermicompost. (s.f.). Lombricultura Vermiorgánicos. [www.vermiorganicos.net](http://www.vermiorganicos.net).
- Xavier Tenecela Yuqui - JL, B. (2012). *Produccion de Humus de lombriz mediante al aprovechamiento de residuos organicos*. Tesis de pregrado para optar titulo de ingeniero agronomo., Universidad de Cuenca - Ecuador., Cuenca - Ecuador., Ecuador. Recuperado el 26 de Octubre de 2017, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3252/1/TESIS.pdf>

# **ANEXOS**

# **ANEXO 1: -**

**Matriz de consistencia y de  
operacionalización de variables de la  
investigación**

## ANEXOS 1.1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 41 – Anexo 1.1 - Matriz de consistencia

<b>Producción de Humus de lombriz Eisenia Foetida a partir de residuos orgánicos</b>					
<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipotesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metodología de la investigación</b>
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipotesis General</b>	<b>Variable Independiente:</b>	<b>Indicadores Independiente</b>	<b>Tipo de investigación</b>
¿En que medida los residuos solidos organicos domiciliario y excretas de animales se relacionan con la producción de humus de lombriz Eisenia Foetida a nivel laboratorio – San Juan de Lurigancho 2017?	Producir humus de lombriz Eisenia Foetida a partir de Residuos orgánicos domiciliarios y excretas de animales.	Es posible la producción de humus de lombriz Eisenia Foetida a traves de residuos organicos domiciliarios y excretas de animales a nivel laboratorio.	Residuos solidos orgánicos domiciliarios y excretas de animales.	Tipos de residuos solidos organicos y excretas de animales. Relación C/N de los residuos solidos organicos frescos % de carbono y % de N. Parametros fisicos químicos: Temperatura, Humedad, pH durante el proceso de precompostado.	Tipo cuantitativo nivel explicativo - Experimental metodo científico.
<b>Problema Especifico</b>	<b>Objetivos especificos</b>	<b>Hipotesis Especifico</b>	<b>Variable Dependiente:</b>	<b>Indicadores Dependiente</b>	<b>Metodo de investigacion</b>
<b>Prob Esp 1:</b> ¿Qué propiedades y/o características físicas y químicas deben tener los residuos solidos organicos para ser utilizados como sustrato.?	<b>Obj Esp 1:</b> Caracterizar las propiedades físicas y químicas de los residuos solidos organicos.	<b>H Esp 1:</b> Los resultados de las características y propiedades físicas y químicas de residuos organicos son eficaces para la produccion de Humus.	Producción de humus de lombriz Eisenia Foetida	Relación de C/N del humus.; nutrientes (Nutrientes (% de N,P,K, oxido fosforico, oxido de potacio, oxido de Calcio, oxido de magnesio.	Metódo Científico
<b>Prob Esp 2:</b> ¿Qué tratamientos debe recibir los residuos solidos domiciliarios y excretas de animales para la generacion de humus?	<b>Obj Esp 2:</b> Precompostar los residuos solidos organicos domesticos y excretas de animales como fuente alimenticia para la lombriz "Eisenia foetida".	<b>H Esp 2:</b> Se debe realizar pre compostaje de los residuos solidos organicos.		Desarrollo de la lombriz; grado de sobrevivencia; variaciones en incremento de lombriz.	Diseño de investigación: Experimental.
<b>Prob Esp 3:</b> ¿Cuál es la eficiencia del proceso?	<b>Obj Esp 3:</b> Encontrar la eficiencia del proceso.	<b>H Esp 3:</b> Si es posible encontrar la eficiencia del proceso.		Producción de humus Cantidades de sustrato de precompost ( fuente alimenticia de la lombriz)	Población: lecho de lombriz 1; lecho de lombriz 2; lecho de lombriz 3.

Fuente de elaboración pro

## ANEXO 1.2. - OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:

**Tabla 42 - Anexo 1.2 - Operacionalización de Variables**

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES				
Variable	Definición Conceptual.	Definición operacional	Dimension.	Indicadores
<b>(X) Residuos sólidos orgánicos domiciliarios y excretas de animales.</b>	La cantidad de residuos solidos organicos que se presentan dentro de un proceso de pre compostaje.	La generacion de residuos solidos orgánicos se precomposta para ser digerida por lombriz.	Proceso de Precompostaje	Tipo y tamaño de Residuos O. domesticos, estiercol de vaca y estiercol de ave.
		De acuerdo a la proporcion o relación de C/ N de la materia orgánica. Determinara la cantidad de nutrientes en el humus.	% de N , % de C	Rango de 9 a 13
		Los residuos orgánicos se precompostan de acuerdo a su elevada temperatura.	Precomposta	Temperatura de 17 a 35°C
		La acidez del sustrato depende del tipo de tratamiento de R.S.O.	Lecho de lombriz	Acidez del sustrato 6,5 a 8,5
		Cantidad de y la eficiencia de la lombriz que se encuentran en los lechos de la lombriz para generar humus en menor tiempo.	Lechos de lombriz	Inoculo de lombriz Eisenia foetida. De 3 a 6kg.
		Se requiere el control de humedad en los procesos de precompostaje y lechos de lombriz para su sobrevivencia	Lechos de lombriz	Humedad de 75%
<b>(Y) Producción de humus de lombriz "Eisenia foetida"</b>	Humus es un fertilizante organico que sirve para aportar nutrientes de tal manera que favorece el crecimiento y resistencia de las plantas	La cantidad del sustrato de pre compostaje depende de residuos sólidos orgánicos que se genera semana tras semana.	Pre compostaje	Sustrato de pre composta.
		El porcentaje de Nutrientes depende del tipo y cantidad de residuos sólidos orgánicos.	Humus	Nutrientes (% de N,P,K, oxido fosforico, oxido de potacio, Calcio, oxido de magnesio.
		El desarrollo de las lombrices depende del control de los parametros de pH, humedad del lecho , y los tipos de residuos sólidos orgánicos degradados.	Lechos de lombriz	Desarrollo de la lombriz
		La producción del humus depende de la canidad de residuos orgánicos y de la eficiencia del tiempo de degradación por la lombriz	Humus	Cantidad de humus kg/mes

Fuente de elaboración propia.

# **ANEXO 2.**

**Evidencias de análisis de laboratorio**

**UNALM**

## Anexo 2 - Análisis de Humus de lombriz

Figura 23 – Anexo 2 - Análisis de la muestra de humus



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA**

SOLICITANTE : FLOR VIRGINIA GUTIÉRREZ VARGAS  
 PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ SAN JUAN DE LURIGANCHO  
 MUESTRA DE : RESIDUOS ORGÁNICOS (HUMUS)  
 REFERENCIA : H.R. 59663  
 FACTURA : 593  
 FECHA : 01/08/17

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %
485		7.50	4.05	37.25	1.74	2.01	1.21

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
485		3.26	1.49	57.85	0.30



*[Signature]*  
 Dr. Sady García BendeZú  
 Jefe de Laboratorio

---

Av. La Molina s/n Campus UNALM  
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622  
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Fuente – Análisis de laboratorio de la Molina. Resultados del Humus.

## **ANEXO 3:**

**Evidencias fotográficas de los procedimientos de investigación. Ensayos de laboratorio interno y comprobación de análisis con germinaciones.**

### Anexo 3 - Evidencias fotográficas

**Figura 24 - Anexo 3.1 - Lombrices (Eisenia foetida)**



Fuente de elaboración propia

**Figura 25 – Anexo 3.2 - Materia descompuesta – Lecho 1**



Foto propia – Muestra 1 – CL 1 - Modo prueba.

**Figura 26 – Anexo 3.3 - Pie de cría.( Lombriz roja californiana.)**



Foto Propia – Muestra 1 – Pie de cría CL 1 – Marzo

**Figura 27 – Anexo 3.4 - Germinación de semillas de mango a base de mezclas con humus de lombriz.**



Fuente de elaboración propia – Germinación de semilla de mango.

**Figura 28 – Anexo 3.5 - Crecimiento de mango**



Foto propia

**Figura 29 – Anexo 3.6 - Construcción para lixiviados de Pre compost.**



Foto Propia – Etapa de Elaboración de pilas biodegradadora – Pre Compost

**Figura 30 – Anexo 3.7 - Balde de recolección de R.O.**



**Foto propia - Pesaje de R.O.**

**Figura 31 – Anexo 3.8 - Inicio de Pre compostaje.**



- Foto Propia – Etapa de Vertimiento (Capa 1 y 2)

**Figura 32 – Anexo 3.9 - Medición de temperatura**



**Foto Propia – Etapa de Medición de temperatura Diaria.**

**Figura 33 – Anexo 3.10 - Medición de pH.**



Foto propia.

**Figura 34 – Anexo 3.11 - Medición de C.E.**



Foto Propia - Mediciones de muestras de C.E.

**Figura 35 – Anexo 3.12 - Pesaje de muestras**



Foto Propia – Pesaje para las mediciones de PH, C.E

**Figura 36 – Anexo 3.13 - Pesaje de Lombrices**



Foto Propia – Control del peso de la lombriz – 7 lombrices pesa 4 gramos.

**Figura 37 – Anexo 3.14 - Camas de lombriz para la producción de Humus**



Foto Propia – Etapa de Alimentación – CL 1- CL2 – CL3.

**Figura 38 – Anexo 3.15 - Etapa de separación de lombrices.**



Foto Propia – Etapa de separación de lombrices

**Figura 39 – Anexo 3.16 - Crecimiento de plantas: Pera, Mango, Palta.**

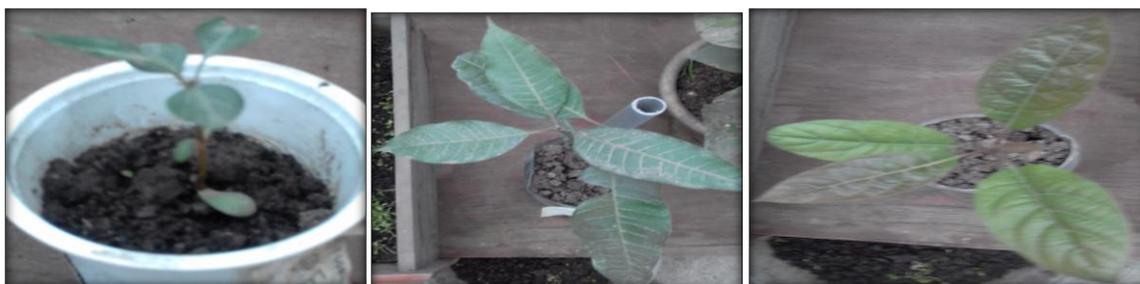


Foto Propia – Crecimiento de plantas – Pera – Mango – Palta. (Mayo – junio)

**Figura 40 – Anexo 3.17 - Recolección y análisis de datos tomados en campo.**



Foto propia – Producción de humus

**Figura 41 – Anexo 18 - Vertimiento de R.O según sus etapas.**



Foto propio - Colocación y acomodo de R.O en la pila compostera – colocación de aserrín como capa de pila compostera.

**Figura 42 – Anexo 19 - Análisis de laboratorio en domicilio. (pH, C.E, Del pre compost y humus)**



Foto propia – Medidas de muestreo. pH; C.E.

# **ANEXO 4**

## **Presentación de sustentación**