

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS



**“EVALUACION CUANTITATIVA Y CUALITATIVA DE ABONO
ORGANICO PRODUCIDO A TRAVES DE LA LOMBRIZ ROJA
CALIFORNIANA (Eisenia foetida) UTILIZANDO CUATRO
DIFERENTES SUSTRATOS”**

PRESENTADA POR:

GONZALEZ JIMENEZ, MARTA ANGELICA

MARTINEZ REYES, WALTER EFRAIN

MOREIRA MARTINEZ, ROSA CARMELINA

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

SAN MIGUEL, DICIEMBRE DE 2007.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR: Dra. MARIA ISABEL RODRIGUEZ.

SECRETARIO GENERAL: Lic. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINOS.

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

DECANO: Lic. MARCELINO MEJIA GONZALEZ.

SECRETARIA: LIC. LOURDES ELIZABETH PRUDENCIO COREAS.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS

ING. AGR. GERMAN EMILIO CHEVEZ SARAVIA.

DOCENTES DIRECTORES

ING. AGR. ANA AURORA BENITEZ PARADA.

ING. AGR. JOSE DOLORES RIVAS RIVAS.

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION

ING. AGR. M. SC. JOSE ISMAEL GUEVARA ZELAYA.

RESUMEN

Los residuos orgánicos generados por las agroindustrias, como: (ingenios azucareros y beneficios de café, etc.) así como también residuos de mercado generan grandes focos de contaminación al no ser tratados adecuadamente. La implementación de la lombricultura se presenta como una alternativa para tratar estos residuos y convertirlos en un excelente abono orgánico para los cultivos y en proteínas para los animales. A esto y mucho más se le atribuye la importancia de la presente investigación, la cual tuvo una duración de 90 días, del 15 de Marzo al 15 de Julio con el objetivo de evaluar cuatro sustratos: Estiércol bovino (T1), Pulpa de café (T2), Desperdicios de frutas y verduras (T3) y Cachaza de caña de azúcar (T4); en la producción de lombriabono y la calidad nutricional del mismo (porcentaje de Nitrógeno, Fósforo y Potasio).

En la variable cantidad de lombriabono producido fue el estiércol bovino (T1) el que resulto con la mayor cantidad de abono (141.5 lbs) en promedio, seguido por la pulpa de café (119.0 lbs), cachaza de caña de azúcar (88.25 lbs) y por ultimo los desperdicios de frutas y verduras (37.25 lbs).

En cuanto al porcentaje de nitrógeno fue en la pulpa de café donde se obtuvo el mayor porcentaje con un promedio de 3.0450%, seguido del estiércol bovino (2.0115%), cachaza de caña de azúcar (1.8534%) y desperdicios de frutas y verduras (1.4825%). El sustrato que obtuvo

el mas alto porcentaje de fosforo fue la pulpa de café con un promedio de 0.29005%, le sigue la cachaza de caña de azúcar (0.2529%), desperdicios de frutas y verduras (0.2477%) y el estiércol bovino (0.2385%). Respecto al porcentaje de potasio también fue la pulpa la que presentó el mayor porcentaje de 8.4325%, desperdicios de frutas y verduras (5.3000%), cachaza de caña de azúcar (2.2425%) y el estiércol bovino (1.9875%).

Realizando el análisis económico se determino la utilidad neta y la relación beneficio-costo de cada uno de los tratamientos siendo el mayor la cachaza de caña con \$ 2027.51 (b/c \$6.11), estiércol bovino \$ 1705.63 (b/c \$ 5.15), pulpa de café \$ 1496.23 (b/c \$ 4.44) y desperdicios de frutas y verduras \$ 802.23 (b/c \$ 2.30).

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS TODOPODEROSO:

Por iluminar nuestras mentes y habernos dado la oportunidad de alcanzar nuestra meta y estar con nosotros en cada momento de nuestras vidas.

- A NUESTROS DOCENTES DIRECTORES:

Ing. Agr. Ana Aurora Benítez Parada.

Ing. Agr. José Dolores Rivas Rivas.

Quienes con mucha voluntad y de manera desinteresada nos brindaron su colaboración en las actividades de nuestro trabajo de tesis, para culminar con éxito nuestra carrera.

- AI COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACIÓN:

Ing. Agr. M. Sc. José Ismael Guevara Zelaya, por brindarnos su colaboración en nuestra tesis.

- A FUNSALPRODESE:

Por habernos permitido la asesoría de el Ing. Rivas y por habernos prestado sus Instalaciones para la investigación en el Cantón San Antonio, municipio de Concepción Batres, Usulután.

- AI PERSONAL DOCENTE:

Del departamento de Ciencias Agronómicas de la Facultad Multidisciplinaria Oriental por habernos formado como profesionales.

- A todas las personas que nos brindaron su apoyo para desarrollar y culminar este trabajo, nuestros más sinceros agradecimientos.

DEDICATORIA

- A DIOS TODO PODEROSO:

Por haberme iluminado y permitido alcanzar uno de mis ideales.

- A MI PADRE:

Miguel Ángel González, por su amor, esfuerzo y sacrificio que hizo posible mi formación profesional.

- A MI ABUELA Y TIA:

Rosalina Soto (Q. E. P. D.) quien fue mi madre y que esta presente en mi corazón, al igual que mi tía Silvia González por estar conmigo siempre.

- DE MANERA ESPECIAL:

A Nelson Rolando, por su comprensión, amor y cariño en cada momento de mi vida (TQM gordito).

- A MI FAMILIA:

Que de alguna manera han estado apoyándome en mi formación profesional.

- A MIS COMPAÑEROS DE TESIS:

Carmelina y Walter, por su comprensión y apoyo en todo momento.

- A MIS AMIGOS:

Que de alguna forma han contribuido durante los años de estudio, especialmente a Jacqueline Solina por su apoyo y gran amistad.

MARTA ANGELICA GONZALEZ JIMENEZ.

DEDICATORIA

- **A Dios** todo poderoso por iluminar mi mente y permitir culminar mi carrera con éxito.

- **A mis padres y hermana:**

Mabel Reyes, Venancio Martínez y Lucila Martínez por su apoyo moral y económico en la formación de mi persona y profesión.

- **A mi esposa e hijo:**

Noemí Marisol Reyes y David Arnulfo Martínez por ser parte de mi vida e inspirarme a salir adelante.

- **A mis abuelos(as):**

José Calazan Martínez, Enemecio Reyes, Maria Santos Ramírez (Q.D.D.G.) y Antolina Granados (Q.D.D.G.) por sus consejos y amor a mi persona.

- **A Domingo Granados, esposa y hermanos Francisca, Pepe:**

Por brindarme su apoyo incondicional durante mi formación profesional.

- **A Cesar Anuar Cruz:**

Por su apoyo económico durante mis años de estudio.

- **A mi familia:** Martínez Ramírez y Reyes Granados porque de alguna u otra manera han contribuido en mi formación personal y profesional.

- **A mis compañeras de tesis y de estudio:** Marta, Carmelina, Jovi, Duke, Larin, Marvin, Osmin y Edwin por demostrar su compañerismo y apoyo durante el estudio.

WALTER EFRAIN MARTINEZ REYES.

DEDICATORIA

- **A DIOS** y a la **VIRGEN MARIA** por iluminarme y guiar siempre mi camino durante toda mi vida.

- **A MIS PADRES:**

Israel Moreira y Rosa María Martínez por su amor, comprensión, esfuerzo y apoyo económico en mi formación personal y profesional.

- **A MIS HERMANOS Y SOBRINOS:**

José Israel y Jorge Luís por su apoyo moral y económico en mi formación; Isamar, Krissy y Wilfredo por su amor y llenar mi vida de alegría.

- **A MIS ABUELOS Y TIOS:**

Que de diferente manera cada uno de ellos contribuyó en mi formación

- **A MIS COMPAÑEROS DE TESIS:**

Martha y Walter por su comprensión y apoyo en la investigación

- **A LA DINASTIA RAJO:**

Idalia, Jovy y Cristela por su gran amistad y apoyo en mis estudios

- **A MI AMOR Y SU MAMA:**

Wilfredo y Elba Cardoza (Q.D.D.G.) que desde el cielo esta guiando a sus hijos, por su amor y cariño

- **A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:**

Hugo, Marvin, Armando, Rolando, Alcides, Edwin, Osmin, Gustavo, Luisa, Jacqueline, Alma.

ROSA CARMELINA MOREIRA MARTÍNEZ.

INDICE

RESUMEN.....	IX
INDICE DE CUADROS.....	XV
INDICE DE FIGURAS.....	XVII
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. Importancia de la lombricultura.....	4
2.2. Generalidades.....	5
2.2.1. Historia.....	5
2.2.2. Origen.....	5
2.2.3. Clasificación taxonómica.....	5
2.2.4. Morfología, anatomía y fisiología.....	6
2.2.4.1. Anatomía externa.....	6
2.2.4.2. Anatomía interna.....	6
2.3. Hábitat.....	9
2.4. Reproducción y ciclo de vida.....	9
2.5. Condiciones ambientales para su desarrollo.....	10
2.5.1. Humedad.....	10
2.5.2. Temperatura.....	10
2.5.3. PH.....	11
2.5.4. Riego.....	11
2.5.5. Aireación.....	11
2.6. Tipos de lombrices.....	11

2.6.1. Lombriz domestica (<u>Eisenia foetida</u>).....	11
2.6.2. Lombriz silvestre o común.....	12
2.6.3. Diferencias entre la <u>Eisenia foetida</u> y la lombriz común...	13
2.7. Sistemas de explotación.....	13
2.7.1. Domestica.....	13
2.7.2. Intensiva.....	14
2.8. Alimentación.....	14
2.8.1. Tipos de alimento.....	14
2.8.2. Suministro de alimento.....	16
2.9. Manejo de la explotación.....	16
2.9.1. Manejo de la vermicompostera.....	17
2.10. Plagas y enfermedades.....	19
2.10.1. Plagas.....	19
2.10.2. Enfermedades.....	20
2.11. Cosecha de lombriabono.....	20
2.12. Características del lombriabono.....	21
2.13. Ventajas del lombriabono.....	22
2.14. Uso de la lombriz y lombrihumus.....	23
2.14.1. Uso de la lombriz.....	23
2.14.2. Uso de lombrihumus.....	24
2.15. Estudios realizados.....	24
2.15.1. Respuesta a la lombriz roja (<u>Eisenia foetida</u>) frente a diferentes alimentos.....	24

2.15.2. Uso de sustratos alimenticios en el desarrollo reproductivo y cantidad proteica de la lombriz de tierra (<u>Eisenia foetida</u>).....	26
2.15.3. Aspecto reproductivo de tres especies de lombrices de tierra (<u>Linda andahuaylina</u> , <u>Eisenia foetida</u> , <u>Roja ayacuchana</u>).....	28
2.15.4. Evaluación de tres sustratos en la reproducción de la lombriz de tierra (<u>Eisenia foetida</u>) y la producción de vermiabono.....	28
2.15.5. Investigación participativa en la lombricultura con pequeños productores para reciclar pulpa de café, estiércol bovino y alimentar gallinas de patio.....	32
3. MATERIALES Y METODOS.....	34
3.1. Generalidades.....	34
3.1.1. Localización del ensayo.....	34
3.1.2. Características climáticas.....	34
3.1.3. Duración del ensayo.....	34
3.1.4. Instalación y equipo.....	34
3.1.5. Especie utilizada.....	35
3.1.6. Sustratos utilizados.....	35
3.2. Plan de manejo.....	36
3.2.1. Preparación del sustrato o cama de siembra.....	36
3.2.2. Prueba antes de la inoculación.....	37
3.2.3. Inoculación.....	37

3.2.4. Alimentación de las lombrices.....	37
3.2.5. Control de acidez, temperatura y humedad.....	38
3.2.6. Riego.....	38
3.2.7. Control de enemigos naturales.....	39
3.2.8. Cosecha.....	39
3.3. Metodología estadística.....	39
3.3.1. Diseño estadístico.....	39
3.3.2. Distribución estadística del modelo.....	40
3.3.3. Prueba de Duncan.....	40
3.3.4. Descripción de los tratamientos.....	41
3.3.5. Variables evaluadas.....	41
3.3.6. Toma de datos.....	42
3.3.6.1. Cantidad de abono orgánico.....	42
3.3.6.2. Porcentaje de Nitrógeno, Fosforo y Potasio.....	42
3.3.6.3. Análisis económico.....	42
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1. Cantidad de abono (lb.).....	43
4.2. Porcentaje de Nitrógeno.....	49
4.3. Porcentaje de Fósforo.....	54
4.4. Porcentaje de Potasio.....	59
4.5. Análisis económico por cada uno de los Tratamientos.....	63
5. CONCLUSIONES.....	68
6. RECOMENDACIONES.....	70
7. BIBLIOGRAFIA.....	72

8. ANEXOS..... 78

INDICE DE CUADROS.

Cuadro	Página
1. Cantidad de lombriabono por tratamientos (lb.).....	43
2. Cantidad de lombriabono por bloques (lb.).....	47
3. Porcentaje de Nitrógeno por tratamientos.....	49
4. Porcentaje de Nitrógeno por bloques.....	52
5. Porcentaje de Fósforo por tratamientos.....	54
6. Porcentaje de Fósforo por bloques.....	57
7. Porcentaje de potasio por tratamientos.....	59
8. Porcentaje de Potasio por bloques.....	61
9. Análisis Económico por cada uno de los tratamientos en estudio.....	64
10. Costos para iniciar una explotación de lombrices.....	66
A-1. Cantidad de lombriabono (lb.) en cada tratamiento.....	79
A-2. Análisis de varianza para la cantidad de lombriabono (lb.) en cada tratamiento.....	79
A-3. Prueba de Duncan por la cantidad de lombriabono en los tratamientos.....	80
A-4. Prueba de Duncan por la cantidad de lombriabono en los bloques.....	81
A- 5. Porcentaje de Nitrógeno por cada uno de los tratamientos.....	82
A-6. Análisis de varianza por el porcentaje de Nitrógeno.....	82

A-7.	Prueba de Duncan por tratamientos en el porcentaje de Nitrógeno.....	83
A-8.	Prueba de Duncan por bloques en el porcentaje de Nitrógeno.....	84
A-9.	Porcentaje de Fósforo por cada uno de los tratamientos.....	85
A-10.	Análisis de varianza para el porcentaje de Fósforo.....	85
A-11.	Prueba de Duncan por tratamientos en el porcentaje de Fósforo.....	86
A-12.	Prueba de Duncan por bloques en el porcentaje de Fósforo.....	87
A-13.	Porcentaje de Potasio por cada uno de los tratamientos....	88
A-14.	Análisis de varianza para el porcentaje de Potasio.....	88
A-15.	Prueba de Duncan por tratamientos en el porcentaje de Potasio.....	89
A-16.	Prueba de Duncan por bloques en el porcentaje de Potasio.....	90
A-17.	Análisis químico de Potasio.....	91
A-18.	Análisis químico de Fósforo y nitrógeno.....	92
A-19.	Diseño de los contenedores.....	93
A-20.	Distribución de los contenedores.....	94
A-21.	Mediciones de Ph.....	95
A-22.	Mediciones de Temperatura.....	96

INDICE DE FIGURAS.

Figura.	Página
1. Cantidad de abono orgánico por tratamientos en libra.....	44
2. Cantidad de abono orgánico por bloques en libra.....	48
3. Porcentaje de Nitrógeno por tratamiento.....	50
4. Porcentaje de Nitrógeno por bloque.....	53
5. Porcentaje de Fósforo por tratamientos.....	55
6. Porcentaje de Fósforo por bloques.....	58
7. Porcentaje de Potasio por tratamientos.....	60
8. Porcentaje de Potasio por bloques.....	62
9. Relación beneficio costo de cada uno de los tratamientos.....	65

1. INTRODUCCION

En pleno siglo XXI la población supera los 6000 millones de personas lo que significa una mayor demanda de alimentos, reducción de tierras para producir, incremento de desechos orgánicos e inorgánicos producidos en la familia (desperdicios domésticos), mercados, fabricas agroindustriales (ingenios azucareros, beneficios de café, etc.), estiércoles producidos en las granjas pecuarias entre otros; los cuales generan grandes focos de contaminación ambiental y como consecuencia muchas enfermedades generalmente respiratorias y gastrointestinales. La mayoría de estos productos orgánicos pueden ser fácilmente reciclados y reducir esta problemática aplicando técnicas de bajo costo y con muchos beneficios.

Una alternativa para la solución de esta problemática es la implementación de la lombricultura (utilización de lombrices para la descomposición de desechos orgánicos en putrefacción), utilizando diferentes sustratos que a través de un proceso de descomposición se convertirán en abono orgánico, el cual contribuye a disminuir los costos en uso de fertilizantes químicos, los cuales son dañinos para la salud y acidifican el suelo.

Para el experimento se utilizó la lombriz roja californiana (Eisenia foetida) la cual fue alimentada con diferentes sustratos (estiércol bovino, pulpa de café, desperdicios de frutas y verduras y cachaza de caña).

Dicho experimento se realizó en las instalaciones de FUNSALPRODESE ubicada en el Cantón San Antonio, municipio de Concepción Batres, Departamento de Usulután, Km. 10 carretera que conduce hacia la playa El Espino. En un periodo comprendido del 15 de Marzo al 15 de Junio. Para éste estudio se utilizó el diseño estadístico completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones haciendo un total de 16 unidades experimentales distribuidas en 62.5 m². Iniciando con la construcción de los contenedores con las siguientes dimensiones: 1.40m de largo, 0.70m de ancho y 0.50m de alto colocados sobre soportes de 0.50 m de alto, procediéndose a la preparación de los sustratos compostándose un mes antes la pulpa y la cachaza. En el caso del estiércol fueron 7 días y en el de los desperdicios 2 días antes de la inoculación. Seguidamente se realizó la prueba de las 50 lombrices, las cuales se adicionaron en cada uno de los sustratos por un periodo de 24 horas con el objetivo de observar si el alimento estaba apto para ser consumido por las lombrices. Una vez superada la prueba se prepararon los contenedores aplicándose un total 75 libras de sustrato en los tratamientos T1, T2 y T4 y realizando 3 aplicaciones de 100, 50 y 25 lbs en un intervalo de tiempo de 45, 30 y 15 días respectivamente. En el caso de T3 se realizaron 14 aplicaciones iniciando con 50 lbs reduciendo la cantidad de aplicaciones a 5 lbs por un periodo de 4 semanas por exceso de humedad del sustrato. Posteriormente se aplicaron 10 lbs por 6 semanas, finalizando con 15 lbs por tres semanas hasta la cosecha.

Con este estudio se evaluó la calidad, cantidad de lombricompost producido por la lombriz roja californiana (Eisenia foetida) en los diferentes sustratos y el análisis económico empleado en cada uno de éstos.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Importancia de la lombricultura

En la actualidad la lombricultura ha tomado un auge como solución a los problemas de los residuos orgánicos, ocasionados por Las diversas actividades realizadas por el hombre. Las cuales generan toneladas de residuos orgánicos que la naturaleza por si sola no puede degradar.

La acumulación diaria de desechos orgánicos ocasiona la aparición de focos de infección, contaminación de suelos y agua. La lombricultura se presenta como una alternativa de reciclaje, rápida y barata (19).

La lombricultura es una actividad agropecuaria que consiste en la crianza y manejo de lombrices de tierra para descomponer residuos orgánicos y transformarlos en humus.

La basura generada puede seleccionarse y utilizarse para la producción de humus por medio de la lombriz roja californiana (Eisenia foetida), el cual es un abono completamente orgánico que puede contribuir a reducir los costos de fertilizante en la producción agrícola.

La fuente proteica en la alimentación de animales domésticos puede ser a base de harina de lombriz ya que ésta tiene ausencia de olor y sabor lo cual la vuelve competitiva como la harina de pescado, tanto en calidad y precio debido a que presenta un alto porcentaje de proteína total (67.87%), (36, 7, 28).

2.2. Generalidades

2.2.1. Historia

En la antigüedad, la lombriz era conocida como el arado o intestino de la tierra; denominación dada por Aristóteles. En el antiguo Egipto, la reina Cleopatra la llamó animal sagrado, y se castigaba con pena máxima a las personas que trataban de sacarlas del reino a otros territorios.

Charles Darwin, en su última obra titulada "La formación de la tierra vegetal por la acción de las lombrices", plantearía la base para una serie de investigaciones que hoy han transformado la lombricultura en una actividad zootécnica muy importante que permite mejorar la producción agrícola (17).

2.2.2. Origen

La lombriz roja californiana (Eisenia foetida) es conocida así por haberse descubierto sus propiedades benéficas en el ecosistema en el estado de California, EE.UU.; instalándose ahí los primeros criaderos (22).

2.2.3. Clasificación taxonómica

Darío Taiariol (39), clasifica a la lombriz roja californiana de la siguiente manera:

Reino : Animal
Sub-reino : Metazoos
Phylum : Protostomia
Tipo : Anelida

Clase : Oligoqueta
 Orden : Opisthoro
 Familia : Lombricidae
 Genero : Eisenia
 Especie : Foetida

2.2.4. Morfología, anatomía y fisiología

2.2.4.1. Anatomía externa

Según Boolootian (4), la forma de la lombriz es cilíndrica, su longitud varia de 15 a 30 cms y el diámetro oscila entre 3 a 25 mm. En todo su cuerpo tiene más de 100 segmentos que se distinguen con facilidad por los surcos que le rodean.

Las características externas de la lombriz se resumen en el cuadro siguiente:

Características	Forma	Función
Segmentos o metameros	Cilíndrica	Formar el cuerpo de la lombriz
Surcos intersegmentarios	Anular	Separar los segmentos
Peristómio	Cónica	Proteger la boca
Quetas o cerdas	Vellosidades muy pequeñas	Locomoción primaria
Clitelo	Anular	Secretar sustancias que forman los capullos, cocones y capsulas.

Fuente: Orantes Marinero, E. A. (34).

2.2.4.2. Anatomía interna

a) **Cutícula:** Es una lámina muy delgada de color marrón brillante, quitinoso, fino y transparente; la cual contiene numerosos poros que

permiten la segregación de las glándulas epidérmicas unicelulares que la traspasen.

b) **Epidermis:** Está situada debajo de la cutícula y es un epitelio simple con células glandulares que producen una secreción mucosa. Es la responsable de la formación de la cutícula y del mantenimiento de la humedad y flexibilidad de la misma.

c) **Capas musculares:** Son dos, una circular externa y otra longitudinal interna.

d) **Peritoneo:** Es la capa más interna y limita exteriormente con el celoma de la lombriz.

e) **Celoma:** Es una cavidad que contiene líquido celómico y se extiende a lo largo del animal dividido en segmentos por los septos, que corresponden a los surcos externos. Esta cavidad está llena de un líquido incoloro que fluye de un segmento a otro, cuando el cuerpo de la lombriz se contrae (22, 39).

Para su desarrollo vital, la lombriz de tierra consta de los siguientes sistemas:

- **Sistema circulatorio:**

La sangre de la lombriz de tierra está contenida en un sistema complicado de tubos y se extiende por todas las partes del cuerpo (39).

- **Sistema respiratorio:**

Carece de aparato respiratorio pero no deja realizar esta función tan vital, ya que su desarrollo es aerobio, por lo que necesita imprescindiblemente del oxígeno. (12, 24)

Este sistema es primitivo, el intercambio gaseoso se realiza a través de la piel húmeda, obteniendo oxígeno y liberando dióxido de carbono; el oxígeno pasa a la sangre y se combina con la hemoglobina (20, 39).

- **Sistema nervioso:**

Consiste en un par de ganglios cerebrales que funcionan como cerebro y se encuentran inmediatamente arriba de la faringe (34).

- **Sistema excretor:**

La mayor parte de los productos de desecho salen del cuerpo por varios pares de tubos enroscados (nefridios) en cada segmento, excepto en los tres primeros y el último. Un nefridio es una estructura que filtra desechos de excreción como amoníaco, urea, sales y exceso de agua de los fluidos del celoma (37).

- **Sistema digestivo:**

El tracto digestivo pasa por el centro del cuerpo y lo conforman las siguientes partes: boca, faringe, esófago, buche, molleja, intestino y ano (39, 30).

Según Perla (35), la lombriz ingiere el alimento a través de la faringe muscular y pasa por el estómago, que suele estar modificado para formar un buche de pared delgada donde se almacena el alimento, y una molleja muscular de pared gruesa, donde es molido el alimento con granos de arena que son ingeridos junto con el alimento. Los alimentos son digeridos químicamente y se absorben en un intestino largo y recto, finalmente los desechos salen de éste por el ano.

Sobre lo mismo, Putzolu (36) menciona que la digestión del alimento es facilitada por una alta cantidad de enzimas (pepsina, tripsina y amilasa) que son secretadas por el tracto digestivo. Todas las materias que ingiere son transformadas y expulsadas a través del ano en forma de humus.

En el interior del intestino de la lombriz se dan procesos de fraccionamiento, desdoblamiento, síntesis y enriquecimiento enzimático y microbiano; esto tiene como consecuencia un significativo aumento en la velocidad de mineralización y degradación del residuo; dando como resultado un producto de alta calidad. Debido a esta transformación se reduce la pérdida de nutrientes (Nitrógeno, potasio, etc.), en comparación a otros sistemas tradicionales de compostaje (17).

2.3. Hábitat

Las lombrices de tierra constituyen la macro fauna del suelo, habitan en los primeros 50 cms, siendo muy susceptibles a cambios climáticos, es fotofóbica (los rayos solares la perjudican), por lo que salen a la superficie en horas nocturnas y cuando hay lluvias. El ambiente más favorable para éstas lo constituyen los suelos bien drenados y con gran cantidad de materia orgánica (22, 44, 41).

2.4. Reproducción y ciclo de vida

Las lombrices son hermafroditas, es decir, están dotadas de órganos sexuales masculinos y femeninos; pero no le es posible la autofecundación, por lo que su cruzamiento o fecundación se da recíprocamente. El cruzamiento se da en forma invertida enlazando

estrechamente sus cuerpos en las partes interesadas. El tiempo de apareamiento según Putzolu (36), es de un cuarto de hora; pero Ville (44), manifiesta que la copula es un proceso que requiere de una a dos horas.

De 4 a 10 días después de la copula, el clitelio secreta una sustancia muy densa de la que se formará una cápsula que contiene los huevos, ésta se deposita a una profundidad de 5 a 10 cms del suelo donde permanecerá de 2 a 3 semanas hasta la eclosión y que emerjan las lombrices, las cuales varían de 2 a 10 individuos juveniles que podrán reproducirse hasta los 3 ó 4 meses de edad cuando ya son adultas. Una lombriz vive aproximadamente 16 años (17, 33, 43, 4).

2.5. Condiciones ambientales para su desarrollo

2.5.1. Humedad

Oscila entre un rango del 70 al 80% para facilitar la ingestión del alimento y deslizamiento en el sustrato. El exceso de humedad origina empapamiento y falta de oxigenación. Según Legall (28), las lombrices entran en un periodo de dormilancia en humedades superiores al 80%, la cual afecta en la producción de lombrihumus y biomasa. De la misma manera, humedades inferiores del 70% son desfavorables para su desarrollo así como también humedades inferiores del 55% se vuelven letales.

2.5.2. Temperatura

La temperatura óptima para el desarrollo de las lombrices oscila en un rango de 12 a 25°C (22).

2.5.3. PH

Es neutro, con un valor de 7.0

2.5.4. Riego

Se hace de acuerdo a las necesidades de humedad en el sustrato, siempre teniendo en cuenta los rangos de humedad requeridas.

2.5.5. Aireación

Es fundamental para la adecuada respiración y desarrollo de las lombrices; si ésta no es la adecuada, se reduce el consumo de alimento, el apareamiento y reproducción (22).

2.6. Tipos de lombrices

Las especies de lombrices de tierra conocidas se dividen en dos grandes grupos

- a. Lombrices silvestres o comunes
- b. Lombrices domesticas (18, 20)

La diferencia entre estas especies se manifiesta en la forma de crianza; ya que las lombrices domesticas son las únicas que se pueden producir en cautiverio. Por ejemplo la Eisenia foetida que se conoce como coqueta roja, llamada así por su color (6, 30, 22).

2.6.1. Lombriz domestica (Eisenia foetida)

Del cruce de la lombriz de tierra (Lumbicus terrestris) y la lombriz mal oliente (Helodrilus foetidos) que vive en el estiércol y abono orgánico, resultó la Eisenia foetida (6, 9).

Esta lombriz cuando es adulta mide de 5 a 6 cms, su diámetro oscila entre 3 a 5 mm, color rojo oscuro y pesa aproximadamente un gramo.

Se alimenta de toda materia orgánica muerta sin ningún valor para el hombre y nunca hace daño a las plantas vivas (6, 30, 45).

La actividad sexual disminuye en los meses fríos y en los calurosos, es mayor en los meses templados. La lombriz roja no emigra de donde inicialmente se ha instalado, salvo en el caso que surjan condiciones muy desfavorables; no deposita sus deyecciones sobre la superficie del suelo evitándose la pérdida de éste rico material por la acción del viento o el agua (6, 20).

2.6.2. Lombriz silvestre o común

Tiene una longitud de 12 a 20 cms, habita en terrenos con un contenido de humedad del 40% cuya temperatura oscila entre 10 a 12 grados centígrados. Estas exigencias la incitan a vivir en galerías cuya profundidad puede superar los dos metros, ya que la mayor o menor profundidad en donde se desenvuelve depende de las condiciones del ambiente exterior (30, 20).

La lombriz común tiene una vida media de unos cuatro años, durante el tiempo frío queda aletargada, reinicia su actividad cuando llega la estación templada, es poco prolífera; deposita sus deyecciones sobre la superficie del terreno, con lo cual una parte de ellas puede ser dispersada por el viento y el agua lluvia o de riego (35, 22).

La lombriz común no es apta para ser explotada en cautiverio, su rendimiento en humus y en cama de lombriz es muy escaso debido a su poca prolificidad. Además requiere unas instalaciones muy costosas,

pues este animal tiene una tendencia natural a abandonar el lugar donde inicialmente ha sido instalada (6, 20).

2.6.3. Diferencias entre la Eisenia foetida y la lombriz

Silvestre.

Eisenia foetida	Lombriz silvestre o común.
Se adapta fácilmente a distintos suelos.	No se adapta fácilmente.
Consume toda clase de materia orgánica muerta.	Tiene una dieta muy limitada.
Trabaja de 1 a 3 pies de profundidad de los suelos.	Trabajan hasta 40 pies de profundidad.
Existe en suelos con todos los grados de acidez (PH).	No se adapta a los diferentes grados de acidez.
Produce una cápsula cada semana.	Produce una cápsula al mes.
Casi todas las cápsulas son fértiles.	Pocas cápsulas son fértiles.
Deposita su estiércol de manera pareja, sobre y dentro del primer pie de profundidad (36, 45).	Distribuyen su estiércol de modo disparejo en montones duros, desde la superficie del suelo hasta 40 pies de profundidad (3).

2.7. Sistemas de explotación

2.7.1. Domestica

Esta explotación puede realizarse en cualquier lugar apropiado de la vivienda, utilizando diferentes recipientes que sean sub-utilizados ya sean de madera, plástico, aluminio, llantas, etc., empleando de manera más adecuada la explotación en tolvas y en cajones.

2.7.2. Intensiva

Se realiza con fines comerciales utilizando grandes dimensiones de terreno donde se elaboran los lechos, puede ser en galpones o al aire libre.

2.8. Alimentación

Puede utilizarse cualquier residuo orgánico total o parcialmente descompuesto, evitando proporcionar alimento en estado de fermentación, ya que la temperatura en este proceso es elevada (75°C) y puede causar la muerte de las lombrices, por lo tanto, hay que tomar en cuenta que se den las condiciones siguientes:

- Temperatura : 12-25°C
- Humedad : 70-80%
- Ph : 7.0 (neutro) (22, 26).

2.8.1. Tipos de alimento

Según Campos y col. (6), se debe tener en cuenta que la lombriz se alimenta con cualquier tipo de sustancia orgánica que haya superado su estado de calentamiento y posteriormente fermentación, estos se clasifican en diversos tipos:

- Estiércoles

Son generalmente los alimentos más adecuados porque son ricos en materia orgánica y en vitaminas. Entre los estiércoles podemos mencionar el estiércol de bovino, equino, porcino, ovino, conejo y aves; de los cuales el más empleado y recomendado es el estiércol de bovino por su fácil obtención y su gran volumen de producción (10).

Los estiércoles procedentes de explotaciones intensivas de pollos, gallinas, pavos y otras aves domesticas en general no son aconsejables debido a su fuerte acidez ocasionada por el alto grado de amoníaco existente en dichas materias (20).

- Pulpa de café

Debido a las grandes acumulaciones de pulpa que llegan a formarse en los beneficios, resulta evidente que la descomposición orgánica natural de la pulpa solo se lleva a cabo en el sustrato superficial, por lo que se ha llegado a considerar como necesaria para la realización de repetidos volteos y la ocupación prolongada de grandes áreas de terreno para extender la pulpa en camas de poca profundidad (20 a 40 cm) (33).

- Cachaza de caña

Según Zegarra (46), es un subproducto de la fabricación del azúcar y contiene las impurezas orgánicas e inorgánicas del jugo de la caña de azúcar. Físicamente la cachaza es un material esponjoso, amorfo, color oscuro a negro que absorbe grandes cantidades de agua.

- Desperdicios de verduras y frutas

Puede utilizarse cualquier tipo de basura domestica siempre y cuando posea un contenido celuloso no menor de 20 del 25%, éstas pueden utilizarse preparadas o en estado bruto (38).

Los desperdicios presentan un porcentaje de agua, de los cuales podemos mencionar algunos para la alimentación de las lombrices:

hojas de lechuga, repollo, rábano, tallos de apio, cebolla, cáscaras de sandía, melón, mango, etc.

2.8.2. Suministro de alimento.

A la semana o a los 15 días, se empieza a suministrar comida fresca previamente preparada con todas las recomendaciones, en capas de aproximadamente 10 cms; se debe procurar suministrar alimento bien balanceado. Cuando la cama está en fase de desarrollo, la cantidad de alimento suministrado y la producción de humus serán menores, durante esta fase se retiran las lombrices adultas, que son las que tienen mayor consumo (8).

2.9. Manejo de la explotación

- Alimentación

Se utilizan capas delgadas de alimento (máximo 4 cms), para evitar el calentamiento de éste cuando se usa muy fresco, facilitar la aireación del cultivo, asegurar la transformación del material y mantener las lombrices alimentándose en la parte superior. Se ha observado que es posible estimular la reproducción, utilizando el cambio de alimentación con otros residuos que se tengan en la finca, como estiércol de diferentes especies animales (vacuno, porcino, equino y conejos) o residuos de otros cultivos.

- Frecuencia y cantidad:

Se pueden alimentar una o dos veces por semana, dependiendo la densidad de lombrices y el tipo de alimento. La cantidad de alimento

está relacionada directamente con el consumo por parte de la lombriz, se han observado consumos equivalentes a la mitad del peso de lombrices por día. Es recomendable llevar registros de la alimentación y del funcionamiento general del lombricultivo.

- Riego

El alimento se prepara antes de llevarlo a las camas de lombrices, remojándolo si es necesario hasta que, estando totalmente humedecido, no drene. Esto corresponde aproximadamente a un rango del 50 al 85% de humedad. También se deben remojar las camas para conservar esta humedad. Este riego puede hacerse con agua limpia y dependiendo de las condiciones ambientales y del espesor de la capa de sustrato con lombrices (15).

2.9.1. Manejo de la vermicompostera.

Existen dos modalidades para colocar el alimento en los lechos. Para ambas, los pasos se completan de 6-8 semanas aproximadamente

Paso	Capa por capa	Llenado de una vez
1	Se coloca en el piso del lecho una capa de 5 cms de alimento.	Se llena completamente el lecho con el alimento.
2	Se coloca la población inicial de lombrices.	Se coloca la población inicial de lombrices.
3	Se observan al menos dos veces por semana las actividades de las lombrices.	Se observa al menos dos veces por semana las actividades de las lombrices.

4	<p>Cuando se observan que el alimento está bastante descompuesto (2 a 4 semanas después) se agrega una nueva capa de alimento de 5 cms sobre la primera dejando sin cubrir el 20% del área para que las lombrices tengan sitio donde refugiarse en caso de problemas con el alimento.</p>	<p>Cuando el alimento en la parte superior está bastante descompuesto y contiene pocas lombrices se quita para dejar descubierta la situada más abajo que está menos descompuesta.</p>
5	<p>Se procede igualmente capa por capa hasta llenar el lecho.</p>	<p>El alimento removido se coloca en una bolsa, un saco o sobre un cedazo para que las lombrices que pueda contener pasen a lecho y no se pierdan. Se procede igualmente hasta que en el lecho quede una capa de 5 cm de material.</p>
6	<p>Se coloca el alimento nuevo en sacos o cedazo sobre el vermiabono del lecho para que las lombrices migren y puedan recuperarse.</p>	<p>Se saca el material del fondo con las lombrices y se colocan en un saco.</p>
7	<p>Se saca el vermiabono libre de lombrices y se comienza de nuevo a cargar el lecho capa por capa utilizando las</p>	<p>Se llena de nuevo el lecho con alimento y se coloca encima el material con las lombrices recuperadas en el paso anterior.</p>

lombrices recuperadas en el paso anterior.	
--	--

Fuente: PROCAFE, 1995. (27)

2.10. Plagas y enfermedades

2.10.1. Plagas

De las plagas que se dan en las lombrices se conocen cuatro de mayor importancia: pájaros, hormigas, planaria y ratones.

- Pájaros

Estas aves pueden acabar poco a poco con un lombricero que se encuentre al aire libre, pero se pueden controlar fácilmente colocando una red sobre la cama de las lombrices (26, 16).

- Hormigas

Son un depredador natural de la lombriz y pueden acabar en poco tiempo el criadero no dejando una sola lombriz. La hormiga es atraída principalmente por el azúcar que la lombriz produce al momento de deslizarse por debajo del sustrato; llegando y atacando a las lombrices. Estas se pueden controlar sin necesidad de químicos, solamente con que la humedad se encuentre en un 80%. Si hay hormigas es porque la humedad se encuentra baja (16).

- Planaria

Es un gusano que puede medir de 5 a 50 mm, color café oscuro, con rayas longitudinales de color café. Es la plaga que mayor importancia presenta dentro de los criaderos de lombrices, ya que se adhiere a la lombriz por medio de una sustancia cerosa que el plantelminto produce,

introduciendo en la lombriz un pequeño tubo de color blanco, succionándole todo el interior hasta matarla (16).

- Ratones

Es otra plaga peligrosa para el cultivo de lombrices, se puede controlar al igual que las hormigas manteniendo la humedad alta o sea en un 80% (26).

2.10.2. Enfermedades

En cuanto a enfermedades, la lombriz es un animal que no transmite ni produce enfermedades. Pero existe un síndrome que las afecta y este es conocido como Gozzo Acido ó Síndrome proteico, este se da debido a que cuando se le suministran a la lombriz sustratos que son altos en proteína, son degradados por enzimas que la lombriz posee en su sistema digestivo, generando una alta producción de amonio. La lombriz presenta inflamaciones en todo el cuerpo debido a esta producción de amonio, muriendo a las pocas horas (26).

2.11. Cosecha de lombriabono

Existen diferentes métodos para cosechar el humus de un criadero.

1- Se coloca alimento solo por una de las orillas de la caja. Las lombrices buscaran el alimento y al cabo de unas tres semanas, se habrán juntado en esa orilla; de esta forma se puede recoger el abono sin sacar las lombrices.

2- Se coloca un cedazo sobre la tierra de la caja, el alimento se pone encima de éste, para que las lombrices se pasen al cedazo. Así unas

tres semanas después se pueden apartar las lombrices para recoger el abono que ha quedado por debajo del cedazo (28).

3- Se Retrasa un par de días la fecha de suministro de alimento y posteriormente se distribuye una capa uniforme de alimento de 5cms de espesor. Las lombrices se desplazarán hacia donde se encuentra el alimento. Siete días después se retira la primera capa que estará llena de lombrices, repitiendo esta operación una o dos veces más (18).

4- Colocar un pequeño montículo de alimento fresco a lo largo del criadero. Esto permite que las lombrices más hambrientas se concentren en grandes cantidades en el alimento fresco. Después de un par de días se puede retirar el montículo de alimento con las lombrices que contenga, de preferencia lombrices grandes y medianas. Este procedimiento se puede repetir unas tres veces para lograr separar todas las lombrices (6).

2.12. Características del lombriabono

- Es de color negrusco, granulado, homogéneo y con olor agradable a mantillo de bosque.
- Contiene un elevado porcentaje de ácidos húmicos y fulvicos.
- Posee una elevada carga microbiana.
- El excremento de la lombriz contiene 5 veces más nitrógeno, 7 veces más fósforo, 2 veces más potasio y 2 veces más calcio, que el material que ingirió.
- Tiene alta bioestabilidad que evita su fermentación o putrefacción.

- Aumenta la solubilización de nutrientes haciéndolos inmediatamente asimilables por las raíces; además, favorece la absorción radicular.
- Tiene un PH neutro que lo hace sumamente confiable para ser usado con plantas delicadas.
- Tiene acción antibiótica que aumenta la resistencia a plagas y agentes patógenos, además que neutraliza eventuales presencias contaminadoras (herbicidas, ésteres fosfóricos) (40, 1, 29).

2.13. Ventajas del lombriabono

- Presenta ácidos húmicos y fúlvicos debido a su estructura coloidal y granular, mejora las condiciones del suelo y puede fácilmente unirse al nivel básico del mismo; mejorando su estructura y aumentando su capacidad de retención de agua.
- Inocula grandes cantidades de microorganismos benéficos a sustratos que corresponden a los grandes grupos fisiológicos del suelo.
- Favorece la acción antiparasitaria y protege a las plantas de las plagas.
- Ofrece a las plantas una fertilización balanceada y sana.
- Puede aplicarse en forma foliar sin que dañe la planta.
- Desintoxica los suelos contaminados con productos químicos.
- Incrementa la capacidad inmunológica y resistencia contra plagas y enfermedades de los cultivos.
- Activa los procesos biológicos del suelo.

- Tiene una adecuada relación carbono nitrógeno que lo diferencia de los abonos orgánicos, cuya elevada relación ejerce una influencia negativa en la disponibilidad del nitrógeno para las plantas.
- Presenta humatos, fitohormonas y rizogenos que propician y aceleran la germinación de semillas, eliminando el impacto del transplante y estimulando el crecimiento de las planta; acortando los tiempos de producción.
- Favorece la asimilación de los micronutrientes de la planta a través de las enzimas.
- No existe peligro de sobredosis.
- No tiene fecha de vencimiento, ya que a medida que pasa el tiempo es más asimilable (29, 40).

2.14. Uso de la lombriz y lombrihumus

2.14.1. Uso de la lombriz

La lombriz puede utilizarse para la alimentación de:

- Cerdos
- Aves
- Peces

Como harina en la alimentación de:

- Bovinos
- Caninos
- Gatos
- Peces de acuarios por su alto contenido proteico; también en la elaboración de:

- Hamburguesas
- Albóndigas para consumo humano.

La lombriz ha sido utilizada en la elaboración de:

- Cosméticos
- Antipirético
- Sueros antiofidicos
- Tratamientos de arrugas,
- Tendones atrofiados por accidentes,
- Varices y en la recuperación de tejidos producto de quebraduras (36, 11).

2.14.2. Uso de lombrihumus

- Como abono en árboles frutales
- Hortalizas
- Macetas o plantas de jardín
- En la preparar tierras fértiles para llenar bolsas de vivero o maceta (5).
- Como sustrato para repique de plantines hortícolas
- Para el control del mal de almácigos (13).

2.15. Estudios realizados

2.15.1. Respuesta de la lombriz roja (Eisenia foetida) frente a diferentes alimentos.

Según Fogar y col (19), en su experimento comparando cachaza de caña y estiércol bovino en diferentes niveles:

Sustratos	Porcentajes
-----------	-------------

Estiércol bovino	100
Cachaza de caña	100
Estiércol y Cachaza	50 y 50 (1:1),
Estiércol y Cachaza	33 y 67 (1:2)
Estiércol y Cachaza	67 y 33 (2:1).

Habiéndose evaluando las siguientes variables: aumento de la biomasa, presencia de ootecas (huevos), distribución de las lombrices en el sustrato al momento de la cosecha, aspecto general de las lombrices.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Promedio de biomasa de lombrices

Tratamiento	Promedio	Significancia
2:1	45.17	A
1:1	43.83	A
1:2	40.00	A
Estiércol	40.83	A
Cachaza	2.53	B

En los resultados obtenidos de los diferentes tratamientos, a excepción de la cachaza al 100%, se observa una duplicación en la biomasa total; esto como efecto del aumento en tamaño de las lombrices.

El análisis estadístico de los tratamientos permite observar que las diferencias son no significativas entre los tratamientos 1:2, 1:1, 2:1 y estiércol; pero se encontró una diferencia altamente significativa entre la cachaza y el resto de tratamientos. Esta diferencia se debe al alto contenido de amonio en la cachaza lo que produjo una fuga de lombrices.

2.15.2. **Uso de sustratos alimenticios en el desarrollo reproductivo y cantidad proteica de la lombriz de tierra (Eisenia foetida).**

De acuerdo a Campos y col en 1997 (6), realizando estudios con diferentes sustratos alimenticios; se analizaron las siguientes variables: el aumento reproductivo de las lombrices y cantidad de proteínas de éstas en cada uno de los tratamientos.

Aumento reproductivo

En un periodo de cuatro meses, en algunos tratamientos con la lombriz roja californiana se obtuvieron mas de 3000 lombrices, incrementándose 12 veces la población inicial de 250; debido a que las lombrices pueden aparearse cada 7 días y cada capullo produce de entre 2 a 20 lombrices, dependiendo de la calidad del sustrato alimenticio en que éstas se desarrollan. Tal es el caso del estiércol bovino (T1), pulpa de café (T2) y la cáscara de plátano (T3); los cuales fueron los tratamientos mas consumidos y que presentaron las poblaciones más altas de lombrices. El bagazo de caña (T4) y gallinaza (T5) fueron los tratamientos menos consumidos y con poblaciones considerablemente más bajas de lombrices en comparación con los tratamientos (T1, T2 y T3).

En el caso del bagazo de caña, este resultado se debe a un mayor contenido de fibra 42.8% y en la gallinaza es por el largo periodo de fermentación de 12 a 18 meses que provoca perdida de elementos necesarios para la reproducción, también por el contenido de fibra al

estar mezclada con granza de arroz. En el siguiente cuadro se presentan los resultados de la cantidad de lombrices por tratamiento.

Cuadro 1: Cantidad de lombrices de tierra (Eisenia foetida) por tratamiento

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Total	Medias
T1: Estiércol	3162	2873	3236	3272	12543	3135.75
T2: Pulpa café	3102	2526	2500	2482	10215	2552.75
T3: Cas. Plátano	3698	2491	2981	3050	11220	2805.00
T4: Bagazo caña	638	698	880	730	2946	736.50
T5: Gallinaza	894	1010	1012	1268	4184	1046.00

Cantidad de proteínas

Se determinó por medio del análisis bromatológico, para el cual se tomó una muestra de 12 grs. de la cantidad total de las lombrices de cada tratamiento al final del ensayo, resultando el T1 con una mayor cantidad de proteína pero sin existir una diferencia estadísticamente significativa que los demás tratamientos. Los T5, T2, T3 y T4 estadísticamente son similares aunque diferentes numéricamente.

2.15.3. Aspecto reproductivo de tres especies de lombrices de tierra (Linda andahuaylina, Eisenia foetida, Roja ayacuchana).

El propósito de este estudio es de conocer el comportamiento reproductivo de tres especies de lombrices de tierra en cautiverio, utilizando como alimento una mezcla de estiércoles de diferentes especies animales enriquecida con fosfato de bayobar.

Se utilizaron 10 lombrices por recipiente (11cm x 11cm x 4cm) en un periodo de 7 semanas obteniendo los siguientes resultados que se muestran en el cuadro siguiente:

Especie	Número de capsulas
<u>Linda andahuaylina</u>	7 a 8
<u>Eisenia foetida</u>	5 a 7
<u>Linda andahuaylina</u>	3

El resultado obtenido con la especie Linda andahuaylina probablemente se deba a la buena adaptación de esta al cautiverio (32).

2.15.4. Evaluación de tres sustratos en la reproducción de la lombriz de tierra (Eisenia foetida) y la producción de vermiabono.

En el estudio realizado en el año de 1998 por Orantes Marinero (34), se evaluó la reproducción de la lombriz y la producción de vermiabono con los sustratos siguientes: cachaza de caña de azúcar (T1), estiércol bovino (T2) y pulpa de café (T3).

Reproducción de la lombriz: el control de las diferentes fases de crecimiento de la lombriz se llevó a cabo en los microlechos a través de la realización de muestras programadas cada 7 días a partir de la inoculación.

Tabla de medias por tratamientos obtenidas en las muestras realizadas en cada sustrato en los microlechos.

Tratamiento	Medias	Cantidad de lombrices
T1: Cachaza	379**	501.5
T2: Estiércol	279*	230.1
T3: Pulpa	77	13.8

Se puede observar en el cuadro anterior, que hubo diferencia significativa entre los tres tratamientos para la producción de cocones, presentando mejores condiciones la cachaza de caña (T1) con una media de 379 cocones por muestreo, seguido por el estiércol bovino con un valor de 279 cocones por muestreo, igual comportamiento tuvo la variable población de lombrices en los microlechos, ya que el T1 propicio las mejores condiciones para la multiplicación y desarrollo de la población con un valor de 501.5 lombrices por muestreo, seguida por el T2 con 230.1 lombrices y el T3 con 13.8 lombrices. Se puede observar que entre los tratamientos T1 y T2 no hubo diferencias significativas pero el T3 si es altamente significativo con el resto de tratamientos.

Producción de vermiabono

Peso total en libras del vermiabono producido por la lombriz de tierra en cada uno de los sustratos.

Tratamiento	Peso del vermiabono (lbs.)	Medias (lbs.)
T1: Cachaza	35.29	7.06
T2: Estiércol	22.73	4.55
T3: Pulpa	24.30	4.86

Para la variable peso del vermiabono, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, aunque hubo cierta tendencia de la cachaza de caña de azúcar a presentarse como el mejor tratamiento con una media de 7.06 libras por lecho, seguido por la pulpa de café con media de 4.86 libras por lecho y el estiércol bovino con una media de 4.55 libras por lecho.

Esta diferencia se fundamenta en el contenido nutricional y la textura de los distintos alimentos utilizados, pues la cachaza de la caña de azúcar es un desecho que ha perdido la mayor parte de su contenido proteico, debido a esto la lombriz sólo digiere el 12% de sustrato y el resto es transformado a vermiabono.

En relación al estiércol bovino sucede lo contrario, pues al ser un material que contiene una gran cantidad de proteína, permite que la lombriz digiera gran cantidad del contenido nutricional de éste sustrato y transforma en vermiabono el 50% del alimento.

Relación del peso del vermiabono y la población final de lombrices en los lechos.

En términos generales, la población de lombrices y la producción de vermiabono fueron inversamente proporcionales. En consecuencia, el tratamiento (T1) que corresponde a la cachaza de caña de azúcar, mostró un número de lombrices bajo (5,122), que produjo una mayor cantidad de vermiabono (35.29 lbs), el estiércol bovino (T2) con una población alta (14,071), produjo una cantidad menor de vermiabono (22.73 lbs) y la pulpa de café (T3) con una cantidad de individuos de 4,036 y transformó 24.30 lbs de vermiabono.

El establecimiento de alimento para el desarrollo completo de la fase de campo en los lechos, permitió que la lombriz no fuera perturbada en su producción de vermiabono en los distintos tratamientos perfilando de esta manera a la cachaza de caña de azúcar (T1) como el sustrato con mayor producción de vermiabono (35.29 lbs),

el estiércol bovino (T2) como el alimento donde la lombriz se multiplicó en mayor número (14,071 lombrices por tratamiento) y la pulpa de café como el tratamiento de mayor calidad química.

Análisis químico del vermiabono

Al evaluar químicamente el vermiabono producido en cada uno de los tratamientos producido con respecto al contenido de Nitrógeno (N), se observó en cada uno de los sustratos un valor mayor de 35 p.p.m. con respecto al Fósforo (P) los resultados mostraron una mayor eficiencia en lo que se refiere a la cantidad de Fósforo producido en el vermiabono a partir de la pulpa de café con un valor de 1500 p.p.m. En cuanto al contenido de Potasio (K), el mayor rendimiento lo encontramos en la cachaza de caña con un valor de 820 p.p.m.

Tratamientos	N (p.p.m.)	P (p.p.m.)	K (p.p.m.)
T1: Cachaza	> 35	1337.5	820
T2: Estiércol	> 35	1437.5	3.875
T3: Pulpa	> 35	1500	16

2.15.5. Investigación participativa en la lombricultura con pequeños productores para reciclar pulpa de café, estiércol bovino y alimentar gallinas de patio.

Dicovski y Legall, en 1997 (14), seleccionaron campesinos para participar en la investigación participativa en el municipio de Estelí y Condega (Nicaragua). Estos eran productores (as) interesados en resolver el problema de contaminación de los ríos por la pulpa de café y estiércol bovino, haciendo uso de las lombrices para alimentar gallinas de patio y producción de vermiabono. Para ello se utilizaron 2 Kgs. de

lombriz roja californiana (Eisenia foetida) en cajas de madera con dimensiones de 92 cms de largo, 47 cms de ancho y alimentados con pulpa de café y estiércol.

Evaluación cualitativa

En cuanto a la dinámica de población de las lombrices, los productores manifestaron que la producción de las mismas se mantuvo estable en los diferentes momentos del muestreo. Las campesinas que alimentaron gallinas con lombrices informaron que tres lombrices por gallina, duplican la producción de huevos diarios.

Los productores que alimentaron a las lombrices con pulpa de café y estiércol bovino, y no las cosechaban, en dos meses y medio llenaban sus canoas de lombrihumus. Cuando alimentaban se gallinas con lombrices, el tiempo para producir lombrihumus se duplicó.

Evaluación cuantitativa

Los datos que se tomaron en el campo arrojaron que para la variable lombrices, al hacerse la diferenciación del efecto del tipo de sustrato alimenticio se observó por prueba de "t" que ambos sustratos tienen igual comportamiento sobre la población de lombrices ya que en todos los casos "p" es mayor a 0.05.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Generalidades

3.1.1. Localización del ensayo

El ensayo se realizó en las instalaciones de FUNSALPRODESE (Fundación Salvadoreña para la Promoción Social y Desarrollo Económico) en el Cantón San Antonio, municipio de Concepción Batres, Usulután. a la altura del kilómetro 10 de la carretera que conduce hacia la playa El Espino, cuyas coordenadas son de 13°20'22'' LN, 88°21'28'' LWG,

3.1.2. Características climáticas

Esta ubicado a una altura de 45 msnm, con una precipitación de 1600-1800 mm/año y temperaturas promedio de 30°C, con máximas de 36.3°C promedio mensual.

3.1.3. Duración del ensayo

El ensayo se realizó en un periodo de 90 días desde el 15 de Marzo hasta el 15 de Junio del 2006 con los tratamientos T1 (Estiércol bovino) y T4 (Cachaza de caña de azúcar) se extendió el tiempo de finalización

hasta el 15 de Julio del 2006 con los tratamientos T2 (Pulpa de café) y T3 (Desperdicios de frutas y verduras) debido a las condiciones presentadas en el sustrato.

3.1.4. Instalación y equipo

El ensayo se estableció en un terreno de 6.3 mts. de ancho (0.50 mts. entre bloques), 10.6 mts. de largo (1 mt. entre tratamientos) dejando 1 mt. en los extremos de cada tratamiento y bloques, haciendo un área total de 66.78 m².

Se utilizaron 16 contenedores de madera de aceituno aserrada con dimensiones de 0.70 mts. de ancho por 1.40 mts de largo por 0.50 mts. de alto, los cuales se colocaron en cuatro soportes de madera en cada uno de los extremos de los contenedores a una altura de 50 cms. de la superficie del suelo.

Para el control de la humedad, acidez y temperatura del sustrato en los contenedores, se utilizó un PH chimetro y un termómetro, además de una regadera metálica para humedecer el sustrato y mantenerlo en los niveles óptimos para que las lombrices pudieran tener un buen desarrollo; Para el peso del alimento se utilizó una báscula tipo reloj con capacidad de 300 lbs.

3.1.5. Especie utilizada

Se utilizó la especie Eisenia foetida, conocida como lombriz roja californiana.

3.1.6. Sustratos utilizados

Los diferentes sustratos utilizados en la investigación se mencionan a continuación:

Estiércol bovino: con un periodo de madurez de 7 a 10 días, obteniéndolo del Departamento de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental.

Pulpa de café: sometida a tratamiento (compostandose) en un periodo de treinta días, recojiéndola en el beneficio Las Marías, Chinameca, San Miguel.

Desperdicios de frutas y verduras: recibiendo tratamiento en un periodo de dos días, recolectándose en el mercado de Usulután.

Cachaza de caña de azúcar: Recolectada en el Ingenio Chaparrastique; para luego darle un tratamiento de un mes.

3.2. Plan de manejo

3.2.1. Preparación del sustrato o cama de siembra

Para la preparación del alimento de los tratamientos, se utilizaron distintos procesos para cada uno de ellos a excepción del estiércol bovino, que únicamente se desmenuzó antes de ser aplicado. Los diferentes tratamientos a que fueron sometidos los alimentos son:

* **Pulpa de café:** Se depositó dentro de una pila dándole una altura de 50 cms desde la superficie del suelo, se le adicionó hongo silvestre recolectado en las fincas así como también un litro de melaza y una libra de levadura con el fin de proporcionar un ambiente adecuado para la multiplicación y desarrollo de los microorganismos y así favorecer la

descomposición, en un periodo de quince a veinte días, removiéndose una vez al día.

*** Desperdicios de frutas y verduras:** una vez recolectados se procedió a lavarlos y posteriormente desmenuzarlos, para luego almacenarlos en una bolsa plástica con agujeros en el fondo para facilitar el drenaje, por un periodo de dos días.

*** Cachaza de caña de azúcar:** Se compostó por un periodo de un mes realizando volteos y riegos cada ocho días, debido a las altas temperaturas que se generan dentro de la compostera, lográndose de esta manera las condiciones optimas para ser aplicado como alimento a las lombrices.

3.2.2. Prueba antes de la inoculación

Cinco días antes de proceder a suministrar el sustrato o cama de siembra, se procedió a realizar la prueba PL50, la cual consiste en colocar 50 lombrices en un recipiente con sustrato, en condiciones de Ph y humedad adecuada. El resultado fue que todas las lombrices sobrevivieron, lo que indicó que el alimento estaba en condiciones óptimas para ser suministrado.

3.2.3. Inoculación

Previamente a la inoculación se propició el ambiente adecuado para el sustrato (80% de humedad y Ph neutro), colocando 10 lbs. de lombrices con sustrato en un extremo del contenedor donde habían lombrices grandes, medianas y pequeñas.

3.2.4. Alimentación de las lombrices

En el caso de los tratamientos T1, T2 y T3 la frecuencia y cantidad de la alimentación es la misma y se resume en el cuadro siguiente:

Tipo de alimentación	Cantidad de alimento en lbs.			
	Día 1	Día 45	Día 75	Total
T1: Estiércol bovino	100	50	25	175
T2: Pulpa de café	100	50	25	175
T4: Cachaza de caña	100	50	25	175

Para los desperdicios de frutas y verduras (T3):

Se inicio el tratamiento con 50 lbs. de alimento reduciéndose esta cantidad por exceso de humedad. La aplicación del alimento se realizó cada 8 días, proporcionándose un promedio de 5 lbs en un periodo de 4 semanas. En las siguientes aplicaciones se realizó un aumento en la cantidad de alimento proporcionado, la cual fue de 10 lbs. por un tiempo de 6 semanas, siendo las ultimas alimentaciones de 15 lbs. durante 3 semanas, totalizando 175 lbs., dicho aumento se debió a la adaptabilidad y multiplicación de las lombrices al final del ensayo.

3.2.5. Control de acidez, temperatura y humedad

Para el control de estos parámetros ambientales se utilizó el siguiente equipo:

* Ph-chimetro: Es un instrumento que mide, en estrecha relación con la temperatura, la acidez y/o la basicidad del producto que se desea analizar.

* Termómetro: Instrumento utilizado para medir la temperatura de un cuerpo o sustrato.

* Prueba de puño: La cual consistió en tomar una muestra del sustrato con la mano y presionarla a fuerza normal observando que si salían ocho gotas, el sustrato estaba en condiciones óptimas de humedad.

3.2.6. Riego

Este se realizó según las condiciones de humedad que presentaba el sustrato en cada una de las repeticiones de los tratamientos; dichas condiciones se tomaban en cuenta que si salían menos de 8 gotas o no goteaba significaba que el sustrato no estaba en condiciones adecuadas para la lombriz por lo que ameritaba la aplicación de riego.

3.2.7. Control de enemigos naturales

Para evitar el ataque de pájaros, sapos y lagartijas en los tratamientos T1, T2 y T4; se protegió la parte superior de la caja con sacos de mezcal. El T3 (Desperdicios de frutas y verduras) fue protegido con malla plástica con el objetivo de evitar que las moscas ovopositarán en el sustrato. Al observar ataque de hormigas en la base de los soportes, se aplicó insecticida (Folidol) para evitar que las hormigas se subieran a los contenedores.

3.2.8. Cosecha

La cosecha del lombriabono se realizó por medio del método lomo de toro, utilizando estiércol de caballo con un periodo de madurez de cinco días, en el cual las lombrices subieron a alimentarse y a los tres días después de colocarlo se procedió a retirarlo. Este proceso se repitió en tres ocasiones y para asegurar la separación total de las lombrices se procedió a colar el vermiabono en una zaranda metálica capturando así

las lombrices restantes. Luego se procedió a secar el vermiabono en la sombra, hasta considerar un porcentaje adecuado de humedad (40%).

3.3. Metodología estadística

3.3.1. Diseño estadístico

El diseño estadístico que se realizó es, bloques completamente al azar, con 4 tratamientos y 4 bloques; los tratamientos están aleatorizados en cada uno de los bloques, siendo una repetición por tratamiento.

Modelo estadístico: $Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$

Donde:

Y_{ij} = observación perteneciente al i-esimo tratamiento en el j-esimo Bloque.

U = media experimental

T_i = efecto del i-esimo tratamiento

B_j = efecto del j-esimo bloque

E_{ij} = error experimental

3.3.2. Distribución estadística del modelo

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento (t-1)	3
Bloque (r-1)	3
Error (t-1)(r-1)	9
Total	15

Donde

t = número de tratamientos

r = número de bloques

3.3.3. Prueba de Duncan.

Esta prueba se utiliza para obtener diferencias significativas entre medias y es necesario realizarla para los análisis de varianza con significación estadística, con el objetivo de comparar el comportamiento de los tratamientos.

Su formula estadística es:

$$\mathbf{ETD} = t \sqrt{2CME / r}$$

ETD: Error Típico de la Diferencia.

T: Datos de tabla.

CME: Cuadrado Medio del Error.

r: Numero de observaciones por tratamiento.

$$\mathbf{DMS} = t \times \text{ETD}$$

DMS: Diferencia Mínima Significativa.

t: Datos de tabla.

ETD: Error Típico de la Diferencia.

3.3.4. Descripción de los tratamientos

Los sustratos alimenticios que se evaluarón son los siguientes:

T1 = Estiércol bovino

T2 = Pulpa de café

T3 = Desperdicios de frutas y verduras

T4 = Cachaza de caña de azúcar

Cada tratamiento se formó por cuatro unidades experimentales aleatorizadas en cada bloque, las cuales estaban constituidas por 10 lbs. de lombrices roja californiana (Eisenia foetida) y el sustrato como cama de siembra.

3.3.5. Variables evaluadas

Las variables que se evaluaron en la investigación fueron:

- Cantidad de abono orgánico (lbs.)
- Porcentaje de Nitrógeno
- Porcentaje de Fosforo
- Porcentaje de Potasio
- Análisis económico.

3.3.6. Toma de datos.

3.3.6.1. Cantidad de abono orgánico.

Esta variable se evaluó al final de la fase experimento tomando los pesos de cada repetición de cada uno de los tratamientos y calculando sus respectivas medias.

3.3.6.2. Porcentaje de Nitrógeno, Fosforo y Potasio.

Para la obtención de estos porcentajes se tomaron muestras del lombrihumus de cada una de las repeticiones en cada tratamiento; dichas muestras, fueron llevadas al Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador (central) para su respectivo análisis.

3.3.6.3. Análisis económico.

Se realizó una comparación económica entre los cuatro tratamientos evaluados, basándose en la relación beneficio costo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Cantidad de abono (lb.).

La toma de estos datos para evaluar la cantidad de abono producido se realizó al finalizar el experimento (90 días) y se obtuvieron los siguientes resultados promedio por tratamiento; T1: 141.5 lb., T2: 119.0 lb., T3: 37.25 lb. T4: 88.25 lb. (Cuadro 1, Fig. 1, Cuadro A-1).

Cuadro 1. Cantidad de lombriabono por tratamientos (lb.).

Tratamientos	Promedio
T1: Estiércol bovino	141.5 a
T2: Pulpa de café	119.0 b
T3: Des. Frutas y verduras	37.25 d
T4: Cachaza de caña	88.25 c
Promedio	96.5
Total	386

Analizando estadísticamente estos resultados en el análisis de varianza se puede observar que existen diferencias altamente significativas en los tratamientos al 1% (Cuadro A-2), lo que significa que existe un tratamiento mejor que los demás; no así para los bloques que no hubo diferencias estadísticas significativas comportándose similarmente entre ellos (Cuadro A-4, Cuadro 2, Fig. 2).

En los resultados de la prueba de Duncan para los tratamientos existen diferencias altamente significativas al 1%, observándose que T1:141.5 lbs es mejor que T2: 119.0 lbs mejor que T4: 88.25 lbs mejor que T3: 37.25 lbs (cuadro A-3).

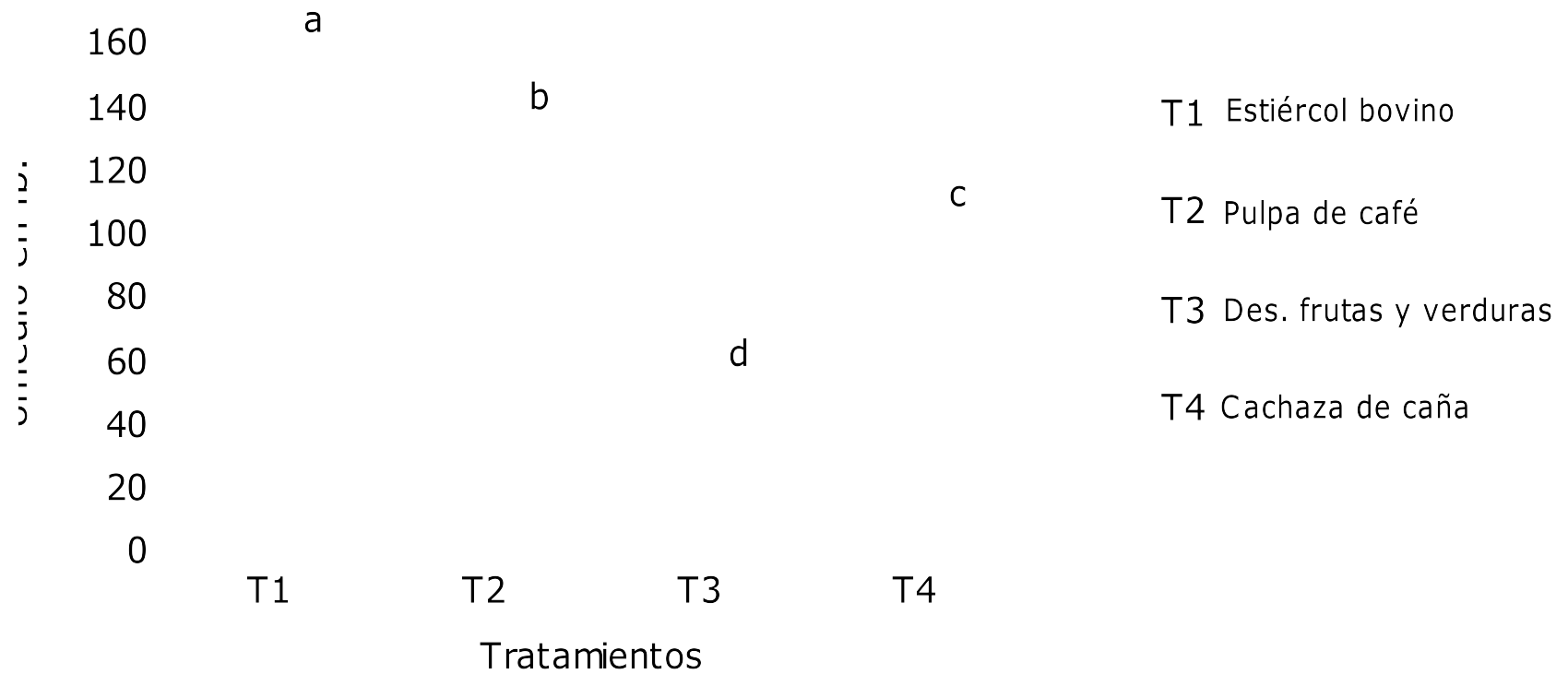


FIG. 1. Cantidad de abono orgánico por tratamiento (libras).

En base a estos resultados se puede decir que en el T1 se obtuvo una eficiencia en producción de lombriabono del 81% seguido del T2 con 68%, T4 con un 49% y finalmente T3 con 21% de producción, utilizando el % restante de cada uno para el desarrollo y reproducción de las lombrices.

El fundamento de estos datos está basado en la calidad nutricional y textura de cada uno de los sustratos utilizados. Campos y Col. (1997) (6) mencionan que el estiércol bovino es uno de los sustratos más utilizados y recomendados para la lombricultura por su fácil obtención y por su gran volumen de producción. El pie de cría utilizado en el presente estudio estaba siendo alimentado con estiércol (T1), por ende las lombrices ya estaban adaptadas a dicho sustrato; también el Ph y la temperatura fueron adecuados para su adaptación siendo sus valores de Ph: 7.32 y T: 31.35°C promedio fue por ello que en este tratamiento se observó una mayor adaptación, un buen desarrollo, reproducción y por lo tanto una mayor producción de lombriabono; con respecto a los demás tratamientos en los cuales el periodo de adaptación fue mas lento, las texturas o condición física de los sustratos fueron diferentes así como también un factor ambiental (humedad), específicamente en el T3 (Desp. de frutas y verduras) que contribuyó a las diferencias significativas.

En la composición química de los sustratos alimenticios presentado por Campos y Col. (1997) (6) se muestra que la pulpa tiene un % de fibra de 20.8 y cero en el estiércol bovino, esto implica que fue más

difícil para la lombriz digerir el sustrato de pulpa y por lo tanto hubo menor producción de lombrifecundo. Aunque las temperaturas de Ph y Temperatura fueron las adecuadas con los promedios de Ph: 7.84 y T: 29.43°C.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (1995) citada por Orantes Marinero (1998) (34), la cachaza es un subproducto de la fabricación de la azúcar y que contiene las impurezas orgánicas e inorgánicas del jugo de caña de azúcar. La materia orgánica está compuesta por proteínas, polisacáridos y gomas de almidón.

Según resultados de estudios realizados por Vilela (1996) citado por Orantes Marinero (1998) (34), en los cuales se utilizó la cachaza como sustrato alimenticio de la lombriz, ésta fue muy bien aceptada y mostró una buena proliferación, crecimiento y desarrollo de la misma. En el presente estudio, fue en la cachaza (T4), donde se observaron las lombrices más grandes y mayor población lo que indica que la textura y contenido nutricional de este sustrato, como también el Ph (7.28) y la Temperatura (30.42°C) le facilitaron el consumo y una buena asimilación de nutrientes para su desarrollo y reproducción obteniendo al final una disminución en la producción de vermicompost (88.25 lbs.) en comparación a los tratamientos anteriores (Fig. 1).

En el T3 desperdicios de frutas y verduras fue donde se produjo la menor cantidad de vermicompost debido a la inestabilidad en el contenido de humedad del sustrato, por las diferentes frutas y verduras que

presentaban exceso de agua, lo que contribuyó a una lenta adaptación de las lombrices (Fig. 1). La Temperatura y el Ph fueron los adecuados con promedios de T: 30.00°C y Ph: 7.51.

Según Legall y Col. (1994) (28), la humedad es un factor de mucha importancia, que influye en la reproducción y fecundidad de las capsulas o cocones; una humedad superior al 85% es muy dañina para las lombrices haciendo que estas, entren en un periodo de inactividad en donde se afecta la producción de lombrihumus y la reproducción de biomasa.

Cuadro 2. Cantidad de lombriabono por bloques (lb.).

Bloques	Promedio en libras
B I	93.50
B II	97.25
B III	95.25
B IV	100.00
Promedio	96.50
Total	386.00

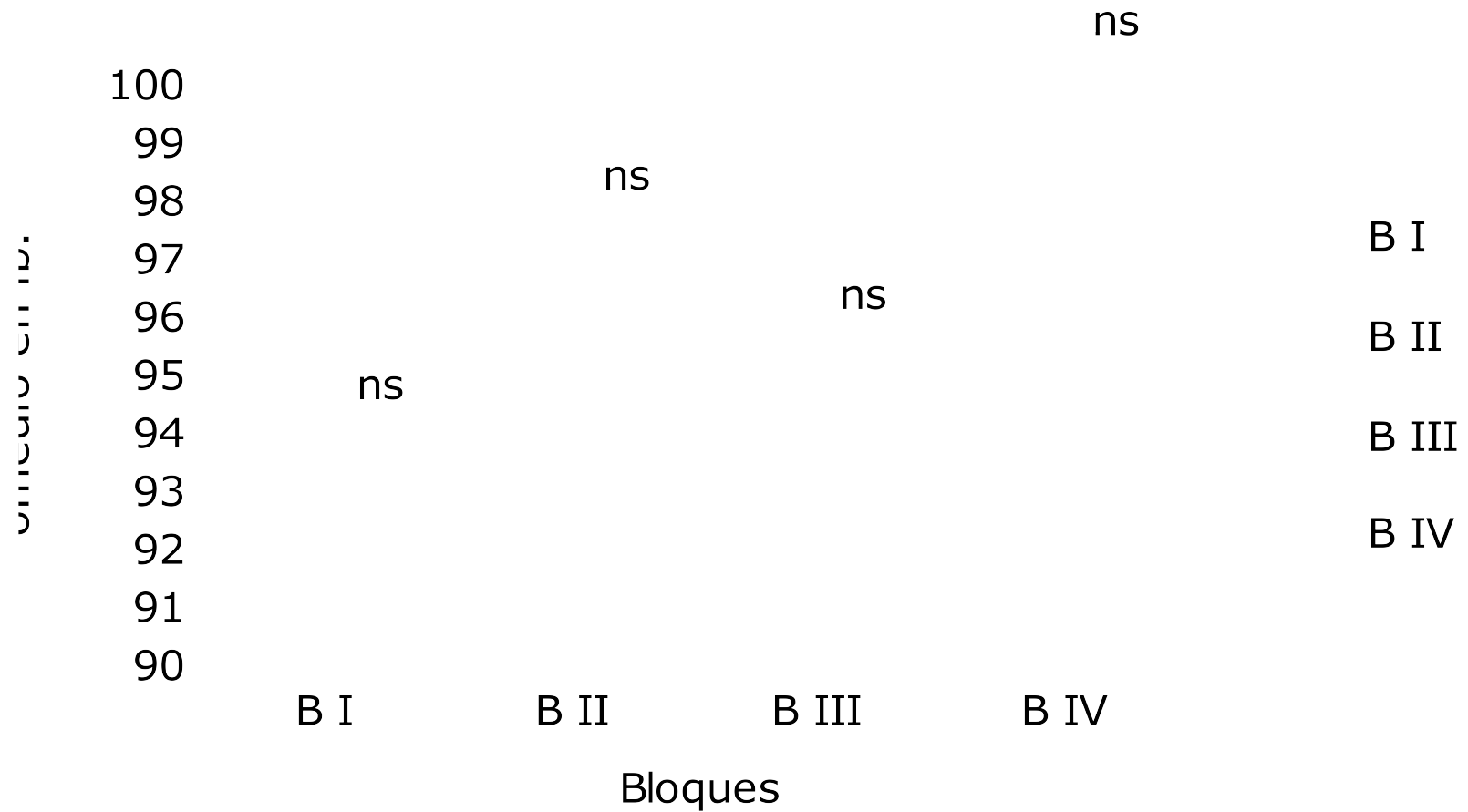


FIG.2. Cantidad de abono orgánico por bloques (libras).

4.2. Porcentaje de Nitrógeno.

Analizando los resultados del porcentaje de nitrógeno en las muestras de lombriabono de los diferentes tratamientos obteniendo los siguientes datos promedios: T1: 2.0115%, T2: 3.045%, T3: 1.4825% y T4: 1.8534% (Cuadro A-5, Cuadro 3, Fig. 3).

Cuadro 3. Porcentaje de Nitrógeno por tratamientos.

Tratamientos	Promedio en %
T1: Estiércol bovino	2.0115 b
T2: Pulpa de café	3.0450 a
T3: Desp. Frutas y verduras	1.4825 b
T4: Cachaza de caña	1.8534 b
Promedio	2.0981
Total	8.3924

Según el análisis de varianza y la prueba de Duncan existe una diferencia significativa al 5% del tratamiento T2: 3.045% sobre los demás tratamientos T1: 2.0115%, T4: 1.8534% y T3: 1.4825% no así en la significancia al 1%, respecto a los bloques no se encontró diferencia significativa (Cuadro A-6).

Legal y col. (1994) (28) menciona que la cantidad de nutrientes que contiene el lombrihumus dependerá de las características químicas del sustrato que le dieron origen, siendo los porcentajes de Nitrógeno según el Manual de Caficultora Orgánica (2000) (31) para la pulpa de café es de 2%; en el caso del estiércol bovino de 1.67% según Viarural (2007) (42); 1.2% para la cachaza citada por Orantes Marinero (1998)

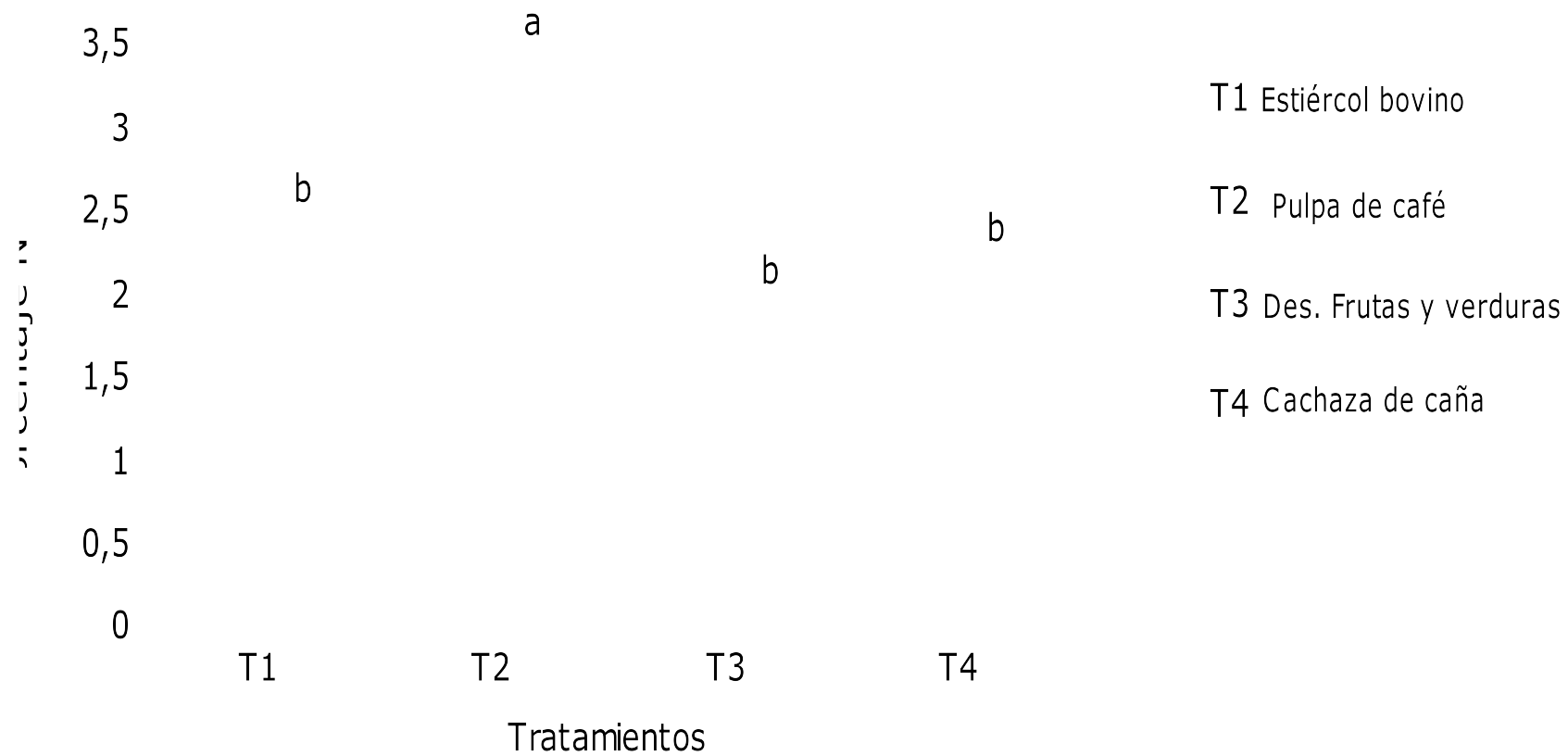


FIG. 3. Porcentaje de Nitrógeno por tratamiento.

(34) y para los desperdicios según Hernández (2002) (25) es 1.13%, comparando los datos anteriores con los resultados de la presente investigación se observa que hay un aumento en el porcentaje de Nitrógeno de lombrihumus dicho comportamiento es atribuido a los siguientes factores: proceso digestivo de la lombriz, actividad microbiana que se lleva a cabo durante el periodo de reposo que esté tiene dentro del lecho, por ejemplo el 50% del total de los ácidos húmicos que contiene el humus son proporcionados durante el proceso digestivo y el 50% restante durante el periodo de reposo o maduración según Taiariol (2005) (39). También Geocities (2000) (21) menciona que la disponibilidad de nitrógeno del lombrihumus es secretado principalmente por la epidermis de la lombriz como microproteína y por la orina de las lombrices.

Susy Castillo (2005) (7) realizó un análisis de humus de pulpa de café obteniendo un porcentaje de nitrógeno de 2-3% el cual coincide con el resultado de la presente investigación (3.0450%).

En la composición de diversos lombrihumus en fincas experimentales en Santa Lucía de la Universidad Nacional, Costa Rica, por Hernández (2002) (25) el porcentaje de Nitrógeno del lombrihumus bovino es de 2.02% el cual tiene una coincidencia con el obtenido en la presente investigación que fue de 2.0115%.

En cuanto al porcentaje de Nitrógeno del lombrihumus para la cachaza de caña según la composición química presentada por Orantes Marinero (1998) (34) es de: 0.9 a 1.75% por lo que es similar en esta

investigación que es de: 1.8534%. Hernández (2002) (25) en su investigación le realizó análisis químico al humus de desperdicios obteniendo 1.50% en nuestro caso estos fueron los que obtuvieron el menor resultado: 1.4825%, siendo similar al dato anterior.

Cuadro 4. Porcentaje de Nitrógeno por bloques.

Bloques	Promedio en %
B I	2.4113
B II	1.9408
B III	2.2283
B IV	1.8119
Promedio	2.0981
Total	8.3924

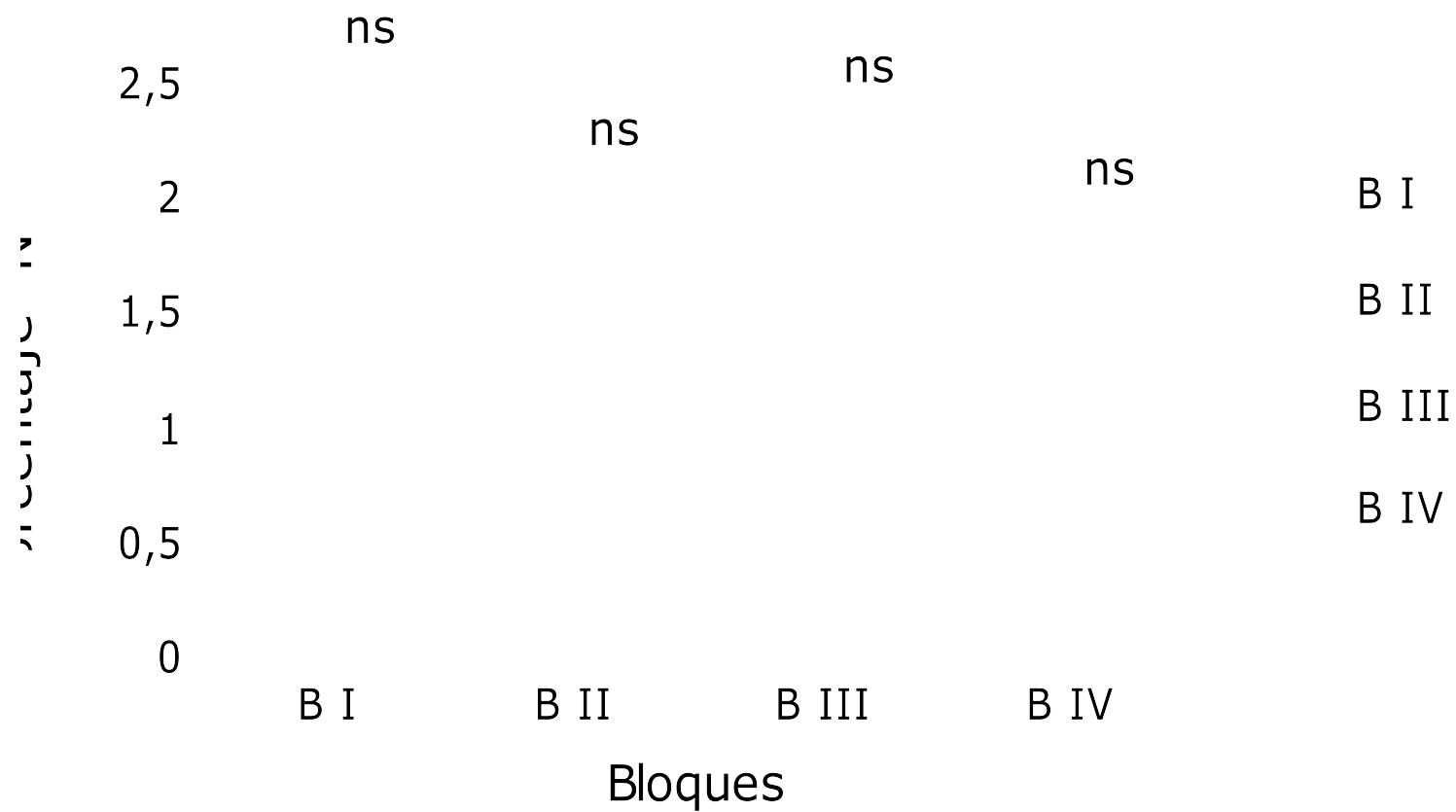


FIG. 4. Porcentaje de Nitrógeno por bloque.

4.3. Porcentaje de Fósforo.

En el cuadro A-9 se presentan los resultados de porcentaje de fósforo para cada uno de los tratamientos teniendo los promedios siguientes: T1: 0.2385%, T2: 0.2900%, T3: 0.2477% y T4: 0.2529% (Cuadro 5, Fig. 5) y para los bloques los datos promedios se tienen en el cuadro 6, fig. 6, observándose en el análisis de varianza (Cuadro A-10) que hay una diferencia significativa en los tratamientos al 5%.

Cuadro 5. Porcentaje de Fósforo por tratamientos.

Tratamientos	Promedio en %
T1: Estiércol bovino	0.2385 b
T2: Pulpa de café	0.29005 a
T3: Desp. Frutas y verduras	0.2477 b
T4: Cachaza de caña	0.2529 b
Promedio	0.2572
Total	1.02915

Para determinar cual tratamiento fue mejor se realizó la prueba de Duncan, resultando el T2 (Pulpa de café): 0.2900% mejor que T1 (Estiércol bovino): 0.2385% mostrándose altamente significativo al 1% y presentando significancia al 5% para los demás tratamientos T4 (Cachaza de caña) y T3 (Desperdicios de frutas y verduras), comportándose de igual manera entre ellos los tratamientos T3, T4 y T1 por no presentar significancia (Cuadro A-11).

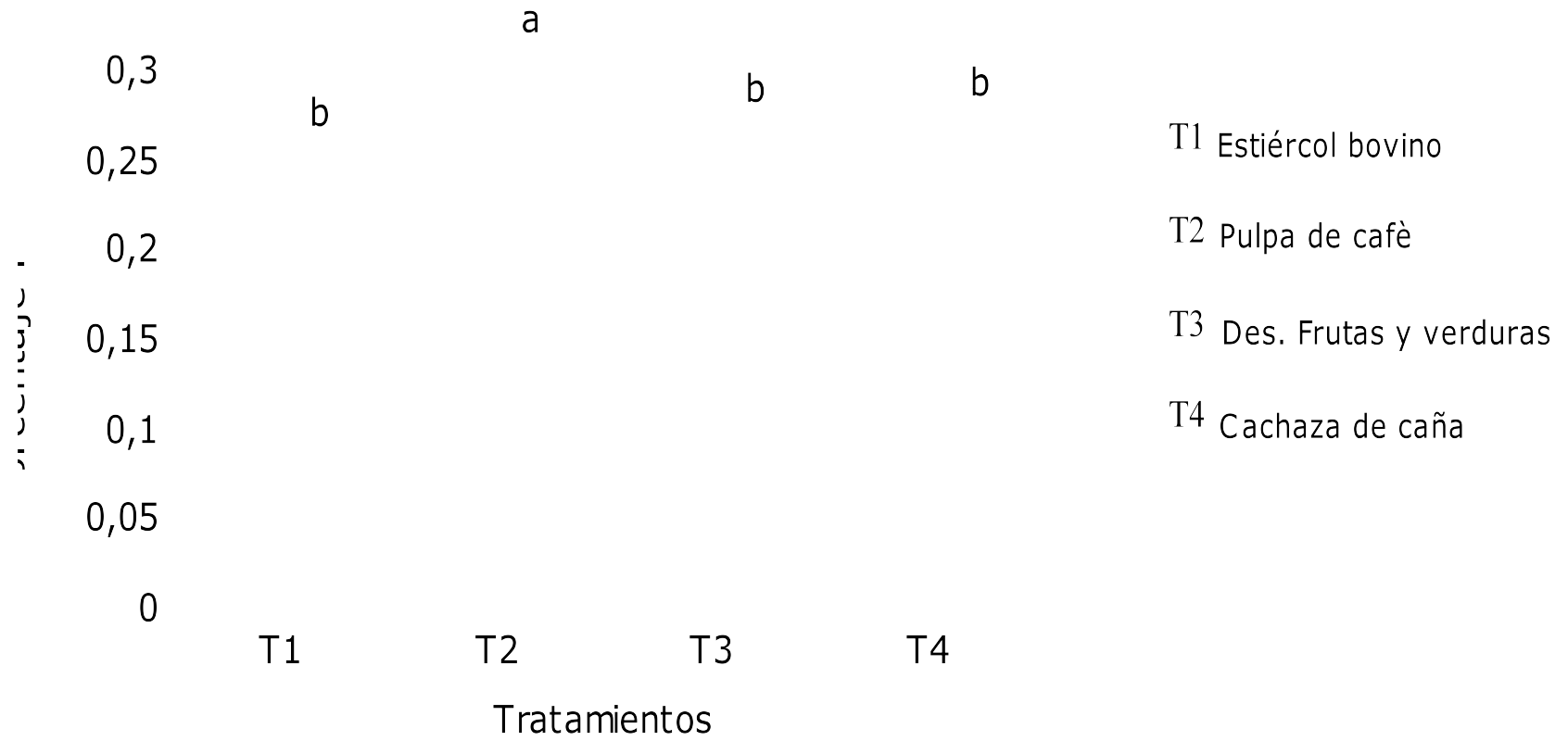


FIG. 5. Porcentaje de Fósforo por tratamientos.

Cabe mencionar que la disponibilidad de los nutrientes en el lombriabono depende directamente de las cantidades presentes en el sustrato; los resultados de nuestra investigación coinciden con los de Orantes Marinero (1998) (34) él le realizó análisis bromatológico al lombrihumus resultándole como mejor en Fósforo la pulpa de café expresado en partes por millón (1500 ppm), en nuestro caso también fue la pulpa de café (T2) con un porcentaje de 0.2900%, seguido de la cachaza de caña (T4): 0.2529%, desperdicios de frutas y verduras (T3): 0.2477% y por último el estiércol bovino (T1): 0.2385%. Estos resultados se debieron a que la pulpa de café según el Manual de caficultura orgánica (2000) (31) presenta 0.19% más lo que se produce durante el proceso digestivo de la lombriz por la actividad microbiana que se lleva a cabo durante el periodo de reposo en el lecho.

En relación a la cachaza de caña ésta tiene un porcentaje de fósforo (0.42%) según Gómez Jaime (2007) (23), pero las altas temperaturas generadas en los montones de cachaza más la exposición a la interperie provoca la pérdida de nutrientes influyendo así en los resultados de la presente investigación (0.2529%)

Para los desperdicios de frutas y verduras el porcentaje de fósforo que presentaron es debido a los contenidos nutricionales que presentan cada uno de los desperdicios que se les aplicó. Hernández D. (2002) (25) en investigaciones realizadas en una finca experimental en Santa Lucía de la Universidad Nacional de Costa Rica menciona que en los desperdicios utilizados se obtuvo un 0.25% de fósforo en el

lombrihumus, en el caso de la presente investigación el resultado fue similar (0.2477%), cabe mencionar que ese estudio no detalla que tipo de desperdicios fueron utilizados.

Con relación al estiércol bovino (T1) el resultado fue de 0.2385% el cual es similar al de Campos y col. (1997) (6) que es de 0.22%; esto es debido a que no se sabe que tipo de alimento se le estaba suministrando al ganado de igual manera en nuestro caso.

Cuadro 6. Porcentaje de Fósforo por bloques.

Bloques	Promedio en %
B I	0.2570
B II	0.2490
B III	0.2710
B IV	0.2520
Promedio	0.2572
Total	1.0290

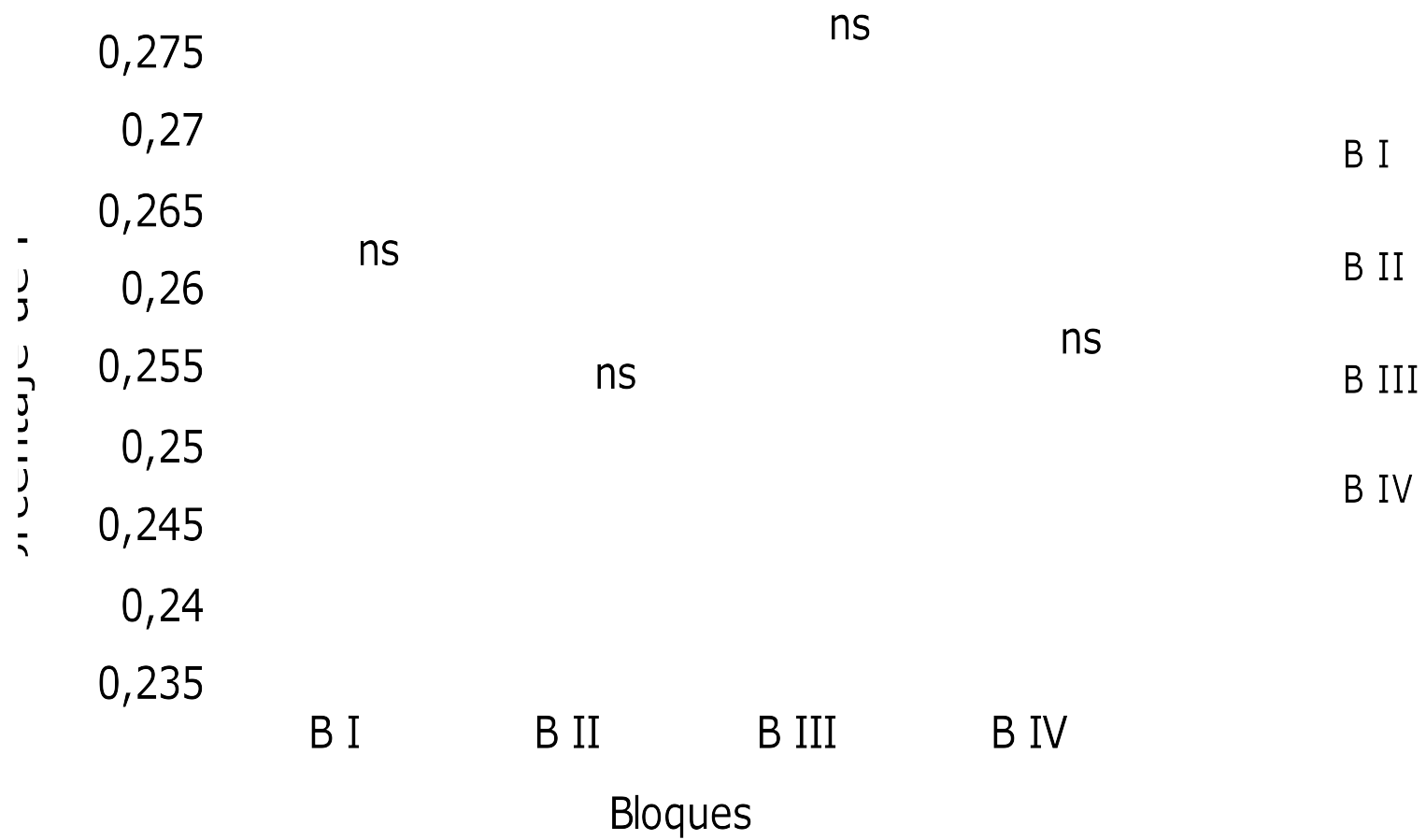


FIG. 6. Porcentaje de Fósforo por bloques.

4.4. Porcentaje de Potasio.

En el cuadro A-13 se presentan los resultados de porcentaje de potasio, los cuales son en promedio T1: 1.9875%, T2: 8.4325%, T3: 5.3000% y T4: 2.2425% (Cuadro 7, fig. 7) para los tratamientos y para los bloques cuadro 8, fig. 8; al realizar el análisis de varianza para los tratamientos en el porcentaje de potasio (Cuadro A-14), se demuestra que las diferencias entre tratamientos fueron altamente significativas al 1% y al comparar los promedios con la prueba de Duncan (Cuadro A-15) se observó que hay diferencias altamente significativas en los tratamientos al 1%, T2: 8.4325% fue superior a los T3: 5.3000%, T4: 2.2425% y T1: 1.9875%; T3 mejor que T4 y T1 siendo estos dos últimos similares entre ellos.

Cuadro 7. Porcentaje de potasio por tratamientos.

Tratamientos	Promedio en %
T1: Estiércol bovino	1.9875 c
T2: Pulpa de café	8.4325 a
T3: Desp. Frutas y verduras	5.3000 b
T4: Cachaza de caña	2.2425 c
Promedio	4.4906
Total	17.9625

El departamento de Suelos y Química Agrícola del ISIC (1991) citado por Orantes Marinero (1998) (34) realizó un análisis a la pulpa de café y resultó en porcentaje de potasio 4.48%, Campos y col. (1997) (6)

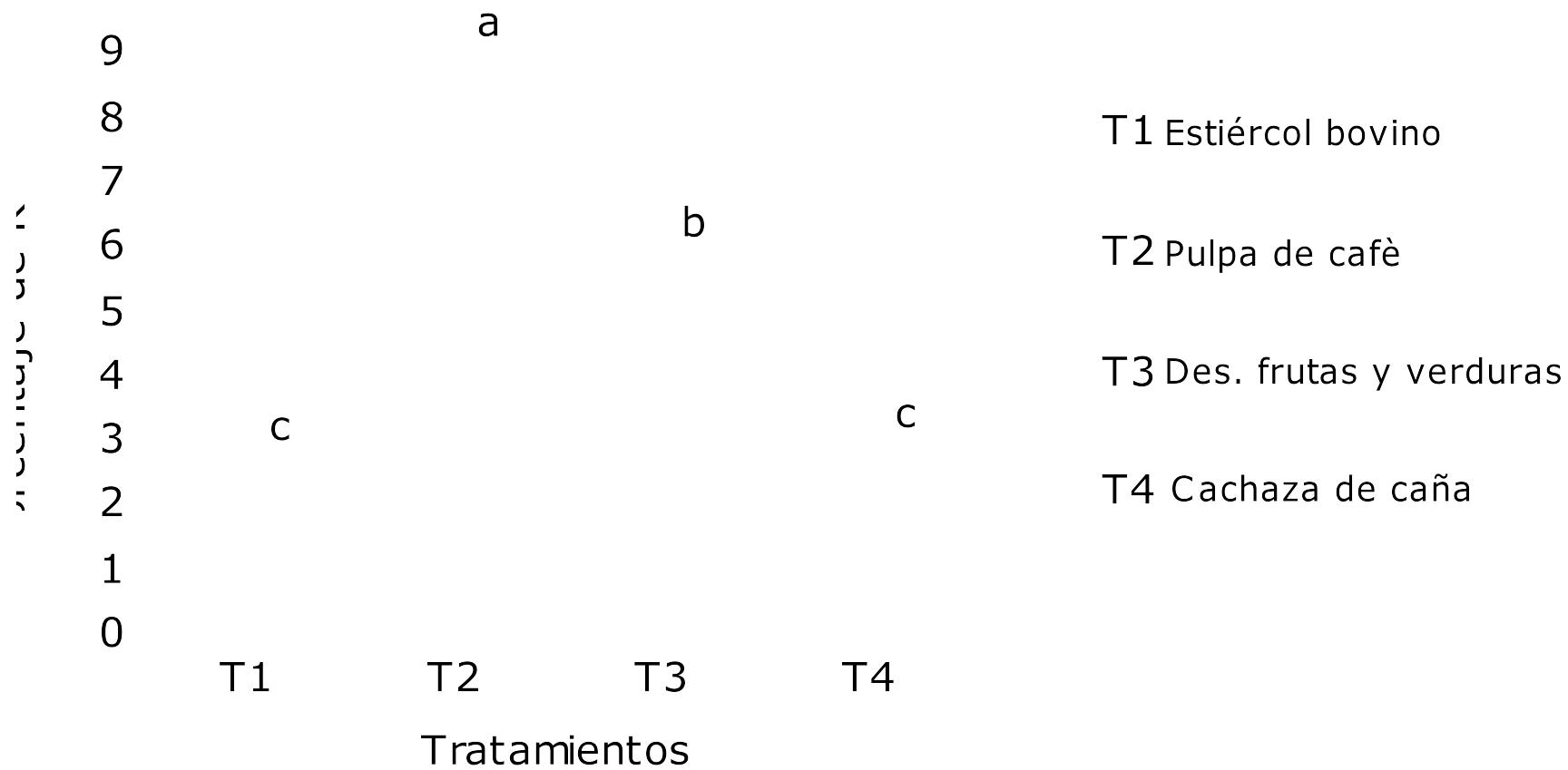


FIG. 7. Porcentaje de Potasio por tratamientos.

realizó un análisis químico a los desperdicios (T3) y les resultó de 2.60% de potasio; con relación a la Cachaza de caña (T4) Orantes Marinero (1998) (34) citando al MAG (1996) realizaron un análisis químico a la cachaza el cual resultó de 1.10% de potasio y Viarural (2006) (42) menciona que el porcentaje de potasio del estiércol bovino es de 1.0%.

Emison (2005) (17) menciona que el interior del intestino de la lombriz se dan procesos de fraccionamiento, desdoblamiento, síntesis y enriquecimiento enzimático y microbiano; esto tiene como consecuencia un significativo aumento en el contenido de potasio resultando un producto de buena calidad.

Cuadro 8. Porcentaje de Potasio por bloques.

Bloques	Promedio en %
BI	4.6475
BII	4.9025
BIII	4.4350
BIV	4.4775
Media	4.4906
Total	17.9625

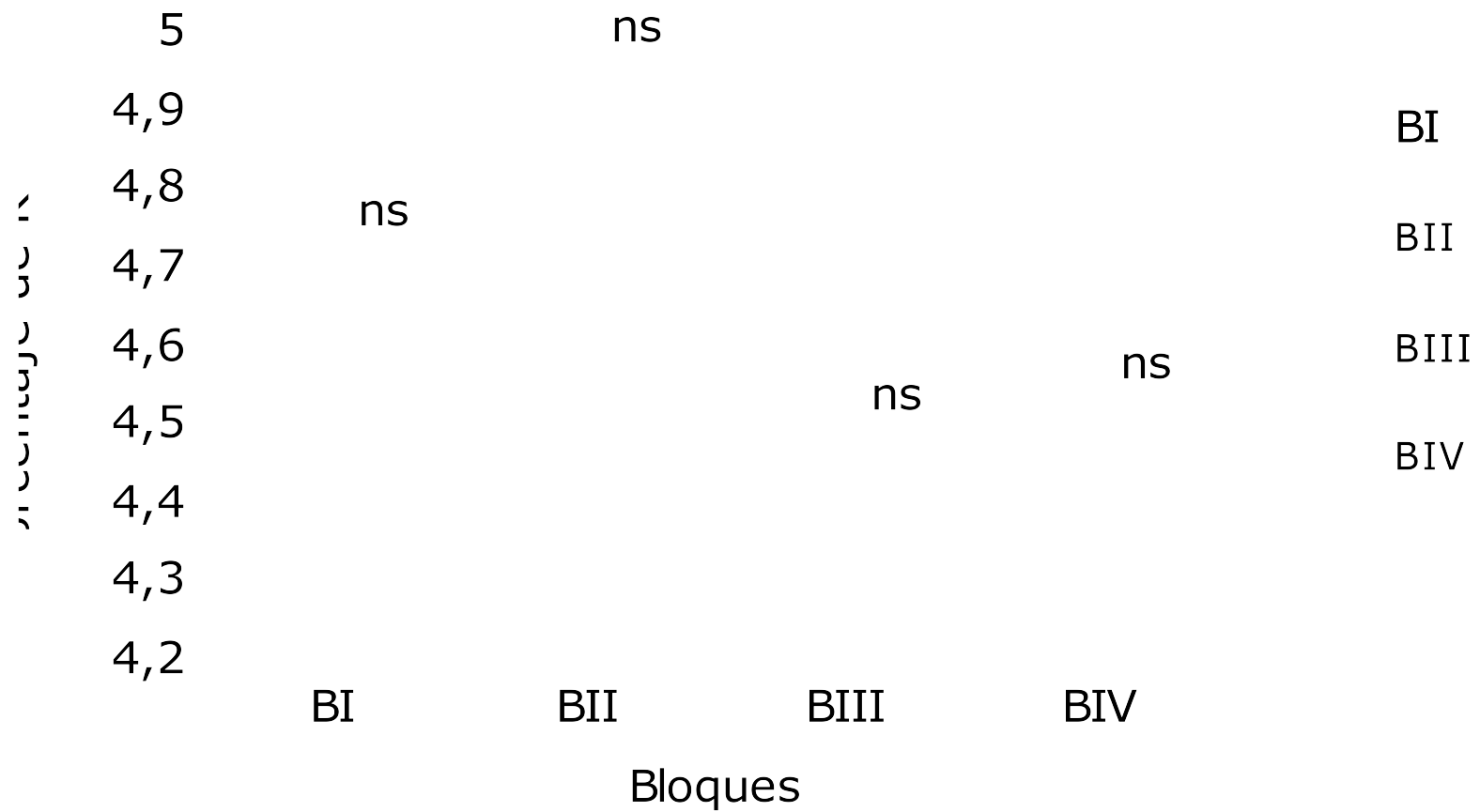


FIG. 8. Porcentaje de Potasio por bloques.

4.5. Análisis económico por cada uno de los Tratamientos.

La mayoría de los sustratos utilizados para la alimentación de lombrices, por ser desperdicios de producción, fueron adquiridos sin incurrir en costos económicos, a excepción de la cachaza de caña que fue comprada a un costo de \$ 0.92/Ton; por lo que el costo recargado fue el de transporte de los mismos.

Al hacer el análisis económico de todos los tratamientos en estudio, el que resultó con menor costo fue el T1 (\$ 330.87) seguido de T4 (\$ 331.79), T2 (\$ 336.87) y T3 (\$ 347.37) (Cuadro 9); esto demuestra que el costo del tratamiento depende del sustrato alimenticio al cual se le asignó el costo de transporte; cabe mencionar que la mayor parte de estos costos son fijos ya que son utilizados más de un ciclo de producción.

Con relación al beneficio bruto por tratamiento se observa con mayor beneficio el T4 (\$ 2,027.57) seguido de los tratamientos T1 (\$ 1,705.63), T2 (\$ 1,496.23) y T3 (\$ 802.25) (Cuadro 7); los datos anteriores coinciden en orden con la relación beneficio-costo siendo el mejor T4 (\$ 6.11) seguido de T1 (\$ 5.15), T2 (\$ 4.44) y T3 (\$ 2.30) (Fig. 9). Estos resultados, en el caso de T4 se debieron a la cantidad de lombrices producidas y en el T1 a la cantidad de abono orgánico que se obtuvo.

Cuadro 9. Análisis Económico por cada uno de los Tratamientos en Estudio.

Costos	T1	T2	T3	T4
Madera	\$ 46.32	\$ 46.32	\$ 46.32	\$ 46.32
Plástico	\$ 5.00	\$ 5.00	\$ 5.00	\$ 5.00
Clavos 2½ pulg.	\$ 1.55	\$ 1.55	\$ 1.55	\$ 1.55
Mano de obra (cajas)	\$ 18.75	\$ 18.75	\$ 18.75	\$ 18.75
Compra de lombrices	\$ 7.50	\$ 7.50	\$ 7.50	\$ 7.50
Sustratos alimenticios	\$ 6.00	\$ 12.00	\$ 22.50	\$ 6.92
Análisis bromatológicos de lombriabono	\$ 28.00	\$ 28.00	\$ 28.00	\$ 28.00
Mano de obra de cuidado	\$ 90.00	\$ 90.00	\$ 90.00	\$ 90.00
Visita del asesor	\$ 22.50	\$ 22.50	\$ 22.50	\$ 22.50
Alquiler de Ph-chimetro	\$ 25.00	\$ 25.00	\$ 25.00	\$ 25.00
Termómetro	\$ 2.50	\$ 2.50	\$ 2.50	\$ 2.50
Infraestructura	\$ 20.25	\$ 20.25	\$ 20.25	\$ 20.25
Alquiler del terreno	\$ 7.50	\$ 7.50	\$ 7.50	\$ 7.50
Lamina	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00
Costo Total	\$ 330.87	\$ 336.87	\$ 347.37	\$ 331.79
Ventas				
QQ de lombriabono	5.65	3.31	0.96	3.43
Precio/qq	\$ 10.00	\$ 10.00	\$ 10.00	\$ 10.00
Ingreso	\$ 56.50	\$ 33.10	\$ 9.60	\$ 34.30
Lbs de lombrices	132	120	76	155
Precio/lb.	\$ 15.00	\$ 15.00	\$ 15.00	\$ 15.00
Ingresos	\$ 1,980	\$ 1,800	\$ 1,140	\$ 2,325
Ingreso total	\$2,036.50	\$1,833.10	\$1,149.60	\$2,359.30
Beneficio Bruto	\$1,705.63	\$1,496.23	\$ 802.23	\$2,027.51
B/C	\$ 5.15	\$ 4.44	\$ 2.30	\$ 6.11



FIG. 9. Relación Beneficio Costo de cada uno de los Tratamientos.

Cuadro 10. Costos para iniciar una explotación de lombrices.

Costos	Cantidad	Precio unitario	T1	T2	T3	T4	Total
Madera	131 vrs	\$ 1.37	\$ 44.86	\$ 44.86	\$ 44.86	\$ 44.86	\$ 179.44
Plástico	32 yds	\$ 1.00	\$ 8.00	\$ 8.00	\$ 8.00	\$ 8.00	\$ 32.00
Clavos 2½ pulg.	4 lbs	\$ 0.63	\$ 0.63	\$ 0.63	\$ 0.63	\$ 0.63	\$ 2.52
Mano de obra (cajas)	16 cajas	\$ 10.00	\$ 40.00	\$ 40.00	\$ 40.00	\$ 40.00	\$ 160.00
Compra de lombrices	160 lbs	\$ 0.20	\$ 8.00	\$ 8.00	\$ 8.00	\$ 8.00	\$ 16.00
Prep. De sustratos <u>1/</u>			\$ 24.00	\$ 105.00	\$ 48.00	\$ 4.92	\$ 181.92
Mano de obra cuidado <u>2/</u>			\$ 18.00	\$ 18.00	\$ 18.00	\$ 18.00	\$ 72.00
Compra de papel Ph <u>3/</u>	2 cajas	\$ 10.00	\$ 5.00	\$ 5.00	\$ 5.00	\$ 5.00	\$ 10.00
Termómetro	1	\$ 10.00	\$ 2.50	\$ 2.50	\$ 2.50	\$ 2.50	\$ 20.00
Construcción de galera <u>4/</u>			\$ 64.00	\$ 64.00	\$ 64.00	\$ 64.00	\$ 256.00
Alquiler del terreno			\$ 7.50	\$ 7.50	\$ 7.50	\$ 7.50	\$ 30.00
Depreciación de galera			\$ 13.04	\$ 13.04	\$ 13.04	\$ 13.04	\$ 52.16
Depreciación de cajones			\$ 8.97	\$ 8.97	\$ 8.97	\$ 8.97	\$ 35.88
Costo total			\$ 244.50	\$ 325.50	\$ 268.50	\$ 225.42	
Ventas							
QQ de lombriabono			5.65	3.31	0.96	3.43	
Precio / qq			\$ 10.00	\$ 10.00	\$ 10.00	\$ 10.00	
Ingreso			\$ 56.5	\$ 33.10	\$ 9.60	\$ 34.30	
Lbs de lombrices			132	120	76	155	
Precio / lb.			\$ 10.00	\$ 10.00	\$ 10.00	\$ 10.00	
Ingreso			\$ 1320.00	\$ 1200.00	\$ 760.00	\$ 1550.00	
Ingreso total			\$ 1376.5	\$ 1233.10	\$ 769.60	\$ 1584.30	
Beneficio Bruto			\$ 1132.00	\$ 907.60	\$ 501.10	\$ 1358.88	
B / C			\$ 4.62	\$ 2.78	\$ 1.86	\$ 6.02	

1/ T1: una recolección al mes necesitando dos personas a \$ 4.00 cada uno (3 meses).

T2: dos personas para recolección de la pulpa (20 sacos) y volteos diarios a \$ 1.00 cada volteo más \$ 5.00 de recolección (1 mes).

T3: cuatro recolecciones mensuales a \$ 4.00 cada recolección y preparación (3 meses).

T4: cuatro volteos al mes a \$ 1.00 cada volteo mas la compra \$ 0.92 / ton.

2/ Se incluye revisión de condiciones climáticas (T° , H y Ph), control de plagas y alimentación a \$ 3.00 / día (3 meses).

3/ Se puede utilizar dos cajas para tres meses ocupando 16 banditas para cada medición una vez por semana.

4/ Incluye la compra de materiales y mano de obra

\$ 156.00 costo de lamina (24 unidades)

\$ 4.80 compra de clavos de 5' (8 lbs.)

\$ 10.00 costo de madera rolliza.

\$ 90.00 mano de obra pagando \$ 3.00 al día para tres hombres en dos semanas.

CONCLUSIONES.

- En la cantidad de lombrifecundo producido el estiércol bovino (T1) presentó el mejor peso medio debido a que las lombrices tuvieron una mayor adaptabilidad a dicho sustrato durante el ensayo, seguido por la pulpa de café (T2), cachaza de caña (T4) y Desperdicios de frutas y verduras (T3).
- El T2 que corresponde a la Pulpa de café resultó mejor en porcentaje de Nitrógeno debido al proceso digestivo de la lombriz y parte de este elemento es secretado por la epidermis de la misma.
- El tratamiento que presentó mayor porcentaje de Fósforo fue T2 (Pulpa de café) por la actividad microbiana que se lleva a cabo durante el periodo de reposo en el lecho.
- En el porcentaje de Potasio el T2 (Pulpa de café) fue mejor con respecto a los demás tratamientos, debido a que los sustratos con mayor contenido de fibra son ricos en potasio.
- El tratamiento que resultó con menor costo fue T1 (Estiércol bovino) \$ 330.87.

- De acuerdo a la relación beneficio-costo de este estudio el beneficio más alto que se obtuvo fue el T4: \$ 7.11, seguido de T1: \$ 6.95, T2: \$ 5.44 y T3: \$ 3.30.

6. RECOMENDACIONES.

- Para producción en volumen de lombrihumus se recomienda utilizar estiércol bovino (T1).
- Si el objetivo de la explotación es la reproducción, producción y explotación de las lombrices es recomendable utilizar cachaza de caña (T4).
- Utilizar lombrihumus de pulpa de café (T2) por presentar los mejores porcentajes de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.
- Según sea el interés del lombricultor y de la disponibilidad del material alimenticio donde se desea establecer el cultivo de lombrices se recomienda cualquiera de los tratamientos utilizados T1: Estiércol bovino, T2: Pulpa de café, T3: desperdicios de frutas y verduras y T4: Cachaza de caña.
- Realizar investigaciones utilizando lombrihumus de los diferentes tratamientos en estudio para el cultivo de hortalizas en diferentes dosis comparado a la vez con fertilización química.

- Utilizar la lombriz de tierra (Eisenia foetida) para la transformación de materia orgánica, alimentación de aves de corral, peces y la industria.
- Realizar investigaciones con los desperdicios de frutas y verduras mezclándolos con Estiércol bovino ó Cachaza de caña.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Actividades productivas no tradicionales 2005. Cría de lombrices rojas en cautiverio. Consultado el 20 de Julio del 2005.
Disponible en
www.portalbioceanico.com/nuevasactividades_lombricultura.htm.
2. AÑASCO, B. A. 1999. La lombriz de la tierra, Costa Rica, CEDECO, 12p.
3. ARLEDGE, J. E. sf. Mayores cosechas con la lombriz Roja coqueta. Guatemala, Ministerio de Agricultura, 24 p.
4. BOOLOOTIAN, R. A. 1998. Fundamentos de zoología. México DF. 168-178 p.
5. BRAVO V., A. 2003. Técnicas del cultivo de la lombriz roja Californiana (*Eisenia foetida*). Consultado el 8 de agosto del 2005. Disponible en: <http://español.geocities.com>
6. CAMPOS, C. A.; MELENDEZ, O. A.; & MORALES CANJURA, M. O. 1997. Uso de sustratos alimenticios en el desarrollo reproductivo y Cantidad proteica de la lombriz de tierra (*Eisenia foetida*). Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universidad de El Salvador. 24 p.
7. CASTILLO, S. 2005. Uso de la pulpa de café en la lombricultura para la producción de humus. Visión consulting S A. 3 p.
8. CASTILLO T, J. L., sf. Informe de lombricultura. Consultado el 4 de Octubre del 2005. Disponible en
www.monografias.com/trabajos15/lombricultura/lombricultura.5html

9. CASTILLO, H. sf. Lombricultura. S.n.t. Tomado en su mayoría de: Mayores cosechas empleando la lombriz coqueta roja (DIGESA). Guatemala y las lombrices (REDTA). Colombia. 93 -106 p.
10. CIDA. Centro de información y documentación agropecuaria. S.f. Explotación comercial de lombrices de tierra. Habana Cuba. 72 p.
11. CARRERA SILVA, M.; 1999. Una nueva visión de lombricultura. Consultado el 10 de agosto del 2005. Disponible en www.ipesorg/águila/publicaciones/lombricultura.htm.
12. CHINERY, M. 1998. Los animales pequeños. Bilbao, España. Publicaciones Fher. 12- 14 p.
13. Curso intensivo de lombricultura. 1995. Facultad de agronomía. Universidad de Buenos Aires, Argentina.
14. DICOVSKIY, L.; 1997, investigación participativa en lombricultura con pequeños productores para reciclar pulpa de café y alimentar gallinas de patio. ADESO, EAGE. Estela, Nicaragua. Luisdi@ibm.com.ni
15. DUEÑAS GARZON, L. F.; sf. Lombricultura. Consultado el 4 de Octubre del 2005. Disponible en: www.geocities.com/sanfdo/index.htm
16. EMISON, 2005. Vermicompostaje industrial. Consultado el 10 de agosto del 2005. Disponible en: www.emison.com/5131.htm.

17. EMISON. Medi ambient.s.l. 2005. Lombricultura, consultado el 20 de Julio de 2005. Disponible en:
personal.iddeo.es/plantas/lombricultura.
18. FERRUZZI, C. 1987. Manual de lombricultura; ediciones mundi-prensa; Madrid España; 95 p.
19. FOGAR, M, N & col. 2005. Respuesta de lombriz roja (Eisenia foetida) frente a diferentes alimentos; Cátedra de Microbiología Agrícola-Facultad de Ciencias Agrarias- UNNE. Argentina Consultado el 10 de Agosto de 2005. Disponible en:
web.unne.edu.ar/cyt/agrarias/a-058.pdf-resultadoSuplementario.
20. FUENTE YAGUE, J. L. 1987. La crianza de lombriz roja. Madrid, España. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. 28 p.
21. GEOCITIES, 2000. Producción de lombricompuesto, consultada 18 de Marzo del 2007, disponible en:
<http://www.geocities.com/lombriculktura2000/marcoteorico.htm>.
22. GIRALDO, M. J. E. 1990; Cría de la lombriz de tierra. Bogota Colombia. Instituto mayor campesino. 12 p.
23. GOMEZ, P. J., 2007. Servicio de información agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador; Bioabono de la cachaza; Proyecto SICA, disponible en:
<http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/ingrizzo/agricultura/principal.htm>.
24. HABANA. Departamento de coordinación y accesoria de proyecto. 1996. La Lombricultura; para practica de producir alimento para animal y abono orgánico para suelo y cultivo. Cuba. 6 p.

25. HERNANDEZ, D. 2006. Lombricultura contra contaminación ambiental, Universidad Nacional, Costa Rica, 3 p.
26. INFOAGRO; 2005; la lombricultura consultado de 20 de julio 2005. Disponible en: www.infoagro.com/abonos/lombricultura.asp
27. LARDE, G.; 1995; Guía para la producción de vermiabono; Fundación Salvadoreña para la investigación de café PROCAFE; Santa Tecla, San Salvador, El Salvador.
28. LEGALL MELENDEZ, J. R.; DISCOVSKIY RIOBOO, L. E. & VALENZUELA CASTELLON, Z. I. 1995. Manual básico de Lombricultura para condiciones tropicales. Escuela de agricultura y ganadería de Estelí "Francisco Luís Espinoza". Nicaragua. luisdi@ibw.com.ni
29. Libro Almanaque "Escuela para Todos". 2005. Editorial escuela para todos, Centro América 140-143 p.
30. Manual de Caficultura Orgánica, 2000, Centro Cooperativo Sueco, USAID, CRECER, UCRAPROBEX, El Salvador.
31. Lombriabono y Sustratos mejorados. Consultado el 20 de Julio 2005. Disponible en: www.elsitoagricola.com/cursos/lombriculturas7distanciamlm/lombricultu
32. NASSON, A. 1968. Biología trad. Juan Luís Cifuentes. México. Limusa. 416-420 p.
33. ODUBER Q., D. 1995 Simposio centroamericano sobre agricultura orgánica. Acuerdo bilateral de desarrollo sostenible; San José Costa Rica

34. ORANTES M, E. A. 1998. Evaluación de tres sustratos en la reproducción de la lombriz de tierra (Eisenia foetida) y la producción de vermiabono. Tesis ing. Agr. San Vicente. Universidad de El Salvador. 5 p.
35. PERLA, S. E.; BERG, U. M. & DIANA, W. 2001. Biología quinta Edición. México DF. 620-622, 733-737 p.
36. PUTZULU, G. & COMPAGNONI, L. 1990. Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus. Ed. De vecchi. España. 15-16 p.
37. RIVERA, A. 2002; Lombrices a la venta. La Prensa Grafica. San Salvador (ES) Junio: martes 18. 60 p.
38. SUAREZ, G. s.f.; Siembra Lombrices y cosecha abonos. Consultado el 08 de Agosto 2005. disponible en:
www.eraecologica.org/revista_00/siembra_lombrices.htm.
39. TAIARIOL, D.; s.f.; Lombrices rojas californiana. Consultado el 20 de Julio 2005. Disponible en: dtaiariol78@hotmail.com
40. TINEO, A. L. 1994. Crianza y manejo de lombrices de tierra con Fines agrícolas. Turrialba. Costa rica. CATIE. 30-32 p.
41. VERDEJO VEGA, R. C. 2005; Lombricultura intensiva. Consultado el 10 de Agosto 2005 disponible en:
www.ofertasagrícolas.clartículos/print.php?id.

42. VIARURAL, 2007. ORGANICOS T y C, consultado 15 de Marzo del 2007, disponible en:
http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/insumosagropecuarios/agricola/cultivosintensivos/organicos_tyc/default.htm.
43. VILLE, S. *et all.* 1992. Biología segunda edición. Interamericana. México DF. 1404 p.
44. VILLE, C. A. 1988. Biología, trad. Roberto Espinoza, séptima edición. México DF. McGraw-Hill. 258-262 p.
45. VILLEE, C. A.; WALKER, W. F. jr. & BARNES. 1987. Zoología. Sexta Edición. México DF. 631-636 p.
46. ZEGARRA, J. R. 2006. Perspectivas del aprovechamiento del Bagazo de caña de azúcar. México DF. CEPLACEA, boletín No 5. 10-15 p.

8. ANEXOS

Cuadro A-1. Cantidad de lombriabono (lb.) en cada tratamiento.

	BI	BII	BIII	BIV	X	Σx	
T1	148	139	128	151	141.5	566	
T2	115	122	121	118	119.0	476	
T3	31	39	42	37	37.25	149	
T4	80	89	90	94	88.25	353	
X	93.5	97.25	95.25	100	96.5		
Σx	374	389	381	400		1544	
						Σx² trat.	693742
						Σx² bloq.	596358

Cuadro A-2. Análisis de varianza para la cantidad de lombriabono (lb.) en cada tratamiento.

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
TRATAMIENTO	3	24439.5000	8146.5000	171.7061**	3.86	6.99
BLOQUES	3	93.5000	31.1667	0.6569ns		
ERROR EXP.	9	427.0000	47.4444			
TOTAL	15	24960.0000				

** = Diferencia altamente significativa (P<0.01).

ns = Diferencia estadística no significativa.

Cuadro A-3. Prueba de Duncan por la cantidad de lombriabono en los Tratamientos.

PRUEBA DE DUNCAN

ETD

5%	1%
(2.262)	(3.250)
11.0172	15.8293

ARREGLO DE MEDIAS			
T1	T2	T4	T3
141.5000	119.0000	88.2500	37.2500

ARREGLO DE MEDIAS POR ORDEN DE MAGNITUD

		5%	1	1.04	1.07
		1%	1	1.06	1.08
		DMS 5%	11.0172	11.4579	12.2599
		DMS 1%	15.8293	16.7790	18.1214
		T1	T2	T4	T3
		141.5000	119.0000	88.2500	37.2500
T1	141.5000		22.5000**	53.2500**	104.2500**
T2	119.0000			30.7500**	81.7500**
T4	88.2500				51.0000**
T3	37.2500				

** = Diferencia estadística significativa ($p < 0.01$).

Cuadro A- 4. Prueba de Duncan por la cantidad de lombriabono en los Bloques.

PRUEBA DE DUNCAN

ETD	
5%	
(2.262)	1% (3.250)
1.0172	15.8293

ARREGLO DE MEDIAS			
BIV	BII	BIII	BI

100.0000	97.2500	95.2500	93.5000
----------	---------	---------	---------

ARREGLO DE MEDIAS POR ORDEN DE MAGNITUD

		5%	1	1.04	1.07
		1%	1	1.06	1.08
		DMS 5%	11.0172	11.4579	12.2599
		DMS 1%	15.8293	16.7790	18.1214
		BIV	BII	BIII	BI
		100.0000	97.2500	95.2500	93.5000
BIV	100.0000		2.7500ns	4.7500ns	6.5000ns
BII	97.2500			2.0000ns	3.7500ns
BIII	95.2500				1.7500ns
BI	93.5000				

ns = Diferencia estadística no significativa.

Cuadro A- 5. Porcentaje de Nitrógeno por cada uno de los tratamientos.

	BI	BII	BIII	BIV	X	Σx
T1	1.9065	2.0308	1.8983	2.2104	2.0115	8.0460
T2	4.5300	2.5100	2.6600	2.4800	3.0450	12.1800
T3	1.6400	1.4300	1.7300	1.1300	1.4825	5.9300
T4	1.5690	1.7926	2.6249	1.4272	1.8534	7.4137
X	2.4113	1.9408	2.2283	1.8119	2.0981	
Σx	9.6455	7.7634	8.9132	7.2476		33.5697
					Σx² trat.	303.2183
					Σx² bloq.	285.2788

Cuadro A-6. Análisis de varianza por el porcentaje de Nitrógeno.

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
TRATAMIENTO	3	5.3718	1.7906	5.0200 *	3.86	6.99
BLOQUES	3	0.8869	0.2956	0.8288 ns		
ERROR EXP.	9	3.2103	0.3567			
TOTAL	15	9.4690				

* = Diferencia mínima significativa ($p < 0.05$).

ns = Diferencia estadística no significativa.

Cuadro A-7. Prueba de Duncan por tratamientos en el porcentaje de Nitrógeno.

PRUEBA DE DUNCAN

ETD	
5%	1%
(2.262)	(3.250)
0.9553	1.3725

ARREGLO DE MEDIAS			
T2	T1	T4	T3
3.0450	2.0115	1.8534	1.4825

ARREGLO DE MEDIAS POR ORDEN DE MAGNITUD

	5%	1	1.04	1.07
	1%	1	1.06	1.08
	DMS 5%	0.9553	0.9935	1.0630
	DMS 1%	1.3725	1.4549	1.5713
	T2	T1	T4	T3
	3.0450	2.0115	1.8534	1.4825
T2	3.0450		1.0335*	1.1916*
T1	2.0115			0.1581ns
T4	1.8534			0.3709ns

T3	1.4825				
-----------	--------	--	--	--	--

* = Diferencia altamente significativa ($p < 0.05$).

ns = Diferencia estadística no significativa.

Cuadro A-8. Prueba de Duncan por bloques en el porcentaje de Nitrógeno.

PRUEBA DE DUNCAN

ETD	
5%	1%
(2.262)	(3.250)
0.9553	1.3725

ARREGLO DE MEDIAS			
BI	BIII	BII	BIV
2.4114	2.2283	1.9409	1.8119

ARREGLO DE MEDIAS POR ORDEN DE MAGNITUD

	5%	1	1.04	1.07
	1%	1	1.06	1.08
	DMS 5%	0.9553	0.9935	1.0630
	DMS 1%	1.3725	1.4549	1.5713
	BI	BIII	BII	BIV
	2.4114	2.2283	1.9409	1.8119
BI	2.4114		0.1831ns	0.4705ns
BIII	2.2283			0.2875ns
BII	1.9409			
BIV	1.8119			0.1290ns

ns = Diferencia estadística no significativa.

Cuadro A-9. Porcentaje de Fósforo por cada uno de los tratamientos.

	BI	BII	BIII	BIV	X	Σx
T1	0.2449	0.2271	0.2467	0.2353	0.2385	0.9540
T2	0.2840	0.2844	0.3128	0.2790	0.2900	1.1602
T3	0.2447	0.2634	0.2335	0.2492	0.2477	0.9908
T4	0.2545	0.2214	0.2911	0.2447	0.2529	1.0117
X	0.2570	0.2490	0.2710	0.2520	0.2572	
Σx	1.0281	0.9963	1.0841	1.0082		4.1167
					Σx² trat.	4.2614
					Σx² bloq.	4.2413

Cuadro A-10. Análisis de varianza para el porcentaje de Fósforo.

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
TRATAMIENTO	3	0.0061	0.0020	6.5823*	3.86	6.99
BLOQUES	3	0.0011	0.0004	1.2146ns		
ERROR EXP.	9	0.0028	0.0003			
TOTAL	15	0.0101				

* = Diferencia mínima significativa ($p < 0.05$).

ns = Diferencia estadística no significativa.

Cuadro A-11. Prueba de Duncan por tratamientos en el porcentaje de Fósforo.

PRUEBA DE DUNCAN

ETD	
5%	1% (3.250)

(2.262)	
0.0282	0.0406

ARREGLO DE MEDIAS			
T2	T4	T3	T1
0.2901	0.2529	0.2477	0.2385

ARREGLO DE MEDIAS POR ORDEN DE MAGNITUD

		5%	1	1.04	1.07
		1%	1	1.06	1.08
		DMS 5%	0.0282	0.0294	0.0314
		DMS 1%	0.0406	0.0430	0.0464
		T2	T4	T3	T1
		0.2901	0.2529	0.2477	0.2385
T2	0.2901		0.0371*	0.0424*	0.0516**
T4	0.2529			0.0052ns	0.0144ns
T3	0.2477				0.0092ns
T1	0.2385				

* = Diferencia mínima significativa ($p < 0.05$).

** = Diferencia altamente significativa ($p < 0.01$).

ns = Diferencia estadística no significativa

Cuadro A-12. Prueba de Duncan por bloques en el porcentaje de Fósforo.

PRUEBA DE DUNCAN

ETD	
5%	1%
(2.262)	(3.250)
0.0282	0.0406

ARREGLO DE MEDIAS			
BIII	BI	BIV	BII
0.2710	0.2570	0.2521	0.2491

ARREGLO DE MEDIAS POR ORDEN DE MAGNITUD

		5%	1	1.04	1.07
		1%	1	1.06	1.08
		DMS 5%	0.0282	0.0294	0.0314
		DMS 1%	0.0406	0.0430	0.0464
		BIII	BI	BIV	BII
		0.2710	0.2570	0.2521	0.2491
BIII	0.2710		0.0140ns	0.0190ns	0.0219ns
BI	0.2570			0.0050ns	0.0079ns
BIV	0.2521				0.0030ns
BII	0.2491				

ns = Diferencia estadística no significativa.

Cuadro A-13. Porcentaje de Potasio por cada uno de los tratamientos.

	BI	BII	BIII	BIV	X	Σx
T1	1.9500	2.1100	2.0600	1.8300	1.9875	7.9500
T2	9.1400	8.0500	8.0300	8.5100	8.4325	33.7300
T3	5.3400	5.1000	5.2600	5.5000	5.3000	21.2000
T4	2.1600	2.3500	2.3900	2.0700	2.2425	8.9700
X	4.6475	4.4025	4.4350	4.4775	4.4906	
Σx	18.5900	17.6100	17.7400	17.9100		71.8500
					Σx² trat.	1730.8163
					Σx² bloq.	1291.1759

Cuadro A-14. Análisis de varianza para el porcentaje de Potasio.

F de V	g.l.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					5%	1%
TRATAMIENTO	3	110.0527	36.6842	378.6840**	3.86	6.99
BLOQUES	3	0.1426	0.0475	0.4906ns		
ERROR EXP.	9	0.8719	0.0969			
TOTAL	15	111.0671				

** = Diferencia altamente significativa ($p < 0.01$).

ns = Diferencia estadística no significativa.

Cuadro A-15. Prueba de Duncan por tratamientos en el porcentaje de Potasio.

PRUEBA DE DUNCAN

ETD	
5%	1%
(2.262)	(3.250)
0.4978	0.7153

ARREGLO DE MEDIAS			
T2	T3	T4	T1
8.4325	5.3000	2.2425	1.9875

ARREGLO DE MEDIAS POR ORDEN DE MAGNITUD

	5%	1	1.04	1.07
	1%	1	1.06	1.08
	DMS 5%	0.4978	0.5177	0.5540
	DMS 1%	0.7153	0.7582	0.8188
	T2	T3	T4	T1
	8.4325	5.3000	2.2425	1.9875
T2	8.4325		3.1325**	6.1900**
T3	5.3000			3.0575**
T4	2.2425			
				0.2550ns

T1	1.9875				
-----------	--------	--	--	--	--

** = Diferencia altamente significativa ($p < 0.01$).
 ns = Diferencia estadística no significativa.

Cuadro A-16. Prueba de Duncan por bloques en el porcentaje de Potasio.

PRUEBA DE DUNCAN

ETD	
5%	1%
(2.262)	(3.250)
0.4978	0.7153

ARREGLO DE MEDIAS			
BI	BIV	BIII	BII
4.6475	4.4775	4.4350	4.4025

ARREGLO DE MEDIAS POR ORDEN DE MAGNITUD

		5%	1	1.04	1.07
		1%	1	1.06	1.08
		DMS 5%	0.4978	0.5177	0.5540
		DMS 1%	0.7153	0.7582	0.8188
		BI	BIV	BIII	BII
		4.6475	4.4775	4.4350	4.4025
BI	4.6475		0.1700nns	0.2125ns	0.2450ns
BIV	4.4775			0.0425ns	0.0750ns
BIII	4.4350				0.0325ns
BII	4.4025				

ns = Diferencia estadística no significativa.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA
Ciudad Universitaria, Tel. 225-6903; 225-1500 Ext. 4619
Apartados Postales 773 y 747
San Salvador, El Salvador, C.A.

Ciudad Universitaria, 14 de febrero de 2007

Bachilleres

Walter Efraín Martínez Reyes

Rosa Carmelina Moreira Martínez

Marta Angélica González

Presentes

Por este medio reporto los resultados de diferentes muestras de análisis realizados a Abono Orgánico; número de ingreso al laboratorio del 63 al 70 de fecha 20 de agosto del corriente año. Y números de ingreso a los laboratorios del 256 al 263 de abono orgánico (Estiércol de bovino y cachaza)

Nº.	Características	Potasio (%)
63	T2 a Bloque III pulpa de café	8.03
64	T2 b Bloque IV pulpa de café	8.51
65	T2 c Bloque I pulpa de café	9.14
66	T2 d Bloque II pulpa de café	8.05
67	T3 a Bloque II desperdicio de frutas y verduras	5.10
68	T3 b Bloque IV desperdicio de frutas y verduras	5.50
69	T3 c Bloque I desperdicio de frutas y verduras	5.34
70	T3 d Bloque III desperdicio de frutas y verduras	5.26
256	T1 a Bloque I Estiércol bovino	1.95
257	T1 b Bloque I Estiércol bovino	2.11
258	T1 c Bloque III Estiércol bovino	2.06
259	T1 d Bloque IV Estiércol bovino	1.83
260	T4 a Bloque I Cachaza	2.16
261	T4 b Bloque II Cachaza	2.39
262	T4 c Bloque II Cachaza	2.35
263	T4 d Bloque III Cachaza	2.07

Sin más por el momento, me suscribo de Ustedes,

Atentamente,

“HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA”

Dra. FRANCISCA CAÑAS DE MORENO
JEFE DEL DEPARTAMENTO

*ddea.

c.c.: Archivo.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA

Ciudad Universitaria, 14 de noviembre de 2006

Bachilleres

Walter Efraín Martínez Reyes

Rosa Carmelina Moreira Martínez

Marta Angélica González

Presentes

Por este medio reporto los resultados de diferentes muestras de análisis realizados a Abono Orgánico; número de ingreso al laboratorio del 63 al 70 de fecha 20 de agosto del corriente año. Y números de ingreso a los laboratorios del 256 al 263 de abono orgánico (Estiércol de bovino y cachaza)

Nº.	Características	Fósforo (%)	Nitrógeno (%)
63	T2 a Bloque III pulpa de café	0.3128	2.66
64	T2 b Bloque IV pulpa de café	0.2790	2.48
65	T2 c Bloque I pulpa de café	0.2840	4.53
66	T2 d Bloque II pulpa de café	0.2844	2.51
67	T3 a Bloque II desperdicio de frutas y verduras	0.2634	1.43
68	T3 b Bloque IV desperdicio de frutas y verduras	0.2492	1.13
69	T3 c Bloque I desperdicio de frutas y verduras	0.2447	1.64
70	T3 d Bloque III desperdicio de frutas y verduras	0.2335	1.73
256	T1 a Bloque I Estiércol bovino	0.2449	1.9065
257	T1 b Bloque I Estiércol bovino	0.2271	2.0308
258	T1 c Bloque III Estiércol bovino	0.2467	1.8983
259	T1 d Bloque IV Estiércol bovino	0.2353	2.2104
260	T4 a Bloque I Cachaza	0.2545	1.5690
261	T4 b Bloque II Cachaza	0.2911	2.6249
262	T4 c Bloque II Cachaza	0.2214	1.7926
263	T4 d Bloque III Cachaza	0.2447	1.4272

Sin más por el momento, me suscribo de Ustedes,

Atentamente,

“HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA”



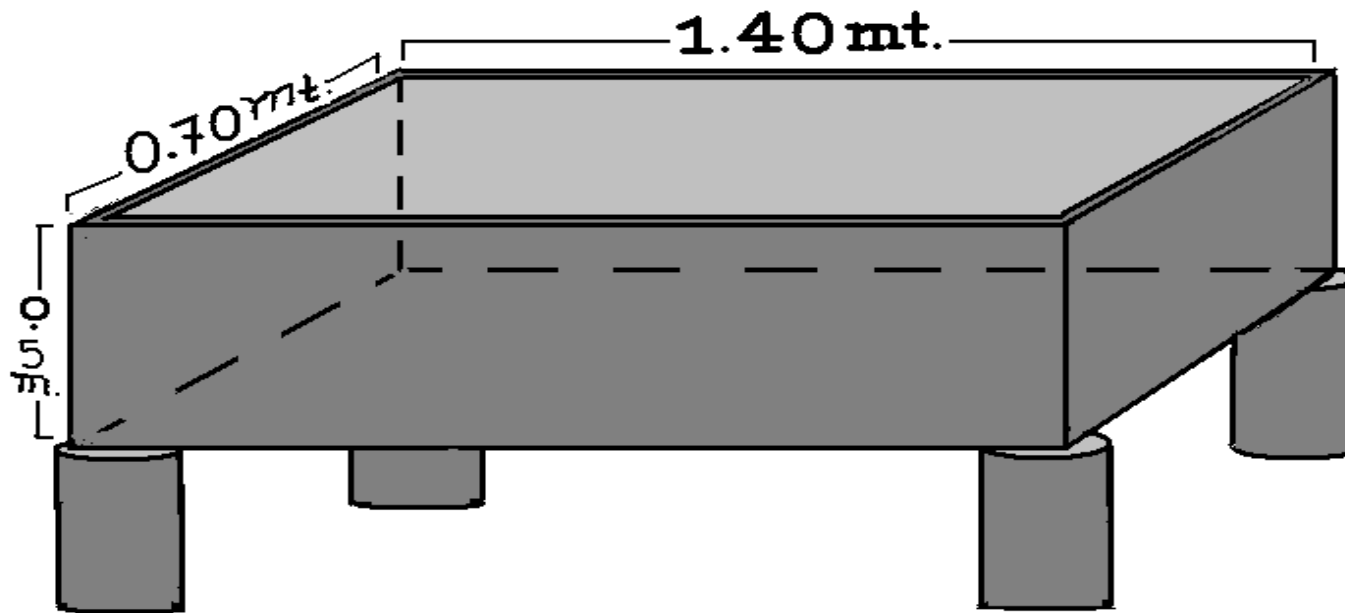
Dra. FRANCISCA CANAS DE MORENO
JEFE DEL DEPARTAMENTO



*ddea.

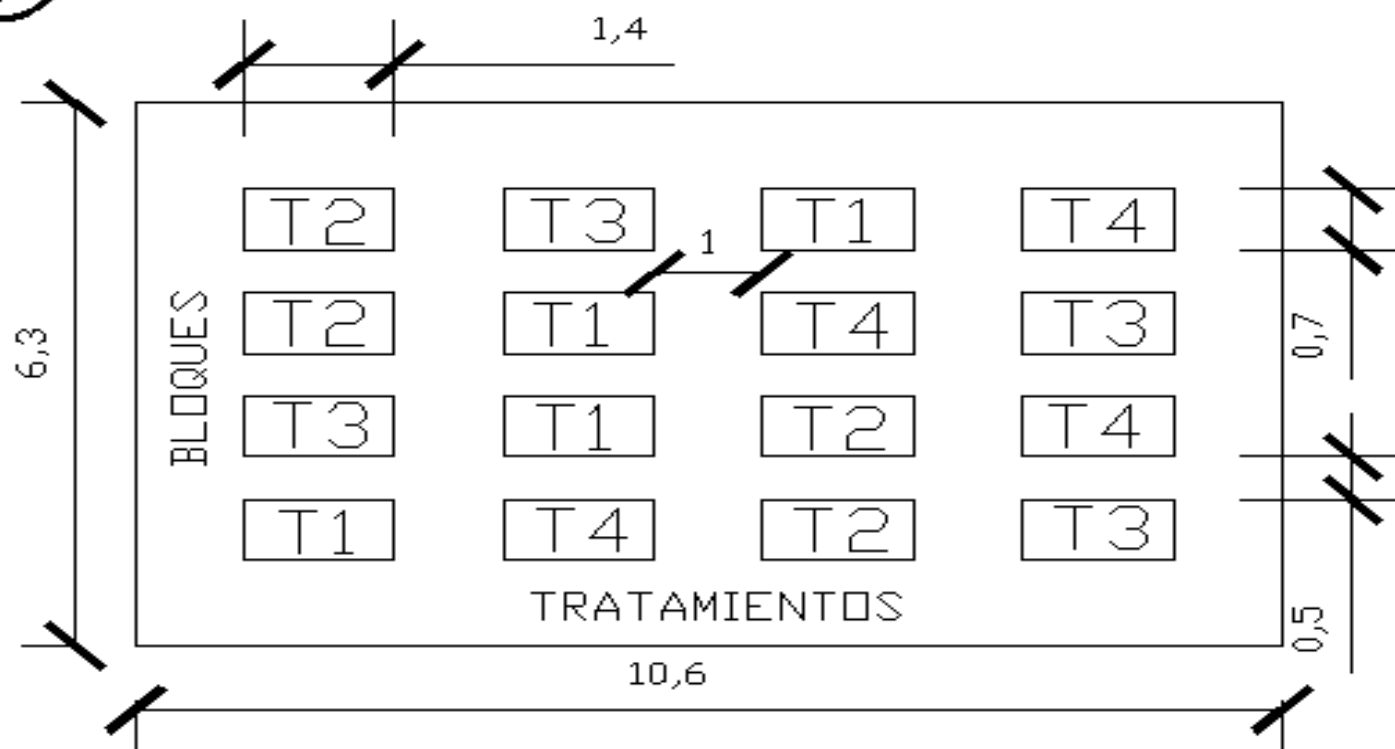
c.c.: Archivo.

A-19. DISEÑO DE LOS CONTENEDORES



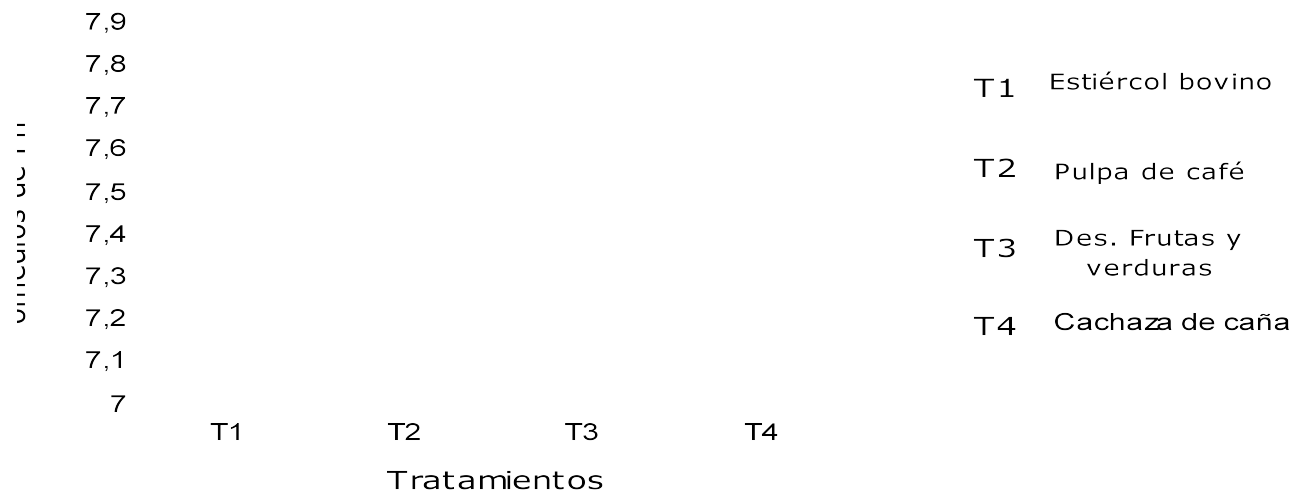


DISTRIBUCION DE LOS CONTENEDORES



A - 21. MEDICIONES DE PH.

Tratamientos	Datos de Ph.								Promedio
T1 (Estiércol)	7.12	7.08	7.33	7.24	7.41	7.02	7.20	7.09	7.32
	7.30	7.18	7.65	7.49	7.96	7.20	7.64		
T2 (Pulpa)	7.75	7.52	7.94	7.29	8.02	7.53	7.93	7.71	7.84
	7.90	8.03	7.47	8.07	8.43	8.38	7.89	7.37	
T3 (Desperdicios)	7.08	6.45	7.09	8.04	7.81	7.80	7.81	7.45	7.51
	7.41	8.07	7.21	7.41	7.45	7.48	7.77	7.67	
T4 (Cachaza)	7.38	7.01	7.42	7.01	7.01	7.24	7.38	7.26	7.28
	7.22	7.29	7.64	7.23	7.23	7.51	7.43		



A - 22. MEDICIONES DE TEMPERATURA.

Tratamientos	Datos de Temperatura								Promedio
T1 (Estiércol)	28.00	30.00	32.00	30.25	31.00	30.00	30.25	30.25	31.35
	36.25	35.25	34.25	30.75	32.00	30.00	31.50	30.00	
T2 (Pulpa)	32.00	30.00	30.00	29.00	29.00	29.50	30.00	30.00	29.43
	29.75	30.00	27.75	29.50	28.00	28.75	28.00	29.75	
T3 (Desperdicios)	34.00	30.00	28.00	31.50	30.75	29.25	29.00	29.25	30.00
	30.00	30.00	32.50	31.50	30.00	26.75	28.75	28.75	
T4 (Cachaza)	34.00	32.00	32.00	19.50	30.00	29.00	30.00	29.75	30.42
	34.50	32.50	33.00	31.50	31.00	29.50	30.00	28.50	

