UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMIA

"PREPARACIÓN DE SUSTRATO CON UNA POACEA (*pennissetum sp,)* cv. MARALFALFA Y ESTIÉRCOL DE BOVINO CON CANTIDAD UNIFORME DE LOMBRICES Y SU EFECTO EN LA CALIDAD QUÍMICA DEL VERMICOMPOST EN ZUNGAROCOCHA, DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, PERÚ – 2016"

T E S I S

Para optar el título de profesional:

INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL

Presentado por:

GUIDO MARTIN PEREZ YAHUARCANI
Bachiller en Gestión Ambiental

IQUITOS-PERÚ

2017

ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 016-EFPIGA-FA-UNAP-2017

En Iquitos, a los 13 días del mes de MAYO del 2017, a horas 11:15 a.m. el Jurado designado por la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Gestión Ambiental, intergrado por los Señores Miembros que a continuación se indica:

Ing. FIDEL ASPAJO VARELA, M.Sc.	**PRESIDENTE**
Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.	**MIEMBRO**
Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ	**MIEMBRO**

Se constituyeron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía, para escuchar la sustentación de la tesis titulada: **"PREPARACIÓN DE SUSTRATO CON UNA POACEA (*Pennissetum sp.*) c.v. MARALFALFA Y ESTIERCOL DE BOVINO CON CANTIDAD UNIFORME DE LOMBRICES Y SU EFECTO EN LA CALIDAD QUÍMICA DEL VERMICOMPOST EN ZUNGAROCOCHA, DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, PERÚ – 2016"**, presentado por el Bachiller en Gestión Ambiental **GUIDO MARTÍN PÉREZ YAHUARCANI**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL** que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

Después de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: SATISFACTORIAMENTE

El Jurado después de las deliberaciones correspondientes en privado, llegó a las siguientes conclusiones:

La Tesis ha sido APROBADA POR MAYORÍA.
Siendo las 01:10 p.m. se dio por terminado el acto FELICITANDO al sustentante por su trabajo.

Ing. FIDEL ASPAJO VARELA, M.Sc.
Presidente

Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.
Miembro

Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ
Miembro

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS.

TESIS APROBADA EN SUSTENTACIÓN PÚBLICA EL DIA 13.DE MAYO DEL 2017; POR EL JURADO AD-HOC NOMBRADO POR LA FACULTAD DE AGRONOMIA, PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

Ing. FIDEL ASPAJO VARELA, M. Sc.
PRESIDENTE

Ing. RONALD YALTA VEGA M. Sc.
MIEMBRO

Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ.
MIEMBRO

Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS
ASESOR

Universidad Nacional de la Amazonia Peruana
Facultad de Agronomía
DECANO
IQUITOS

ING. DARVIN NAVARRO TORRES, Dr.
DECANO

DEDICATORIA

Con eterna gratitud y entrañable cariño a mi padre **LUIS PEREZ RAMIREZ** cuyos esfuerzos, Sacrificio y desvelos, hicieron de mí un hombre le estaré por siempre agradecido.

A mi madre, **BETHZI YAHUARCANI DE PEREZ**, por ser mi mejor amiga, por brindarme sus consejos y su apoyo desinteresado en todo el tiempo que estuve estudiando.

A mis hermanos **CINTHYA Y CRISTHIAN,** como testimonio de gratitud y cariño por ser pilares en mi deseo de superación y en la culminación de mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

Al **Ing. Manuel Ávila Fucos**, responsable del proyecto vacuno de la facultad de agronomía de la UNAP, con quien inicie el presente trabajo.

A mis padres, amigos y colegas que participaron muy activamente durante mi proceso formación profesional y personal.

Y a todas las personas que directa o indirectamente colaboraron para la realización del siguiente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

INTRODUCCION.....08
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 09
1.1 PROBLEMA, HIPOTESIS Y VARIABLES. 09
a) El problema.....09
b) Hipótesis general.....10
c) Identificación de las variables 10
1.2 OBJETIVO DE LA INVESTIGACION.....11
1.3 FINALIDAD E IMPORTANCIA. 11
CAPITULO II. METODOLOGIA.....13
2.1 MATERIALES.....13
2.1.1 Materiales y métodos.....13
2.1.2 Metodología de evaluación…… 14
2.1.3 Diseño experimental……14
2.1.4 Aleatorización ……15
2.1.5 Análisis de Varianza ……16
2.1.6 Características del Experimento……16
2.2 Conducción del Experimento 17
a) Limpieza del Área 17
b) Recolección de materiales o insumos.....17
c) Cosecha de lombrices.....17
d) Preparación de los tratamientos 17
e) Cosecha del vermicompost.....18
f) Evaluación de los parámetros.....18
1.- Calcio 18
2.- Magnesio 19
3.- Fósforo.....19
4.- Potasio 19
5.- Nitrógeno 19
6.- pH.....20

CAPITULO III. REVISION DE LITERATURA 21
3.1 MARCO TEORICO.....21
3.2 MARCO CONCEPTUAL 35
CAPITULO IV. ANÁLISIS Y PRESENTACION DE LOS RESULTADOS 38
4.1 CALIDAD DEL VERMICOMPOST. 38
4.1.1 NITROGENO (%). 38
4.1.2 FOSFORO (%) 40
4.1.3 POTASIO (%) 42
4.1.4 CALCIO (%) 44
4.1.5 MAGNESIO (%) 46
4.1.6 pH 48
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 52
5.1 CONCLUSIONES.....52
5.2 RECOMENDACIONES 53
BIBLIOGRAFIA.....54
ANEXOS.....57

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro Nº 01: Tratamientos en Estudio 15
Cuadro Nº 02: Aleatorización 15
Cuadro Nº 03. Análisis de varianza 16
Cuadro Nº 04. Composición química de la vacaza 25
Cuadro Nº 05. Grado de riqueza del estiércol de vacuno 27
Cuadro Nº 06. Composición química (%) del estiércol de vaca lechera 28
Cuadro Nº 07. Análisis del Contenidos Nutricionales 29
Cuadro Nº 08 ANVA del contenido de Nitrógeno (%).....38
Cuadro Nº 09: Prueba de Duncan de Nitrógeno (%).....38
Cuadro Nº 10: ANVA del contenido de Fosforo (%) 40
Cuadro Nº 11: Prueba de Duncan del contenido de Fosforo (%): 40
Cuadro Nº 12: ANVA del contenido de Potasio (%). 42
Cuadro Nº 13: Prueba de Duncan del contenido de Potasio (%).....42

Cuadro Nº 14: ANVA del contenido de Calcio (%) 44
Cuadro Nº 15: Prueba de Duncan del contenido de Calcio (%).....44
Cuadro Nº 16: ANVA del contenido de Magnesio (%).....46
Cuadro Nº 17: Prueba de Duncan del contenido de Magnesio (%) 46
Cuadro Nº 18: ANVA del contenido de pH.....48
Cuadro Nº 19: Prueba de Duncan del contenido de pH 48
Cuadro Nº 20: NITROGENO (%). 58
Cuadro Nº 21: FOSFORO (%) 58
Cuadro Nº 22: POTASIO (%) 58
Cuadro Nº 23: CALCIO (%).....59
Cuadro Nº 24: MAGNESIO (%).....59
Cuadro Nº 25: pH.....59

ÍNDICE DE GRAFICOS

Pág.

Gráfico Nº 01: PROMEDIOS DE NITROGENO (%).....39
Gráfico Nº 02: PROMEDIOS DE FOSFORO (%).....41
Gráfico Nº 03: PROMEDIOS DE POTASIO (%).....43
Grafico N° 04: PROMEDIOS DE CALCIO (%) 45
Gráfico Nº 05: PROMEDIOS DE MAGNESIO (%) 47
Grafico N° 06: PROMEDIOS DE pH 49

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

ANEXO I: DATOS DE CAMPO.....58
ANEXO II: RESULTADO DE ANALISIS DE VERMICOMPOST.....60
ANEXO III: DISPOSICION DEL AREA EXPERIMENTAL 61
ANEXO IV: FOTOS 62

INTRODUCCION

La lombricultura es una práctica que está en armonía con la naturaleza, ya que se encarga de reciclar y transformar los residuos orgánicos produciendo abono natural, lo cual permite mejorar las condiciones físico, químicas y microbiológicas de los suelos; esta actividad acelera en forma significativa el retorno de los desechos orgánicos los cuales son aprovechados por las plantas, transformando los suelos en suelos productivos; según el tipo de alimento aumenta su fertilidad natural.

Se considera que el manejo ecológico del recurso suelo, es el punto de partida para poder desarrollar una agricultura sostenida. Mantener la vida en el suelo es una actividad fundamental para garantizar la fertilidad biológica, física y química del mismo.

La lombriz roja californiana (***Eisenia foetida***) es por naturaleza un agente útil para descomponer los desechos orgánicos de la granja y sub productos de otras actividades como la maderera para producción de vermicompost, ya que permite la transformación de estos residuos en abono que puede ser aplicado al suelo.

Además, es una actividad de baja inversión, mínimo riesgo, fácil administración, y alta rentabilidad por los beneficios múltiples que se obtienen. **(Ferruzzi 1987).**

La incorporación de aserrín en el proceso de compostaje permite aprovechar este insumo disponible en ciertos lugares en donde se transforma la madera; sin embargo el tiempo de descomposición es más tardío. De aquí el interés de incluir las lombrices para ayudar el proceso del compostaje, siendo el producto final el vermicompost. Las proporciones de estiércol de ganado vacuno y de aserrín como componentes del compostaje permitirán obtener un vermicompost con mejores propiedades químicas.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 PROBLEMA, HIPOTESIS Y VARIABLES

a) El problema

Durante cientos de años los granjeros han recurrido a la práctica de fertilizar sus campos con el estiércol producido por su ganado, ya que muchos de estos suelos son de baja o media fertilidad. Sin embargo, las granjas de cría intensiva producen mucho más estiércol del que la tierra puede absorber, por lo que la eliminación de este subproducto tóxico se ha convertido en un grave problema para la industria agropecuaria y para la sociedad. http://www.ncifap.org/bin/e/j/PCIFAPFin.pdf

En muchas granjas de producción pecuaria las excretas es un problema que está considerado como un gastos de la crianza, las cuales son contaminantes de las aguas de las quebradas o ríos y económicamente una pérdida del ganadero. El excesivo uso de fertilizantes inorgánicos causa problemas agroecológicos en la que se destacan una compactación y disminución de microorganismos del suelo provocando un desequilibrio y trastornos a la planta y disminución del rendimiento del cultivo.

La falta de tecnologías adecuadas para procesar los estiércoles de las diferentes especies animales y transformarles en productos que mejoren los ingresos del ganadero, debe ser una necesidad que se debe investigar. La biotecnología que podemos probar puede ser con una especie de lombriz domesticada denominada ***Eisenia foetida***, la que produce un sustrato que es amigable con el suelo.

¿En qué medida las diferentes proporciones de ***Pennisetum sp***. y estiércol de bovino, influye en la calidad del vermicompost?

b) Hipótesis general

- Una de las cuatro proporciones de estiércol y ***Pennisetum sp***., con incorporación de lombrices influye directamente sobre las propiedades químicas del vermicompost.

Hipótesis específica

- Al menos uno de las cuatro proporciones de estiércol y ***Pennisetum sp***., influye directamente sobre el porcentaje de nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio y pH, del vermicompost.

c) Identificación de las variables

Variable independiente

X1= Proporciones de estiércol de vacuno y ***Pennisetum sp***.

Variable dependiente

Y1= Propiedades químicas del Vermicompost

Operacionalización de las Variables

a) Variable Independiente: Cuatro Proporciones de mezcla de estiércol de vacuno más ***Pennisetum sp***.

Indicadores:

X11: 100% de estiércol de vacunos

X12: 90% de estiércol de vacunos más 10% de ***Pennisetum sp***.

X13: 80% de estiércol de vacunos más 20% de ***Pennisetum sp***.

X14: 70% de estiércol de vacunos más 30% de ***Pennisetum sp***.

b) Variable Dependiente: características químicas del Vermicompost

Nutrientes:

Y1.3: Nitrógeno (%)

Y1.4: Fosforo (%)

Y1.5: Potasio (%)

Y1.5: Calcio (%)

Y1.5: Magnesio (%)

Y1.1: pH

1.2 OBJETIVO DE LA INVESTIGACION

a) Objetivo General

- Mejorar el efecto de cuatro proporciones de estiércol de vacuno y ***Pennisetum sp***. en la calidad del vermicompost.

b) Objetivo Específico.

- Determinar el efecto de las cuatro proporciones de estiércol de vacuno y ***Pennisetum sp***. en las características químicas del vermicompost en el porcentaje de nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio y pH., del vermicompost.

1.3 FINALIDAD E IMPORTANCIA

La finalidad es de contar con información que le permita al ganadero producir un sustrato como es el vermicompost, con la técnica de lombricultura con la especie ***Eisenia foetida***, que se pueda usar como biofertilizante en forma

directa en las diferentes actividades productivas de la región como en viveros de plantas arbóreas, frutales y ornamentales y que no afecte la salud del agricultor y población, sirviendo como un complemento nutricional de sus cultivos, que el alimento a brindar a la población sea orgánico que sea saludables para el consumidor de la región.

La importancia radica en la utilización de nuestros recursos que disponemos de la actividad ganadera vacuna y del sub producto de la limpieza de malezas, sobras de pasto, material que es depositado en las quebradas o ríos y en el peor de los casos quemado, contaminando el ambiente. La incorporación de lombrices en el compostaje (***Eisenia foetida)*** usando estiércol de vacuno y ***Pennisetum sp***., permitirá obtener mejores propiedades químicas en el producto final que es el biofertilizante vermicompost, que servirá para impulsar una agricultura orgánica.

CAPITULO II

METODOLOGIA

2.1 MATERIALES

2.1.1 Materiales y métodos

a) Ubicación del Experimento

El ensayo se realizó en las instalaciones del Fundo "El Águila", en la comunidad de Cuyana, situado a la margen izquierda de la carretera Cuyana - huaturi, a 30 minutos de la ciudad de Iquitos en motor pequepeque y teniendo como centroide del experimento las coordenadas UTM:

Este : 681,771

Norte : 9 576 060

Altitud : 122 m.s.n.m.

b) Materiales y Equipos

De Campo:

Carretilla, rastrillo, regaderas, potenciómetro, termómetro, malla metálica, balanzas, lombrices, estiércol de vacuno y ***Pennisetum sp***.

De Gabinete:

Lapiceros, libreta de campo, fichas de evaluación, calculadora, computadora, programas, etc.

c) Clima

El lugar donde se realizó este ensayo, según **Holdridge (1987),** la clasifica como bosque húmedo tropical; con precipitación pluvial que oscila entre 2 000 – 4 000 mm./año, siendo la temperatura promedio anual de 26 ºC, con máxima de 34 ºC y mínima de 18 ºC a 20 ºC.

d) Sustratos

Decreto Supremo N° 017 – 2009 – AG. Reglamento de Clasificación de tierras por su Capacidad de Uso Mayor. Señala que la reacción del suelo (pH), es el grado de alcalinidad o acidez de los horizontes del suelo y se mide en unidades de pH. La reacción del suelo estará dada por el pH que prevalece dentro de los primeros 50 cm, de profundidad.

Rango

6.60 – 7.30 es neutro en los que se encuentran todos los tratamientos en estudio.

2.1.2 Metodología de evaluación:

El sustrato producido de las diferentes mezclas de estiércol de vacuno y pasto Maralfalfa resultante que es el vermicompost, se envió al laboratorio, para evaluar sus nutrientes, se realizó el análisis químico por instrumentación en el laboratorio de Análisis Químico Industrial de la Facultad de Ingeniería Química – UNAP, en nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio y pH.

2.1.3 Diseño experimental

Para evaluar los datos se utilizó el Diseño Completamente al Azar (D.C.A.) con cuatro (4) tratamientos y cuatro (4) repeticiones.

a) Factor en Estudio

El ensayo está orientado a evaluar cuatro mezclas de estiércol de ganado más ***Pennisetum sp***. con las lombrices ***Eisenia foetida*** (lombriz roja californiana) en la propiedades químicas del vermicompost.

b) Tratamientos en Estudio

El presente trabajo conto con los siguientes tratamientos y que se indica en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 01: Tratamientos en Estudio

Nº	CLAVE	TRATAMIENTO
1	T0	100% de estiércol de vacunos
2	T1	90% de estiércol de vacunos más 10% de ***Pennisetum sp***.
3	T2	80% de estiércol de vacunos más 20% de ***Pennisetum sp***.
4	T3	70% de estiércol de vacunos más 30% de ***Pennisetum sp***.

2.1.4 Aleatorización:

Cuadro N° 02: Aleatorización

Nº ORDEN	TRATAMIENTOS	Repeticiones			
		1	**2**	**3**	**4**
1	T0	1	0	2	3
2	T1	3	1	3	2
3	T2	0	3	1	0
4	T3	2	2	0	1

2.1.5 Análisis de Varianza

El análisis de variancia del presente trabajo experimental tiene las siguientes fuentes de variabilidad:

Cuadro N° 03: Análisis de varianza

FV	GL
TRATAMIENTO	t -1 = 4 - 1 = 3
ERROR	(r - 1) (t - 1) = 9
TOTAL	rt - 1 = 16 -1 = 15

Fuente: CALZADA (1970)

2.1.6 Características del Experimento

Disposición experimental.

De los Lechos.

i. Cantidad. : 16

ii. Largo. : 1.0 m

iii. Ancho : 1.0 m

iv. Área. : 1.0 m^2

Del Arrea Experimental

i. Largo. : 9.0 m

ii. Ancho : 9.0 m

iii. Área. : 81 m^2

2.2 Conducción del Experimento

a) Limpieza del Área

Se limpió una parte del establo donde comen el ganado vacuno que cuenta con el espacio que se necesita y es de piso de cemento y techo de calamina,

b) Recolección de materiales o insumos

En materiales se compró 16 tablas de 4m de largo x 0.25 m x 1 pulgadas de grosor, las que se construyeron los lechos de 1m2, el estiércol se recolector del proyecto vacunos y el pasto de ***Pennisetum sp***. se recolecto del predio "El Águila".

Antes de poner las lombrices al estiércol se preparó el alimento de la ***Eisenia foetida*** por espacio de 15 días.

c) Cosecha de lombrices

Se cosecharon de las camas de producción que cuenta el proyecto vacuno, se puso en cada lecho la cantidad de dos mil lombrices por unidad experimental de un metro cuadrado, se seleccionó solo lombrices adultas.

d) Preparación de los tratamientos

Se realizó los respectivos pesados, las cuales fueron según el porcentaje, en cada lecho de un metro cuadrado se puso 100 kilos, la que fue el 100%, en el tratamiento T0 se puso 100 kilos de estiércol de vacunos, tratamiento T1 se puso 90 kilos de estiércol de vacuno y 10 kilos de ***Pennisetum sp***., en el tratamiento T2 se puso 80 kilos de estiércol de vacuno y 20 kilos de ***Pennisetum sp***., en el tratamiento T3 se puso 70 kilos de estiércol de vacunos y 30 kilos de ***Pennisetum sp***.

e) Cosecha del vermicompost

Esta labor se realizó a los tres meses de instalado el trabajo de investigación, cada mes se realizó el mezclado y revisión del producto.

La cosecha pasó bajo un tamizado para separar las impurezas que pudiera tener el vermicompost.

f) Evaluación de los parámetros

La evaluación se realizó a los 3 meses de haber sembrado las lombrices de ***Eisenia foetida***.

Minerales

Para determinar minerales se pesó el crisol con la muestra seca, ésta se puso a calcinar a 600° C en la mufla por espacio de 4 horas para obtener ceniza, después del cual la muestra (ceniza) se retiró y se pesó, a esta muestra se le agregó 10 ml. De una solución de Ácido Clorhídrico y agua destilada, con la ayuda de una varilla de vidrio se disolvió toda la ceniza en la solución, se colocó en una fiola de 100 ml., se lo enrazó con agua destilada hasta 100ml.; de esta muestra se extrajo alícuotas para la determinación de minerales.

1. Calcio:

Se determinó titulándose 10 ml de la muestra diluida en Ácido Clorhídrico, con EDTA (Etilediamino tetra acetato di sódico) en presencia de 2 ml de Hidróxido de Sodio 1 N , empleando como medidor el murexida.

2. Magnesio:

Se tituló 10 ml de la muestra de la muestra diluida más 2 ml de Buffer pH 10, utilizándose como indicador el negro de Eriocromo T. El valor resultante de esta titulación se restó con el valor del análisis del calcio y el resultado fue el contenido de Magnesio en la muestra.

3. Fósforo.

Se realizó la mezcla de 75 ml de Vanadato de Amonio con 75 ml. De Molibdato de Amonio, se extrajo 2ml de esta solución y se mezcló con 5 ml. De la muestra y se completó a 50 ml., se dejó reposar por espacio de 60'. Finalmente se hizo la lectura en el espectrofotómetro, posteriormente el contenido de Fósforo mediante fórmula.

4. Potasio.

Se extrajo 10 ml. De la muestra y se le agrego 1 ml de ácido nítrico y 5 ml de Cobaltonitrico de Sodio. Se dejó reposar por espacio de 2 horas. Luego se centrifugo por 10´, se extrajo el líquido y se agregó 10 ml de ácido nítrico, se volvió a repetir el proceso de centrifugado y se extrajo el líquido para luego agregarlo 5 ml de dicromato de Potasio. Finalmente se hizo la lectura en el espectrofotómetro, posteriormente se determinó el contenido de Potasio mediante Formula.

5. Nitrógeno

Se procedió de la siguiente manera: En un balón de vidrio se colocó una mezcla de 1.5 gr de Sulfato de Potasio y 0.1 gr de Sulfato de Cobre, se vertió 0.1 gr aproximadamente de la muestra seca, a continuación se le añadió 5 ml de Ácido Sulfúrico, el balón fue llevado al digestor de ebullición, hasta el

cambio de coloración a verde claro (30’ aproximadamente), se dejó enfriar para luego añadir 30 ml de agua destilada. A esta nueva solución se llevó al destilador para la recuperación del amoníaco en Ácido Sulfúrico, posteriormente con Hidróxido de Sodio, calculando de esta manera el Nitrógeno presente en la muestra.

6.- pH

El pH es un indicador de la acidez de una sustancia. Está determinado por el número de iones libres de hidrógeno (H+) en una sustancia. El resultado de una medición de pH viene determinado por una consideración entre el número de protones (iones H+) y el número de iones hidroxilo (OH-). Cuando el número de protones iguala al número de iones hidroxilo, el agua es neutra. Tendrá entonces un pH alrededor de 7

CAPITULO III

REVISION DE LITERATURA

3.1 MARCO TEORICO

GENERALIDADES

SOBRE LAS LOMBRICES

La lombricultura se inició en 1950 en EE.UU. con una especie conocida como la lombriz roja, siendo su verdadero nombre científico ***Eisenia foetida***, **FERRUZZI (1987).**

Desde entonces se han realizado estudios que han tenido como resultados varios tipos de lombrices rojas cada vez más selectas, pero que en la actualidad los tipos más utilizados en la lombricultura son tres: *Eisenia foetida, Lombricus rubellus* y el rojo híbrido; de éstas la más difundida en el mundo es la lombriz *Eisenia foetida*, pertenece al phylum Anélidos clase Oligoquetos, explotada a nivel industrial por países como EE.UU., Japón, Italia, España y Chile principalmente.

En el Perú la lombricultura se inició por los años 1983 y se fue expandiendo a nivel nacional. En la Región San Martín podemos decir que es una actividad reciente por los años 1993. La lombriz *E. foetida*, es una de las especies más versátiles para su producción o explotación en cautividad según expresa **ASCÓN G. (1993).**

Al estado adulto mide de 6 - 8 cm. y su diámetro oscila de 3 - 5 mm., es de color rojo oscuro, respira a través de la piel y no tiene dientes, es hermafrodita insuficiente (necesita aparearse para reproducirse) la fecundación se realiza a través del clítelo, es extraordinariamente prolífica madura a los 90 días de

nacida, su peso es aproximadamente 1.0 g. y su promedio de vida en un criadero es de 12 - 15 años.

SILVA (1985), afirma que en Australia y Nueva Zelandia se ha demostrado que *E. foetida* es una especie eurífaga, es decir, se ubica dentro de los animales de más amplio rango alimentario, desde los detritos orgánicos vegetales (rastrojo, residuos de hortalizas, frutos, malezas, etc.) hasta los coprolitos animales (estiércol de vacuno, oveja, Conejo, cuy, etc.), son resistentes al estrés como variaciones de Tº, pH y Humedad.

Morfología

Reino : Animal

Subreino : Metazoos

Phylum : Protostomia

Grupo : Annelida

Orden : Oligochaeta

Familia : Lumbricidae

Especies : Lumbricus terrestris, L. Lumbricus Rebellus, Eisenia Foetida,

Hoy se conocen aproximadamente 8000 especies de lombrices, pero solo 3500 de ellas han sido estudiadas y clasificadas. De estas 3500 especies unas pocas han sido domesticadas y adaptadas para cultivarlas en criaderos.

Lombriz roja californiana

Es de color rojo oscuro que respira por medio de su piel, son hermafroditas, copulan semanalmente. Cada pareja deposita individualmente una cápsula o

cocon (huevo en forma de pera de color amarillento de unos 2 mm.) que puede albergar hasta un máximo de 9 nuevas lombrices.

Estas nuevas lombrices abandonan el capullo alrededor de los 21 a 28 días y a los tres meses adquieren la madurez sexual y se reproducirán cada 7 días durante toda su vida. Es así que puede llegar a producir bajo ciertas condiciones, hasta 1.300 lombrices al año.

Al nacer las lombrices son blancas, transcurridos 5 o 6 días se ponen rosadas y a los 120 días ya se parecen a las adultas siendo de color rojizo. Un gusano adulto mide de seis a ocho centímetros, de 3 a 5 milímetros de diámetro y pesa hasta aproximadamente 1,4 gramos. Come una ración diaria que tiende su propio peso, de la cual un 55% se traduce en abono.

La lombriz californiana cava túneles en el suelo blando y húmedo, succiona o chupa la tierra con la faringe evaginada o bulbo musculoso. Digiere de ella las partículas vegetales o animales en descomposición y vuelve a la superficie a expulsar por el ano la tierra, convirtiendo este terreno en uno mucho más fértil que el que pueda lograrse con los mejores fertilizantes artificiales. Sus excrementos contienen 5 veces más nitrógeno, 7 veces más fósforo, 5 veces más potasio y 2 veces más calcio que el material orgánico que ingirieron.

No soportan la luz solar, si se expone a los rayos del sol muere en unos pocos minutos. Vive aproximadamente unos 4,5 años.

La máxima capacidad de reproducción se alcanza cuando se encuentran entre una temperatura de 14ºC a 27ºC. Su reproducción es menor durante los meses más cálidos y los más fríos.

Cabe señalar que cuando la temperatura baja a menos de 7ºC , las lombrices aunque no se reproducen siguen produciendo abono, aunque en menor cantidad.

SUSTRATO

El vermicompost de lombriz es un fertilizante bio-organico de estructura coloidal, producto de la digestión, que se presenta como un producto desmenuzable, ligero e inodoro. Es un producto terminado, muy estable, imputrescible y no fermentable. También favorece la formación de microorganismos como las micorrizas, Rhizobium y otros que actúan directamente sobre los nutrientes macromoleculares, elevándolo a estados directamente asimilables por las plantas. **http://www.alecoconsult.com/index.php?id=humus-de-lombriz**

HARTMANN et al (2002), sostiene que el termino sustrato, que se aplica en agricultura, se refiere a todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, que de forma pura o mezclada, sirve como medio de crecimiento y desarrollo de las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radicular, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno.

Sobre el Estiércol de vacunos

Cuadro N° 04: Composición química de la vacaza.

DETERMINACIONES RIQUEZA	GRADO DE
- C.E. *	7.30 dS/m
- pH	8.31
- Materia Orgánica	40.32%
- Nitrógeno	1.2%
- P_2O_5	1.63%
- K_2O	2.00%
- CaO	1.44%
- MgO	0.74%

Fuente, **VIDURRIZAGA A.J. (2011**).

JACOB (1966), manifiesta que el contenido de nutrientes del estiércol, suele fluctuar ampliamente según sea el tipo de animal de procedencia**,** el forraje que reciba y el mantenimiento que se le brinde.

RIGAU (1965), indica así mismo, que el estiércol formado con el excremento del ganado es el más importante de los abonos orgánicos, ya que todas las sustancias orgánicas del estiércol se transforman en humus y esto hace favorable las propiedades físicas del terreno, al que hace blando e hidroscopio.

FAO (1979), indica que estudios en países asiáticos nos reporta que el estiércol de vacuno es un buen abono y se usa directamente en zonas de cultivo intensivo y cultivos hortícolas. Además, incrementa el rendimiento del cultivo, mejora la

estructura del suelo. En el laboratorio se determinó que el estiércol reduce la concentración de iones del Al y Fe, en la solución suelo, quizás debido a la quelación de estos compuestos.

CUBAS (1977), afirma que el estiércol es una abono bastante importante y que se pudiera afrontar con éxito en la selva, el hasta hace poco problema del Nitrógeno, que es el elemento que más se pierde en la quema del monte.

OSCHESE et al (1965), menciona que el uso del estiércol, pastos y leguminosas en las rotaciones, también es ventajoso en el control de enfermedades y nematodos; esto debido a que aumenta la penetración del agua mediante residuos vegetales y también mejora la estructura del suelo para que no haya impedimento de drenaje. La utilización generalizada de estiércol de animales y otros materiales orgánicos va a contribuir sin duda alguna a la falta de deficiencias de elementos en muchos países, eso sin contar la conservación de una estructura del suelo durante muchos años de cultivos.

BURNETT (1974), manifiesta que hay que poner mucha atención en el uso combinado del abono orgánico y de los fertilizantes para aumentar la producción agrícola y mantener la fertilidad del suelo. Asimismo, manifiesta que el estiércol se utiliza sobre todo en los pastizales, jardines, huertos, pero es indudable que si se le enriquece con fertilizantes minerales, podría emplearse para cultivar de manera intensiva, cereales y tubérculos, además la ventaja de la acción de materia orgánica fresca es el aumento del humus del suelo.

GUERRERO (1996), los aportes del estiércol independientemente de su acción beneficiosa como enmienda orgánica, ponen a disposición del cultivo elementos fertilizantes que se liberan lentamente y que los cultivos aprovechan en sucesivos años, entre los estiércoles suelen haber bastante diferencias, en primer lugar por la especie animal de que proceden y también por el grado de humedad, tiempo de elaboración, forma en que está hecho.

BARDALES (2006), remite el análisis físico – químico de muestra del estiércol de vacuno, se indica en el siguiente cuadro:

CUADRO Nº 05: Grado riqueza del estiércol de vacuno

Elementos	%
M.O.	52.2
Calcio	1.6
Nitrógeno	1.8
Magnesio	0.7
pH	8.8
Fosforo	4.9
Potasio	1.8

Fuente: BARDALES (2006)

En el cuadro 06, Tabla 1 muestra la composición del estiércol, en su mayor parte materia orgánica, cantidades importantes de minerales y micronutrientes que le confieren buenas cualidades como mejorador de las propiedades químicas y físicas de los suelos, y portador de cantidades de nutrimentos importantes para las plantas.

También la bosta contiene entre 1/3 y 1/2 del nitrógeno excretado por el ganado y representa un camino eficiente para el reciclaje del nitrógeno en los pastos. La incorporación de la bosta, al igual que el uso de fertilizantes inorgánicos,

aumenta el rendimiento del forraje, la producción de proteína cruda, la producción potencial de semillas y el vigor aparente de las plantas.

Cuadro 06, ***Composición química (%) del estiércol de vaca lechera.***

Materia Orgánica	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Humedad
36.1	1.51	1.20	1.51	3.21	0.53	25.5

http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20ACPA/2009/REVISTA%2004/17%20ESTIERCOL%20BOVINO.pdf

DEL PASTO MARALFALFA

Características Generales:

Tiene una flor similar a la del trigo, puede llegar alcanzar hasta los cuatro metros de altura, es fuerte ante el verano, posee alta producción de follaje y proteína (17.2%). Es muy resistente a factores como el verano, suelos, agua y luminosidad.

Con la Maralfalfa se ha logrado obtener en novillos de engorde entre 1.000 y 1.400 gramos de ganancia diaria en peso, a base de Maralfalfa, agua y sal a voluntad, disminuyendo el consumo de concentrados.

Clima: Se da desde 0 hasta los 3.000 metros sobre el nivel del mar.

Establecimiento: 3,000 kilos de tallos por hectárea, sembrados acostados, doble caña y a chorrillo no más de tres (3) centímetros de profundidad y a cincuenta (50) centímetros entre surcos.

Rendimiento: Las experiencias dadas en Santander han mostrado que en lotes de segundo corte se ha cosechado once (11) kilos por metro lineal a los setenta y cinco días. Es decir, 220.000 kilos por metro lineal (220 toneladas/Ha) con un promedio de la caña de dos metros con veinte centímetros (2.20 metros). Para el primer corte se debe dejar espigar todo el cultivo, puede alcanzar a los 90 días

alturas hasta 4 metros, de acuerdo a la fertilización y la cantidad de materia orgánica aplicada, los siguientes cortes se hacen cuando el cultivo alcance un 10% de espigamiento.

Sabor: Tiene un 12% de carbohidratos que lo hacen muy apetecible por los animales.

Fertilización; Está depende básicamente de las necesidades determinadas en un previo análisis de suelos y la debida preparación del terreno. Este pasto responde muy bien a la aplicación de materia orgánica y a la alta humedad sin encharcamientos.

Uso: Lo consumen bien los bovinos, equinos, caprinos y ovinos. Para el ganado de leche se puede dar fresco, para el ganado de ceba y equinos se recomienda siempre suministrarlo marchito. Además puede ser ensilado, aumentando la digestibilidad a toda la celulosa. El análisis llevado a cabo en importantes laboratorios han entregado los siguientes resultados

Cuadro 07, Análisis de Contenidos Nutricionales:

Humedad	79.33%
Cenizas	13.50%
Fibra	24.33%
Grasa	2.10%
Carbohidratos solubles	12.20%
Nitrógeno	2.60%
PROTEINAS	17.20%
Calcio	0.80%
Magnesio	0.29%
Fósforo	0.33%
Potasio	3.38%

http://pwp.etb.net.co/germanrg/Pasto%20Maralfalfa.htm

Los datos reportados por Molina (2005) (ver tabla 2), parecen indicar que se trata de un pasto con bajo contenido de proteína cruda pero con alto contenido de fibra en detergente neutro y, por la misma razón, con bajo contenido de energía. Estos autores, sin embargo, no especifican la edad de corte ni las condiciones de producción del pasto. A pesar de la información tan desalentadora sobre la calidad nutricional de este pasto pero debido a la popularidad que ha ganado en los últimos años, fue necesario emprender un trabajo más sistemático que diera mayores luces sobre su comportamiento agronómico y valor nutricional, con la finalidad de tener mayores elementos técnicos que permitieran sentar bases sobre recomendaciones para su utilización en ganado lechero.

http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/pasto-maralfalfa-t427/141-p0.htm

Características del pasto

Origen

El origen del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) es aún muy incierto. Dicho pasto podría corresponder a un *Pennisetum hybridum* comercializado en Brasil como Elefante Paraíso Matsuda. Este pasto fue el resultado de la hibridación del *Pennisetum americanum* (L.) Leeke con el *P. purpureum* Schum. Este híbrido es un triploide que puede ser obtenido fácilmente y combina la calidad nutricional del forraje del *Pennisetum americanum* (L.) con el alto rendimiento de materia seca del *P. purpureum* Schum. Este híbrido, sin embargo, es estéril por lo que para obtener híbridos fértiles se ha utilizado Colchicina con lo que duplica el número de cromosomas y se obtiene un híbrido hexaploide fértil. **(Correa *et al* 2002).**

Características taxonómicas

Las gramíneas pertenecen a la familia Poaceae, la más grande de las familias del reino vegetal. Dicha familia esta compuesta por 5 sub-familias las cuales presentan un alto grado de variabilidad, de manera que la asignación de un ejemplar a una determinada sub-familia se basa más en el número de caracteres compartidos con otros miembros de un grupo determinado, que en uno o en algunos caracteres claves.

En cualquier caso la Panicoideae es una de las sub-familias dentro de la cual se encuentra la tribu Paniceae. Dentro de esta tribu, a su vez, se encuentra el género *Pennisetum* el cual agrupa a cerca de 80 especies. Muestras del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) obtenidas de la finca Guamurú, en San Pedro de los Milagros (Antioquia), fueron analizadas por Sánchez y Pérez (comunicación personal) en el Herbario MEDEL de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, identificándolo tentativamente como *Pennisetum violaceum* (Lam.) Rich. ex Pers. Sánchez y Pérez (sin publicar) advierten, sin embargo, que no existe total certeza sobre su identidad y que, ya sea que se trate de una especie silvestre o del híbrido mencionado anteriormente (*P. americanum* L. x *P. purpureum* Schum), su identificación correcta requerirá de estudios morfológicos y citogenéticos adicionales. La variabilidad del denominado pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) deja un nivel de incertidumbre que sólo se podría aclarar mediante un muestreo general en diferentes sitios que indique la variación geno y fonotípica de la especie.

Órganos vegetativos

Las raíces del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) son fibrosas y forman raíces adventicias que surgen de los nudos inferiores de las cañas, son de crecimiento rápido y de alta capacidad de profundizar en el suelo. Estas cañas conforman el tallo superficial el cual está compuesto por entrenudos, delimitados entre sí, por nudos. Los entrenudos en la base del tallo son muy cortos, mientras que los de la parte superior del tallo son más largos. Los tallos no poseen vellosidades. Las ramificaciones se producen a partir de los nudos y surgen siempre a partir de una yema situada entre la vaina y la caña.

La vaina de la hoja surge de un nudo de la caña cubriéndola de manera ceñida.

Los bordes de la vaina están generalmente libres y se traslapan. Es muy común encontrar bordes pilosos, siendo esta una característica importante en su clasificación.

La lígula, que corresponde al punto de encuentro de la vaina con el limbo, se presenta en corona de pelos. Mientras que la longitud y el ancho de las hojas pueden variar ampliamente dentro de una misma planta. La presencia de pelos en el borde de las hojas, es otro elemento fundamental en la descripción de esta especie. **(Correa *et al* 2002)**

PRODUCCION DE FORRAJE

En Zonas con suelos pobres en materia orgánica, que van de Franco – Arcillosos a Franco – Arenoso, en un clima relativamente seco, con PH de 4,5 a 5, con una altura aproximada de 1.750 M.S.N.M. y en lotes de tercer corte, se han obtenido cosechas a los 45 días con una producción promedio de 28.5 kilos por metro cuadrado, es decir 285 toneladas por hectárea, con una altura promedio por caña de 2.50mts. los cortes se deben realizar cuando el cultivo alcance aproximadamente un 10% de espigamiento.

Ventajas

- Posee un alto nivel de proteínas, en nuestros cultivos en base seca nos ha dado hasta el 17.2% de proteína.
- Posee un alto contenido de carbohidratos azucares que lo hacen muy apetecible por los animales.
- En la zona ha superado en un 25% de crecimiento a pastos; como el King Gras, Taiwán Morado, elefante, etc.

Uso

Lo consumen bien los bovinos, equinos, caprinos y ovinos.

Se ha ensayado con muy buenos resultados el suministro en aves y cerdo, para el ganado de leche_se debe dar fresco, Para el ganado de ceba y equinos, se recomienda darlo marchito; deshidratarlo por 24 a 48 horas,

Ficha Técnica

además puede ser ensilado. Tres hectáreas mantienen 120 vacas lecheras.

Según expertos en pastos y forrajes, el maralfalfa es una variedad de pasto dulce muy ricos en nutrientes, del genero ***Pennicertum Violaceum*** de la familia del que comúnmente conocemos como Elefante, con los siguientes datos técnicos:

- Condiciones Agroaclimaticas Se da en alturas comprendidas desde el nivel del mar hasta 3000 mts.

1. Se adapta bien a suelos con fertilidad media alta.
2. Su mejor desarrollo se obtiene en suelos con buen contenido de materia orgánica y buen drenaje

- Rendimiento entre 28 y 30 kilos por metro cuadrado.

- Carbohidratos Tiene un 12% de Carbohidratos azucares, etc. Por lo tanto es muy apetecible por los animales herbívoros.

- Siembra distancia recomendada es de 70 cm entre surcos.

- Cantidad de semilla por hectárea: 4000 kilos aproximados por hectárea.

- Altura: A los 70 Días alcanza alturas hasta 3 metros de acuerdo con la fertilización y cantidad de materia orgánica aplicada.

- Corte: para el primer corte estaría lista a los 45 días.

- Fertilización: Responde muy bien a la aplicación de materia orgánica y a la humedad sin encharcamiento, después de cada corte se recomienda aplicar por hectárea lo siguiente:

Abono 10.20.20 o triple 15 (15.15.15)

- Uso: Para el ganado de Leche se puede dar fresco, pero es preferible dejarlo secar por uno o dos días antes de picarlo. Para el ganado de "ceba" se debe dejar deshidratar de 24 a 48 horas. http://www.maralfalfaprogreso.com.ve/phpj/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=36

TRABAJOS REALIZADOS CON VERMICOMPOST

TORREJON (2015), menciona que la incorporación del aserrín en una proporción del 10%, que es el T1 (90% estiércol de vacuno + 10% de aserrín), según la prueba de Duncan estadísticamente es similar al tratamiento T0 (100% de estiércol de vacunos), donde sus valores del T0 en nitrógeno es de 1.02%, fosforo de 0.83%, potasio de 0.74%, calcio de 2.28%, magnesio de 0.70% y pH de 7.27.

MANRIQUE (2014), en la producción de cuatro poaceas forrajeras, el sustrato usado (estiércol de ganado vacuno + lombrices), influyeron los cortes realizados cada cinco semanas en las características agronómicas y rendimiento por hectárea. Mostrando el análisis de sustrato de 0.90 % de nitrógeno, 0.81 % de P_2O_5, 0.44 % de K_2O, 1.38 % de CaO y 0.52 % de MgO y con pH de 6.10.

REATEGUI (2013), en la producción de forraje de ***Morus nigra*** (Morera), el sustrato usado (estiércol de ganado vacuno + lombrices), influyeron en las altas densidades de siembra y rendimiento por hectárea. Mostrando el análisis de sustrato de 0.91 % de nitrógeno, 0.83 % de P_2O_5, 0.45 % de K_2O, 1.58 % de CaO, 0.64% de MgO y con pH de 6.20.

En estos dos trabajos de investigación el sustrato estaba al aire libre y sembrada de especies forrajeras.

3.2 MARCO CONCEPTUAL

- **BIOFERTILIZANTES:**

  Un biofertilizante es un fertilizante orgánico natural que ayuda a proporcionar a las plantas todos los nutrientes que necesitan y a mejorar la calidad del suelo creando un entorno microbiológico natural. Por ejemplo, se propone producir y utilizar biofertilizante para mejorar el rendimiento de los cultivos mediante bacterias nitrificantes (rhizobium), hongos micorrizos y otros microorganismos capaces de aumentar la accesibilidad de los nutrientes de las plantas presentes en el suelo.

- **Análisis de Varianza:** Técnica descubierta por Fisher, es un procedimiento aritmético para descomponer una suma de cuadrados total y demás componentes asociados con reconocidas fuentes de variación.

- **EDETA** (Etilediamino tetra acetato di sódico) Es una solución que se utiliza en la determinación de minerales.

- **Eurofaga:** del animal que tiene un régimen de alimentación muy variado

- **Coeficiente de Variación:** Es una medida de variabilidad relativa que indica el porcentaje de la media correspondiente a la variabilidad de los datos.

- **Diseño Experimental**: Es un proceso de distribución de los tratamientos en las unidades experimentales; teniendo en cuenta ciertas restricciones al azar y con fines específicos que tiendan a determinar el error experimental.

- **Humus** es la sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos por organismos y microorganismos benéficos (hongos y bacterias). Se caracteriza por su color negruzco debido a la gran cantidad de carbono que contiene. Se encuentra principalmente en las partes altas de los suelos con actividad orgánica. El humus también es considerado una sustancia descompuesta a tal punto que es imposible saber si es de origen animal o vegetal.

- **Lombricultura** las diversas operaciones relacionadas con la cría y producción de lombrices y a la transformación por medio de éstas, de sub-productos orgánicos, sobre todo de estiércoles de animales, en precioso material fertilizante.

- **Tratamiento:** Todo lo que se aplica a la unidad experimental.

- **Prueba de Duncan:** Prueba de significancia estadística utilizada para realizar comparaciones precisas, se aun cuando la prueba de Fisher en el análisis de Varianza no es significativa.

- **Vermicompost:** un residuo orgánico, con el adecuado laboreo y compostaje, que es puesto como sustrato y hábitat para la lombriz californiana es transformada por estas en una extraordinaria enmienda fertilizadora.

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

4.1 CALIDAD DEL VERMICOMPOST

4.1.1 NITROGENO (%)

En el cuadro 08, se reporta el resumen del análisis de varianza del nitrógeno (%) en la composición del vermicompost, se observa que si existe diferencia significativa, respecto a la proporción de nitrógeno en el sustrato con diferentes proporciones de estiércol de vacuno y ***Pennisetum sp***.

El coeficiente de variación para la evaluación es 2.52 %, que demuestra la confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el ensayo.

Cuadro 08: ANVA del contenido de Nitrógeno (%)

FV	GL	SC	CM	FC	0.01	0.05
TRATAMIENTOS	3	0.008	0.003	3.91*	5.45	3.26
ERROR	12	0.006	0.001			
TOTAL	15	0.015	0.001			
CV	2.52%					

***: Significativo**

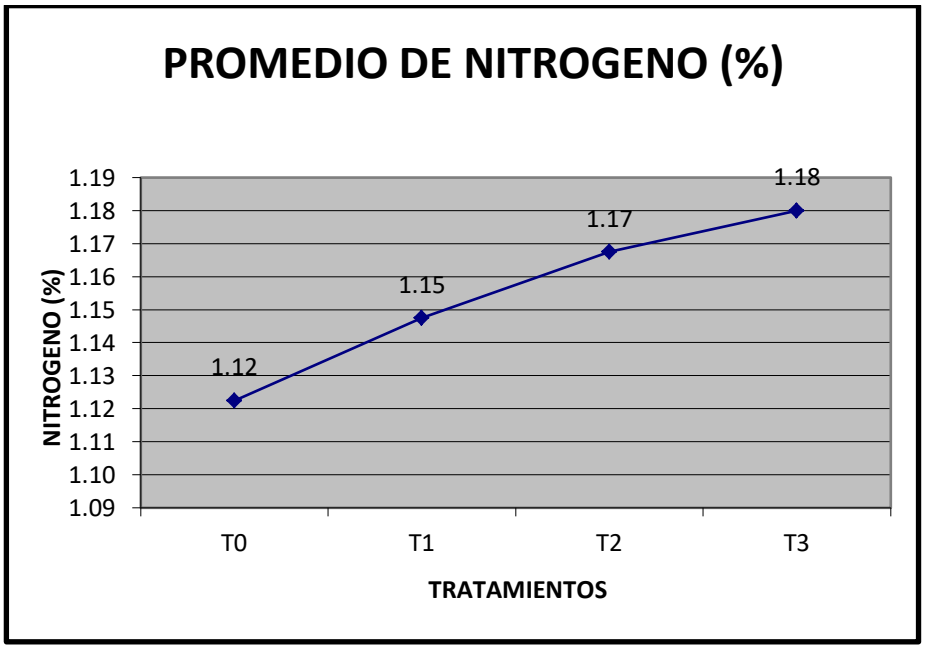
Cuadro 09: Prueba de Duncan del contenido de Nitrógeno (%)

OM	Tratamientos	Promedio	Significancia (5%)
1	T3	1.18	a
2	T2	1.17	a b
3	T1	1.15	b
4	T0	1.12	c

Observando el Cuadro 09, se reporta la prueba Duncan de las diferentes proporciones de mezclas de estiércol de vacuno y ***Pennisetum sp***., que el mayor porcentaje de nitrógeno se dio en el tratamiento T3 (70% de estiércol de vacuno +

30% de ***Pennisetum sp)*** con un promedio de 1.18 % de nitrógeno y el menor se obtuvo con el tratamiento T0 (100 % de estiércol de vacuno) con 1.12 % nitrógeno, con dos grupos homogéneos y un heterogéneo y estadísticamente el tratamiento T3 es igual al T2.

Grafico 01



En la gráfica 01, se observa que a medida que se incrementó la proporción de ***Pennisetum sp***., el contenido de nitrógeno aumenta en el sustrato del vermicompost.

4.1.2 FOSFORO (%)

En el cuadro 10, se reporta el resumen del análisis de varianza del fosforo (%) en la composición del vermicompost, se observa que si existe diferencia altamente significativa, respecto a la proporción de fosforo en el sustrato con diferentes proporciones de estiércol de vacuno y ***Pennisetum sp***.

El coeficiente de variación para la evaluación es 2.69 %, que demuestra la confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el ensayo.

Cuadro 10: ANVA del contenido de Fosforo (%)

FV	GL	SC	CM	FC	0.01	0.05
TRATAMIENTOS	3	0.065	0.02	6.92**	5.45	3.26
ERROR	12	0.028	0.00			
TOTAL	15	0.094	0.01			
CV	2.69%					

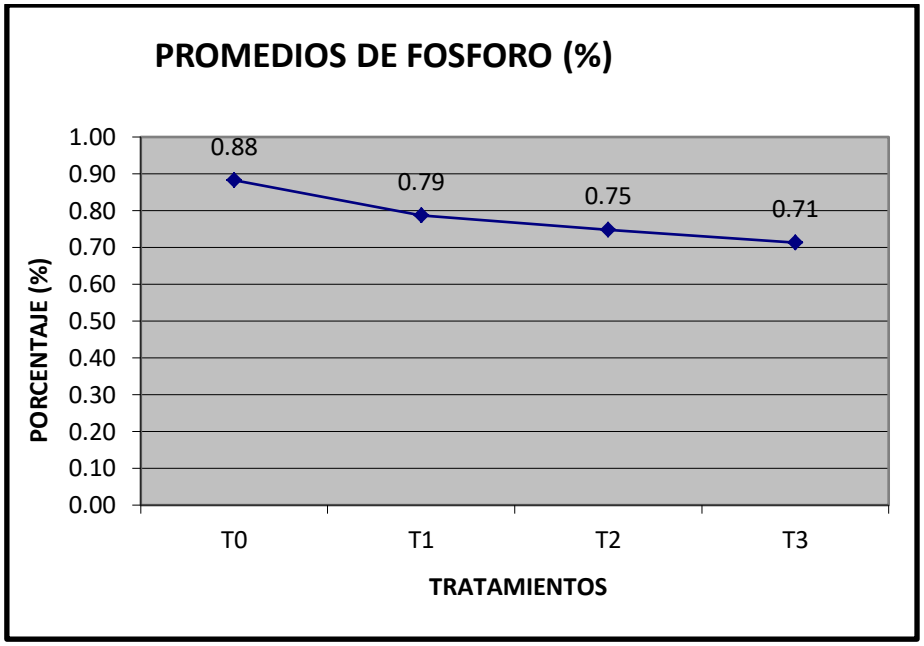
****: Altamente Significativo**

Cuadro 11: Prueba de Duncan del contenido de Fosforo (%)

OM	Tratamientos	Promedio	Significancia (5%)
1	T0	0.88	a
2	T1	0.79	a b
3	T2	0.75	b
4	T3	0.71	c

En el cuadro 11, se reporta la prueba Duncan de las diferentes proporciones de mezclas de estiércol de vacuno y ***Pennisetum sp***., que el mayor porcentaje de fosforo se dio en el tratamiento T0 (100 % de estiércol de vacuno) con un promedio de 0.88 % de fosforo y el menor se obtuvo con el tratamiento T3 (70% de estiércol de vacuno + 30% de ***Pennisetum sp***.) con 0.71 % fosforo, con dos grupos homogéneos y un heterogéneo y estadísticamente el T0 es igual al T1.

Grafica 02



El gráfico Nº 02, se observa el incremento del contenido del fosforo conforme se disminuye la proporción de ***Pennisetum sp***. en el sustrato del vermicompost.

4.1.3 POTASIO (%)

En el cuadro 12, se reporta el resumen del análisis de varianza del potasio (%) en la composición del vermicompost, se observa que si existe diferencia altamente significativa, respecto a la proporción de potasio en el sustrato con diferentes proporciones de estiércol de vacuno y ***Pennisetum sp***.

El coeficiente de variación para la evaluación es 2.15 %, que demuestra la confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el ensayo.

Cuadro 12: ANVA del contenido de Potasio (%)

FV	GL	SC	CM	FC	0.01	0.05
TRATAMIENTOS	3	0.354	0.12	45.73**	5.45	3.26
ERROR	12	0.023	0.0026			
TOTAL	15	0.384	0.026			
CV	2.15%					

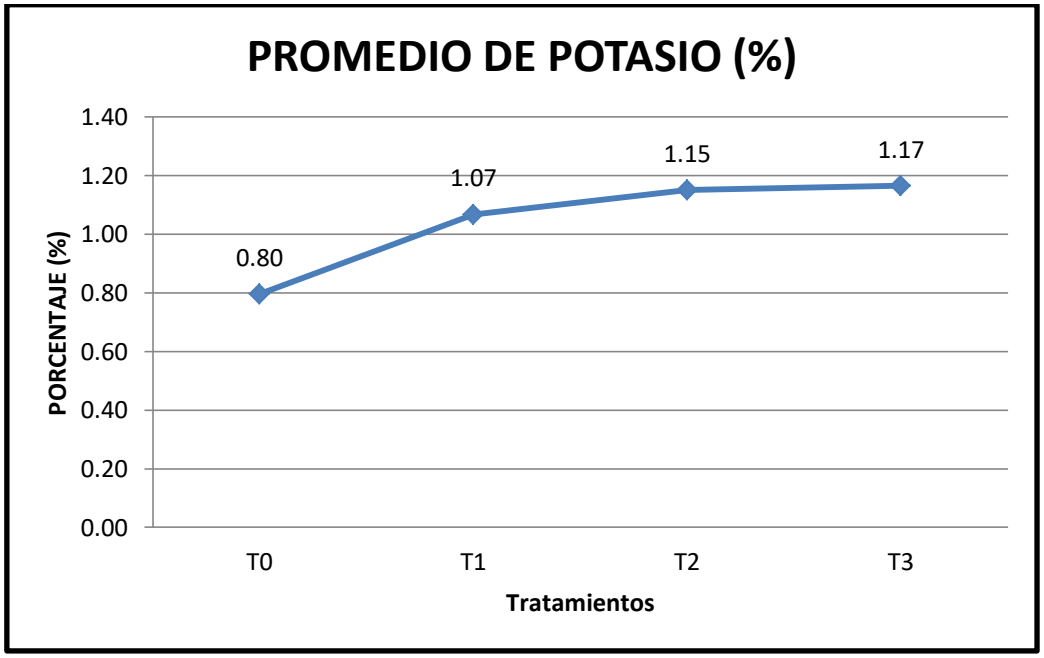
****: Altamente Significativo**

Cuadro 13: Prueba de Duncan del contenido de Potasio (%)

OM	Tratamientos	Promedio	Significancia (5%)
1	T3	1.17	a
2	T2	1.15	a
3	T1	1.07	b
4	T0	0.80	c

En el cuadro 13, se reporta la prueba Duncan de las diferentes proporciones de mezclas de estiércol de vacuno y ***Pennisetum sp***., que el mayor porcentaje de potasio se dio en el tratamiento T3 (70% de estiércol de vacuno + 30% de ***Pennisetum sp***.) con un promedio de 1.17 % de potasio y el menor se obtuvo con el tratamiento T0 (100 % de estiércol de vacuno) con 0.80 % de potasio, con un grupo homogéneos y dos grupos heterogéneos y estadísticamente el tratamiento T3 es igual al T2.

Grafica 03



El gráfico Nº 03, se observa que a medida que se incrementó la proporción de ***Pennisetum sp***.) el contenido de potasio aumenta en el sustrato del vermicompost.

4.1.4 CALCIO (%)

En el cuadro 14, se reporta el resumen del análisis de varianza del calcio (%) en la composición del vermicompost, se observa que si existe diferencia altamente significativa, respecto a la proporción de calcio en el sustrato con diferentes proporciones de estiércol de vacuno y ***Pennisetum sp***.

El coeficiente de variación para la evaluación es 4.46 %, que demuestra la confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el ensayo.

Cuadro 14: ANVA del contenido de Calcio (%)

FV	GL	SC	CM	FC	0.01	0.05
TRATAMIENTOS	3	0.054	0.0179	9.83**	5.45	3.26
ERROR	9	0.016	0.0018			
TOTAL	15	0.071	0.0047			
CV	4.46%					

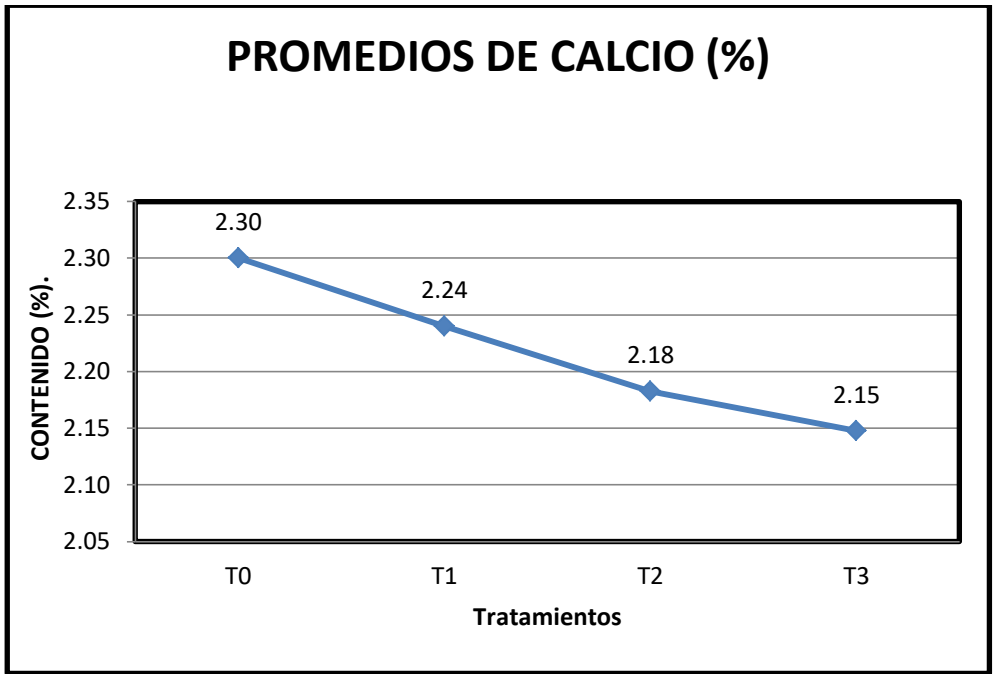
****: Altamente Significativo**

Cuadro 15: Prueba de Duncan del contenido de Calcio (%)

OM	Tratamientos	Promedio	Significancia (5%)
1	T0	2.30	a
2	T1	2.24	a b
3	T2	1.18	b
4	T3	1.15	c

En el cuadro 15, se reporta la prueba Duncan de las diferentes proporciones de de estiércol de vacuno y ***Pennisetum sp***., que el mayor porcentaje de calcio se dio en el tratamiento T0 (100 % de estiércol de vacuno) con un promedio de 2.30 % de calcio y el menor se obtuvo con el tratamiento T3 (70% de estiércol de vacuno + 30% de ***Pennisetum sp***.) con 1.15 % calcio, con dos grupos homogéneos y un grupo heterogéneo y estadísticamente el tratamiento T0 es igual al T1

Grafico 04



El grafico 4, se observa el incremento del contenido del calcio conforme se disminuye la proporción de ***Pennisetum sp***. en el sustrato del vermicompost.

4.1.5 MAGNESIO (%)

En el cuadro 16, se reporta el resumen del análisis de varianza del magnesio (%) en la composición del vermicompost, se observa que no existe diferencia significativa, respecto a la proporción de magnesio en el sustrato con diferentes proporciones de estiércol de vacuno y ***Pennisetum sp***.

El coeficiente de variación para la evaluación es 3.44 %, que demuestra la confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el ensayo.

Cuadro 16: ANVA del contenido de Magnesio (%)

FV	GL	SC	CM	FC	0.01	0.05
TRATAMIENTOS	3	0.015	0.01	3.06N:S	5.41	3.26
ERROR	12	0.015	0.002			
TOTAL	15	0.033	0.00			
CV	3.44%					

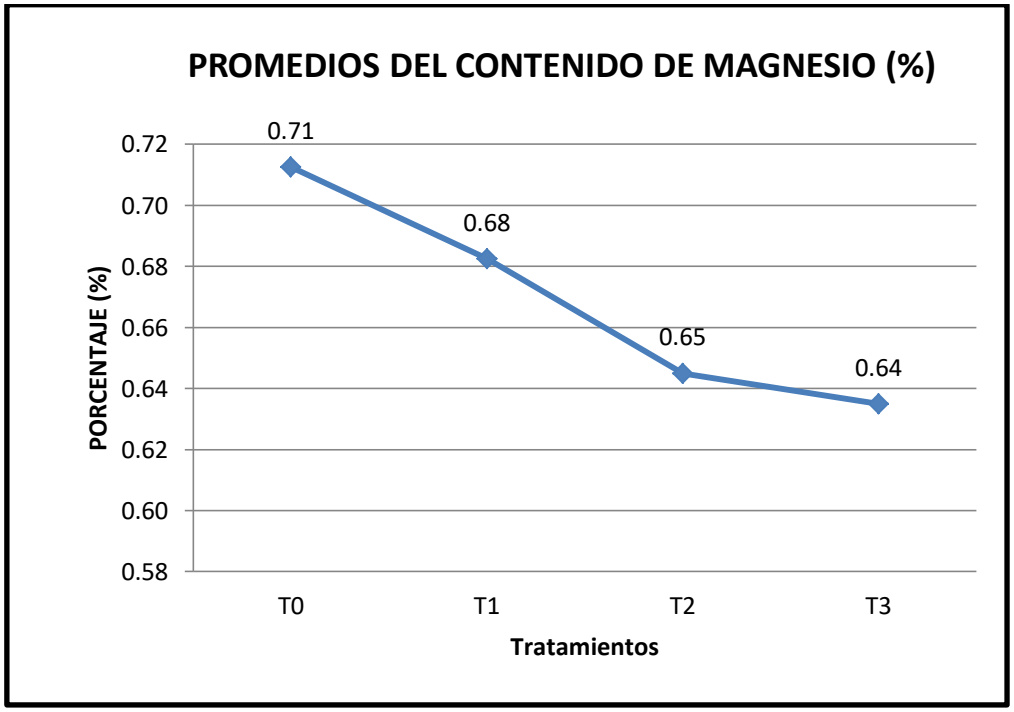
N.S.: No Significativo

Cuadro 17: Prueba de Duncan del contenido de Magnesio (%)

OM	Tratamientos	Promedio	Significancia (5%)
1	T0	0.71	a
2	T1	0.68	a
3	T2	0.65	a
4	T3	0.64	a

En el cuadro 17, se reporta la prueba Duncan de las diferentes proporciones de mezclas de estiércol de vacuno y ***Pennisetum sp***., no se encontró diferencia estadísticas entre los tratamientos en estudio, mostrándose un solo grupo homogéneos.

Grafico 05



El grafico 5, se observa que a medida que se incrementó la proporción de ***Pennisetum sp***., el contenido de magnesio disminuye en el sustrato del vermicompost.

4.1.6 pH

En el cuadro 18, se reporta el resumen del análisis de varianza de la reacción del sustrato (pH) en la composición del vermicompost, se observa que si existe diferencia significativa, respecto a la reacción del pH en el vermicompost con diferentes proporciones de estiércol de vacuno y ***Pennisetum sp***.

El coeficiente de variación para la evaluación es 2.48 %, que demuestra la confianza experimental de los datos obtenidos en campo durante el ensayo.

Cuadro 18: ANVA del contenido de pH

FV	GL	SC	CM	FC	0.01	0.05
TRATAMIENTOS	3	0.259	0.086	4.23*	5.41	3.26
ERROR	12	0.184	0.020			
TOTAL	15	0.479	0.032			
CV	2.48%					

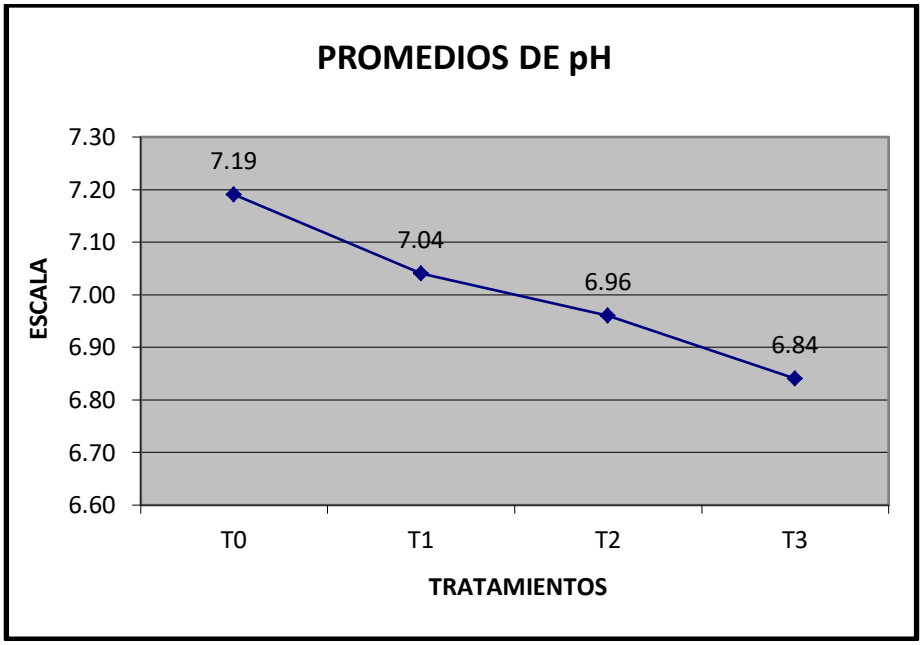
***: Significativa**

Cuadro 19: Prueba de Duncan del contenido de pH

OM	Tratamientos	Promedio	Significancia (5%)
1	T0	7.19	a
2	T1	7.04	b
3	T2	6.96	b c
4	T3	6.84	d

En el cuadro 19, se reporta la prueba Duncan de las diferentes proporciones de mezclas de estiércol de vacuno y maralfslfa, que la mayor escala de pH se dio en el tratamiento T0 (100 % de estiércol de vacuno) con un promedio de 7.19 y la menor escala en el tratamiento T3 (70% de estiércol de vacuno + 30% de ***Pennisetum sp***.) con 6.84, con tres grupos estadísticamente heterogéneo y un grupo homogéneo.

Grafica 06



El grafico 6, se observa que la mayor valor del vermicompost está en el tratamiento T0, que solo tiene estiércol de vacuno en un 100%.

DISCUSIONES GENERALES DE LOS RESULTADOS

El presente trabajo de tesis demostró que a medida que se incrementa la proporción de ***Pennisetum sp***. (pasto maralfalfa) en el vermicompost, los valores de las variables dependiente de nitrógeno y potasio se incrementa. En el cuadro 07, que es el análisis de contenido nutricional con valores de 17.2 % proteína (17.2/6.25= 2.75% de nitrógeno) y potasio de 3.38%, las que son superiores al del estiércol de ganado vacuno. Si comparamos con **Torrejón (2015)** en nitrógeno y potasio logro el mayor resultado del vermicompost de 1.02% y de 0.74%, en el presente trabajo de investigación se superó con 1.18% y 2.3% en promedio.

A medida que se incrementa la proporción de ***Pennisetum sp***. (pasto maralfalfa) en el vermicompost, los valores de las variables dependiente de fosforo, calcio, magnesio en estudio disminuyen, a pesar de eso supera los valores que reportan **TORREJON (2015), MANRIQUE (2014) Y REATEGUI (2013),** arriba mencionadas.

En el caso del pH, los valores 6.6 a 7.3 es el rango de neutro, los tratamientos se encuentran en el rango que necesitan las plantas para crecer y desarrollarse adecuadamente.

INIA (2013), menciona los valores medios analíticos del humus de lombriz**,** en nitrógeno totales de 2.8%, fosforo total de 1.2%, potasio total de 1.0%, calcio total de 5.69%, magnesio total de 0.48% y con un pH de 7.3%. Si comparamos nuestros resultados con los del INIA, nos supera en nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y pH, solo en magnesio le superamos.

La calidad de humus de lombriz está directamente relacionado a la alimentación que se les da a los animales y entre diferentes estiércoles de animales.

IIAP (1996), menciona que el mejor tipo de abono orgánico para la reproducción y crianza de la lombriz *E. foetida* fue el tratamiento T3 (estiércol de cuy + paja de arroz) pero que para la calidad de humus fue el tratamiento T1 (estiércol de ganado vacuno + paja de arroz) el que dio mejores resultados

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1.- Se puede concluir que a mayor proporción de ***Pennisetum sp***. (pasto maralfalfa) en el sustrato del vermicompost las variables dependientes de nitrógeno y potasio aumentan sus valores, y en las variables dependientes de fosforo, calcio, pH nitrógeno y magnesio disminuyen sus valores.

2.- La incorporación del ***Pennisetum sp***. (Pasto maralfalfa) en una proporción del 10%, que es el T1 (90% estiércol de vacuno + 10% de ***Pennisetum sp***), según la prueba de Duncan estadísticamente es similar al tratamiento T0 (100% de estiércol de vacunos) en los indicadores de fosforo y calcio. En los indicadores de nitrógeno y potasio estadísticamente el tratamiento T3 (70% estiércol de vacuno + 30% de ***Pennisetum sp***), es igual al T2 (80% estiércol de vacuno + 20% de ***Pennisetum sp***),

3.- Se demostró que tomamos la hipótesis planteada que al menos uno de los tratamientos es diferente en los valores de los indicadores del trabajo de investigación.

4.- Que cualquiera de los sustratos obtenidos en la variable pH en el presente trabajo están dentro de los rangos que necesitan las plantas para crecer y desarrollarse.

5.2 RECOMENDACIONES

1.- Se sugiere emplear el tratamiento T1 (90% de estiércol de vacuno + 10% de ***Pennisetum sp***), para obtener mayor porcentaje de minerales de fosforo calcio sin disminuir su características químicas del vermicompost.

2.- Se sugiere emplear el tratamiento T2 (80% de estiércol de vacuno + 20% de ***Pennisetum sp***), para obtener mayor porcentaje de minerales de nitrógeno y potasio sin disminuir su características químicas del vermicompost.

3.- Se recomienda usar esta biotecnología de lombricultura, para la descomposición y trasformación de la materia orgánica en vermicompost, porque reduce el tiempo y es uno de los mejores biofertilizantes que existe.

3. Probar todos estos tratamientos realizados en cultivos.

BIBLIOGRAFIA

1. **ASCON, G. 1993.** Lombricultura una alternativa para el desarrollo de San Martín, Boletín.- "Oportunidades Comerciales"- Cámara de Comercio - Año 1 Nº 7 - Tarapoto - (San Martin)

2. **BURNETT, C. (1974).** Empleo de materiales orgánicos y fertilizantes. Boletín sobre suelos Nº27 FAO Roma 5 pág.

3. **BARDALES, O. J. (2006).** Efecto de dos abonos orgánicos en el rendimiento de Raphanus sativus L. (Rábano) en dos densidades de siembra en el Estrecho – Rio Putumayo, Tesis. Ing. Agrónomo U.N.A.P. 65 pág.

4. **CALZADA, B, J. (1970),** Métodos Estadísticos para la Investigación, 3ra. Edición, editorial Juridicas S.A. Lima – Perú, 643 p.

5. **CORREA, H. J. ARROYAVE, H. HENAO, Y. LÓPEZ A. CERÓN, J. 2002.** Maralfalfa. Mitos y realidades. En: Despertar lechero, Volumen 22 (1). P79-88

6. **CUBAS, V. (1977).** Ganado Amazonas Una Solución Peruana. Editorial Universo S.A. Lima – Perú 304 Pág.

7. **FAO (1979).** Organic. Resycling in Asia, Soil Boletín Nº36 Roma

8. **FERRUZI, C. (1987),** Manual de Lombricultura. Editorial, Mundi- Prensa. Madrid. p.137

9. **HARTMANN, H., y KESTER, D (2002).** Plant propagation. Principles and practices. Prentice hall. New Jersey. 880 pag.

10. **HOLDRIDGE, Leslie R. (1987).-** “Ecología basada en zonas de vida”. Instituto Interamericano para la Cooperación en Agricultura”. San José, Costa Rica. 216 p.

15.- IIAP (1996). FOLIA AMAZONICA – VOLUMEN 07. Pag. 83 - 96

11. **INIA (2013),** Manual técnico “LOMBRICULTURA A TECHO A DOS AGUAS”. Lambayeque – Perú, pág. 68.

12. **JACOB, A. (1966).** Fertilizantes, Nutrición Y Abonado De Los Cultivos Tropicales Y Subtropicales. Edit. Por Verlags Ges Ellschasfftfur – Achanmbh Hannover- Alemania, 625 Pág.

13. **MANRIQUE (2014).** “Evaluación de cuatro Poaceas forrajeras bajo tres cortes con estiércol de vacunos más lombrices (Eisenia foetida) y su efecto sobre el rendimiento en Zungarococha – Perú.”. TESIS – FACULTAD DE AGRONOMIA. 74 pág.

14. **OSCHESE et al (1965).** Cultivo y mejoramiento de plagas tropicales y sub – tropicales edición Limusa –Willeysa vol. II. México 822 pág.

15. **REATEGUI V. (2013).** Altas densidades de siembra y su efecto en las características agronómicas en tres periodos de corte del forraje Morus nigra L. Morera, en Zungarococha – Perú. TESIS. FACULTAD DE AGRONOMIA. 72 pág.

16. **RIGAU A, (1965).** Los abonos, su preparación y empleo .editorial síntesis. 3ra. Edición Barcelona 109 pág.

17. **SILVA, F. 1985.** Primera Jornada Nacional de Lombricultura – Universidad de Santiago de Chile. Escuela Tecnológica. Santiago de Chile

18. **TORREJON (2015),** "proporción de estiercol de vacuno y aserrín sobre las características físicas y químicas del vermicompost. san juan bautista. loreto - 2015". tesis – agronomía – unap. pág. 82

19. **VIDURRIZAGA A.J. (2011).Tesis:** "Efecto de cuatro tipos de abonos orgánicos sobre el rendimiento del cultivo de Lycopersicon esculentum MILL "Tomate" variedad regional en la comunidad de Zungarococha, distrito de San Juan Bautista – Loreto.

20. **INTERNET**

http://www.alecoconsult.com/index.php?id=humus-de-lombriz

http://www.ncifap.org/bin/e/j/PCIFAPFin.pdf

http://www.agromatica.es/el-ph-de-las-plantas/

http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/11880.html

http://pwp.etb.net.co/germanrg/Pasto%20Maralfalfa.htm
http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/pasto-maralfalfa-t427/141-p0.htm

http://www.maralfalfaprogreso.com.ve/phpj/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=36

http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20ACPA/2009/REVISTA%2004/17%20ESTIERCOL%20BOVINO.pdf

Anexos

ANEXO I: DATOS DE CAMPO

Cuadro 20: NITROGENO (%)

TRATAMIENTO	TO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	1.13	1.16	1.21	1.19	**4.69**	**1.17**
2	1.14	1.16	1.14	1.18	**4.62**	**1.16**
3	1.09	1.12	1.16	1.21	**4.58**	**1.15**
4	1.13	1.15	1.16	1.14	**4.58**	**1.15**
TOTAL	**4.49**	**4.59**	**4.67**	**4.72**	**18.47**	**4.62**
PROM	**1.12**	**1.15**	**1.17**	**1.18**	**4.62**	**1.15**

Cuadro 21: FOSFORO (%)

TRATAMIENTO	TO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	0.83	0.78	0.77	0.78	**3.16**	**0.79**
2	0.89	0.75	0.69	0.75	**3.08**	**0.77**
3	0.93	0.79	0.75	0.71	**3.18**	**0.80**
4	0.88	0.83	0.78	0.61	**3.10**	**0.78**
TOTAL	**3.53**	**3.15**	**2.99**	**2.85**	**12.52**	**3.13**
PROM	**0.88**	**0.79**	**0.75**	**0.71**	**3.13**	**0.78**

Cuadro 22: POTASIO (%)

TRATAMIENTO	TO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	0.74	1.04	1.21	1.18	**4.17**	**1.04**
2	0.85	1.12	1.12	1.21	**4.3**	**1.08**
3	0.83	1.02	1.08	1.14	**4.07**	**1.02**
4	0.76	1.09	1.19	1.13	**4.17**	**1.04**
TOTAL	**3.18**	**4.27**	**4.6**	**4.66**	**16.71**	**4.18**
PROM	**0.80**	**1.07**	**1.15**	**1.17**	**4.18**	**1.04**

Cuadro 23: CALCIO (%)

TRATAMIENTO	TO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	2.29	2.27	2.21	2.11	**8.88**	**2.22**
2	2.31	2.21	2.15	2.21	**8.88**	**2.22**
3	2.34	2.27	2.18	2.1	**8.89**	**2.22**
4	2.26	2.21	2.19	2.17	**8.83**	**2.21**
TOTAL	**9.20**	**8.96**	**8.73**	**8.59**	**35.48**	**8.87**
PROM	**2.30**	**2.24**	**2.18**	**2.15**	**8.87**	**2.22**

Cuadro 24: MAGNESIO (%)

BLO/TRAT	TO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	0.70	0.64	0.63	0.62	**2.59**	**0.65**
2	0.67	0.68	0.71	0.68	**2.74**	**0.69**
3	0.75	0.68	0.63	0.65	**2.71**	**0.68**
4	0.73	0.73	0.61	0.59	**2.66**	**0.67**
TOTAL	**2.85**	**2.73**	**2.58**	**2.54**	**10.70**	**2.68**
PROM	**0.71**	**0.68**	**0.65**	**0.64**	**2.68**	**0.67**

Cuadro 25: pH

TRATAMIENTO	TO	T1	T2	T3	TOTAL	PROM
1	7.12	7.12	6.73	6.83	**27.80**	**6.95**
2	7.28	6.75	7.03	6.82	**27.88**	**6.97**
3	7.21	7.21	7.01	6.78	**28.21**	**7.05**
4	7.15	7.08	7.07	6.93	**28.23**	**7.06**
TOTAL	**28.76**	**28.16**	**27.84**	**27.36**	**112.12**	**28.03**
PROM	**7.19**	**7.04**	**6.96**	**6.84**	**28.03**	**7.01**

Facultad de
Ingeniería Química

ANEXO II:

RESULTADO DE ANALISIS

Muestra : Vermicompost

Solicitado por : Guido Martin Pérez Yahuarcani

Fecha de Análisis : Del 16 al 20 febrero del 2017

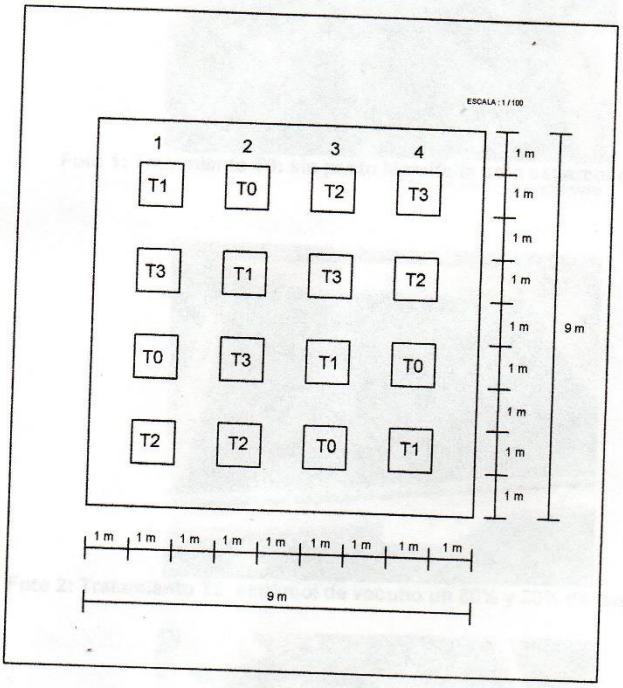
Determinaciones	TO	T1	T2	T3
pH	7.19	7.04	6.96	6.84
Nitrógeno (%)	1.12	1.15	1.17	1.18
Fosforo (%)	0.88	0.79	0.75	0.71
Potasio (%)	0.80	1.07	1.15	1.17
Calcio (%)	2.23	2.24	2.18	1.15
Magnesio (%)	0.70	0.68	0.65	0.64

Iquitos, 20 de febrero del 2017

Laura Rosa García Panduro
Ing. Químico
Reg. CIP 23792

ANEXO III:

DISPOSICION DEL AREA EXPERIMENTAL



ANEXO IV: FOTOS

TRATAMIENTOS

Foto 1: Tratamiento T0: sin pasto Maralfalfa solo estiércol de vacuno

Foto 2: Tratamiento T2: estiércol de vacuno un 80% y 20% de pasto Maralfalfa

Foto 3:Tratamiento T3: estiércol de vacuno un 70% y 30% de pasto Maralfalfa

Foto 4:Conteo y Peso de las lombrices roja californiana

Foto 5:Embaces de transporte de muestras al laboratorio