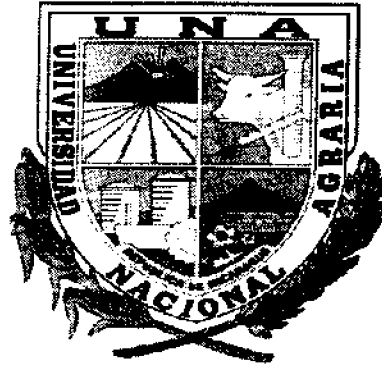


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE DESARROLLO RURAL**



TRABAJO DE DIPLOMA

**ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA CACHAZA DE CAÑA Y ESTIERCOL
BOVINO COMO SUSTRATO DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA PARA
PRODUCCION DE HUMUS**

AUTORES:

**Br. Ricardo Somarriba Reyes
Br. Guillermo Guzmán González**

TUTOR:

Ing. Fidel Guzmán Guillén

ASESOR:

Ing. Francisco Zamora

Managua, Nicaragua Enero del 2004

INDICE GENERAL

Contenido	Página
INDICE DE TABLAS	iii
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCION	1
II. HIPÓTESIS	3
III. OBJETIVOS	3
IV. REVISION DE LITERATURA	4
4.1. Características de los elementos a evaluar	4
4.1.1. Nitrógeno (N)	4
4.1.2. Fósforo (P)	5
4.1.3. Potasio (K)	6
4.1.4. pH	7
4.1.5. Humedad	8
4.1.6. Materia Orgánica	8
4.2. Clasificación de los contenidos de N, P, K, MO, y pH en los suelos de Nicaragua	8
4.3. Generalidades y características de la lombriz Roja Californiana	9
4.3.1. Taxonomía	9
4.3.2. Caracterización de la lombriz roja californiana	9
4.4. Generalidades y clasificación del humus	12
V. MATERIALES Y METODOS	17
5.1. Descripción del lugar del experimento	17
5.1.2. Descripción del diseño experimental	17
5.2. Variables evaluadas	18
5.3. Manejo del ensayo y metodología	18
5.4. Etapa de preparación de los materiales a utilizar en la investigación	18
5.4.1. Etapa de campo y seguimiento de la investigación	20
5.4.2. Análisis de los resultados del laboratorio	22
5.5. Descripción del manejo de la lombriz roja californiana	22
5.6. Análisis económico de la producción de humus en 30 m ²	22
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	23
6.1. Estudio de la Cachaza de azúcar y estiércol bovino como sustratos en la lombriz roja californiana y su efecto sobre los componentes químicos del humus de lombriz	23
6.1.1. Nitrógeno (N)	23
6.1.2. Fósforo (P)	24
6.1.3. Potasio(K)	25
6.1.4. Materia Orgánica (MO)	27
6.1.5. Cenizas	28

Contenido	Página	
6.1.6	pH	29
6.2	Análisis económico de la producción de humus en 30 m ²	31
6.2.1.	Niveles de producción humus, lombriz en 30 m ² durante un período de 120 días	32
6.2.1.1	Producción de Lombrices	32
6.2.1.2	Producción de humus	33
6.2.1.3	Costo del humus producido	34
VII	CONCLUSIONES	35
VIII.	RECOMENDACIONES	36
IX.	LITERATURA CITADA	37
X.	ANEXOS	40
Anexo 1.	Plano de los Tratamientos y observaciones en estudio	40
Anexo 2.	Análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias	42
Anexo 3.	Pruebas de laboratorio a los tratamientos de sustrato estiércol Bovino, Cachaza de caña de azúcar con estiércol y Cachaza de caña en estado natural	49
Anexo 4.	Pruebas del laboratorio al humus de lombriz, producido con sustrato de estiércol bovino (tratamiento1), con sus tres repeticiones.	50
Anexo 5.	Pruebas del laboratorio al humus de lombriz, producido con Cachaza de caña y estiércol bovino (tratamiento2), con sus tres repeticiones	52
Anexo 6.	Pruebas del laboratorio al humus de lombriz, producido con Cachaza de caña de azúcar (tratamiento3), con sus tres repeticiones	53
Anexo 7.	Presentación del N en %, P en ppm, K en meq/100 g de suelo, Materia Orgánica en %, y valor del pH. Su clasificación en los Suelos de Nicaragua	55
Anexo 8.	Fotos	56

INDICE DE TABLAS

Tabla N°		Página
1.	Descripción de los tratamientos utilizados para la producción de humus por medio de la lombriz roja californiana. Finca “La Concepción de María”, Los Brasiles, Mateare	18
2.	Efecto de la cachaza de azúcar y estiércol bovino sobre el contenido de nitrógeno en la producción de humus de lombriz. Finca “La Concepción de María”, Los Brasiles, Mateare	24
3.	Efecto de la cachaza de azúcar y estiércol bovino sobre el contenido de fósforo en la producción de humus de lombriz. Finca “La Concepción de María”, Los Brasiles, Mateare	25
4.	Efecto de la cachaza de azúcar y estiércol bovino sobre el contenido de Potasio en la producción de humus de lombriz. Finca “La Concepción de María”, Los Brasiles, Mateare	26
5.	Efecto de la cachaza de azúcar y estiércol bovino sobre el contenido de Materia Orgánica en la producción de humus de lombriz. Finca “La Concepción de María”, Los Brasiles, Mateare	27
6.	Efecto de la cachaza de azúcar y estiércol bovino sobre el contenido de cenizas en la producción de humus de lombriz. Finca “La Concepción de María”, Los Brasiles, Mateare	28
7.	Efecto de la cachaza de azúcar y estiércol bovino sobre el nivel del pH en la producción de humus de lombriz. Finca “La Concepción de María”, Los Brasiles, Mateare	30
8.	Costos de establecimiento y producción de Humus por períodos de 120 días (un año) en canteros 1 x 30 m. Finca “La Concepción de María”, Los Brasiles, Mateare	32
9.	Beneficios de producción de Humus y lombriz Roja Californiana por períodos de 120 días, en un área de 30 m ² . Finca “La Concepción de María”, Los Brasiles, Mateare	39
10.	Datos de la variable nitrógeno	41
11.	Tabla del ANDEVA para la variable Nitrógeno	41
12.	Datos de la variable Fósforo	42

Tabla N°	Página
13. Tabla del ANDEVA para la variable Fósforo	42
14. Datos de la variable potasio	43
15. Tabla del ANDEVA para la variable Potasio	43
16. Datos de la variable Materia Orgánica en por ciento	44
17. Tabla del ANDEVA para la variable materia orgánica en por ciento	44
18. Datos de la variable Cenizas en por ciento	45
19. Resultados del ANDEVA para la variable cenizas en por ciento	46
20. Datos de la variable pH	47
21. Resultados del ANDEVA para la variable pH	48
22. Informe del análisis de la muestra del tratamiento 1 (Estiércol bovino en estado natural). Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623	49
23. Informe del análisis de la muestra del tratamiento 2 (50 por ciento Estiércol bovino en estado natural, 50 por ciento cachaza). Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623	49
24. Informe del análisis de la muestra del tratamiento 3 (Cachaza de caña de azúcar). Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623	50
25. Informe del análisis del Humus producido con estiércol bovino (tratamiento1), repetición 1. Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623	50
26. Informe del análisis del Humus producido con estiércol bovino (tratamiento1), repetición 2. Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623	51
27. Informe del análisis del Humus producido con estiércol bovino (tratamiento1), repetición 3. Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623	51

Tabla N°		Página
28.	Informe del análisis del Humus producido con cachaza de caña y estiércol bovino (tratamiento2), repetición 1. Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623	52
29.	Informe del análisis del Humus producido con cachaza de caña y estiércol bovino (tratamiento 2), repetición 2. Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623	52
30.	Informe del análisis del Humus producido con cachaza de caña y estiércol bovino (tratamiento 2), repetición 3. Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623	53
31.	Informe del análisis del Humus producido con cachaza de caña de azúcar (tratamiento 3), repetición 1. Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623	53
32.	Informe del análisis del Humus producido con cachaza de caña de azúcar (tratamiento 3), repetición 2. Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623	54
33.	Informe del análisis del Humus producido con cachaza de caña de azúcar (tratamiento 3), repetición 3. Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623	54
34.	Presentación del N en %, P en ppm, K en meq/100 g de suelo, Materia Orgánica en % y valor del pH. Su clasificación en los Suelos de Nicaragua	55

RESUMEN

Con el propósito de determinar la influencia de diferentes sustratos (100 por ciento estiércol bovino; 50 por ciento cachaza de caña de azúcar y 50 por ciento estiércol bovino y 100 por ciento de cachaza de caña) sobre la producción de humus de lombriz, el manejo de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y estimar los beneficios financieros de la producción de humus a una escala de 30 m², se desarrolló un estudio bajo condiciones controladas en la finca La Concepción de María, Los Brasiles, Mateare, estableciéndose un diseño completamente aleatorizado con tres tratamientos y tres observaciones. Los resultados estadísticos mostraron los valores más altos en por ciento de contenido en N, P y K en el humus se dio cuando se utilizó como sustrato al: estiércol bovino (2.36 por ciento de N), cachaza más estiércol (1.60 por ciento); así mismo, se obtuvo que el mayor valor de pH y materia orgánica se alcanzó con el sustrato 100 por ciento estiércol bovino y las valores más bajos en cenizas (39.66) en el humus, se obtuvo con el sustrato 100 por ciento estiércol bovino. En el manejo y cría de la lombriz roja californiana se determinó que se debe de asegurar el alimento necesario, la humedad óptima de cuna de cría, mantener el pH a 7 y controlar las temperaturas extremas que se den. Así mismo, en el análisis de costo-beneficio de la producción de humus y lombrices a una escala de 30 m², se determinó que la rentabilidad total en un año es de 7,271.09 dólares.

La investigación para esta tesis fue financiada con esfuerzo propio de los investigadores, se puede traducir y/o reproducir extractos cortos del texto sin previo permiso, a condición de que se indique la fuente de la tesis.

Para la reproducción total del texto se deberá notificar de ante mano a los autores de acuerdo a la ley establecida de Derecho de Autores de acuerdo a la Constitución de la República de Nicaragua.

Los autores

DEDICATORIA

- A Dios por todas las oportunidades que me ha ofrecido en la vida.

- A mi madre Rosario Reyes Flores, por ser una mujer emprendedora, que me impulsó para que culminara mis estudios y por todo el amor que me ha brindado.

- A mis hijas Jacqueline, Anielka, Gioconda, Herielis y Ricardo Francisco, por ser los motivos para superarme día a día.

- A mi compañera Rosa María Castillo Lanzas, por el apoyo que me ha dado durante todos estos años que hemos convivido y por darme la oportunidad de ser compañero y amigo.

- A mis amigos: Mauricio Carcache, Hugo Calderón, Francisco fajardo, Fátima Umaña, Norma Lorena, por apoyarme en los diferentes momentos de mi carrera.

- A mis hermanos: Xiomara, Javier, Alcides, María y Raquel.

Ricardo José Somarriba Reyes

DEDICATORIA

- A Dios por hacerme vivir y desarrollarme así como por las oportunidades que me ha ofrecido en la vida.

- A mi madre Martha González y Marina González, por ser mujeres comprensivas, ejemplo de dignidad, quienes me impulsaron para que culminara mis estudios y por todo el amor que me ha brindado.

- A mis hijas Tatiana y Sonia, por ser los que me motivan a vivir.

- A mi esposa Claudia María, por el apoyo incondicional y el ejemplo que me ha dado durante todos estos años que hemos convivido y por darme la oportunidad de ser esposo y amigo.

- A mis amigos: María Luisa (que Dios la tenga en su reino). Mauricio Carcache, Hugo Calderón, Francisco fajardo, Fátima Umaña, Norma Lorena, por apoyarme en los diferentes momentos de mi carrera.

- A mis hermanos: Marcos, César, María, Martha.

Guillermo Guzmán González

AGRADECIMIENTO

Nuestro más sincero agradecimiento a nuestro Tutor Ingeniero Fidel Guzmán Guillén, por sus aportes en los diferentes momentos de la investigación.

A nuestro Asesor Ingeniero Francisco Zamora, por todo su empeño en la finalización de esta investigación.

A los Docentes de la UNA: Elgin Vivas, Tania García, Bryan Mendieta, Martha Buitrago, Miguel Matus, Domingo Carballo, Luis Balmaceda, Yadira Calero, Leonardo García, por brindarnos todo su apoyo y sus conocimientos de manera alturista.

Ricardo José Somarriba Reyes
Guillermo Guzmán González

I. INTRODUCCION

El humus es el nombre con el que se designa a la capa superior del suelo cuando está influenciada por material vegetativo que pasa a ser orgánico quedando muy rica en materia descompuesta y microorganismos. Es producido por la acción enzimática microbiana sobre los restos vegetales. Sus características coloidales son de tal intensidad que superan a las de la arcilla. Es una mezcla resistente de sustancias oscuras, negruscas, amorfas y coloidales que han sido modificados a partir de tejidos vegetales por los microorganismos del suelo (Cairo & Quintero, 1987).

La fertilidad de los suelos está determinada por la presencia de materia orgánica, minerales, agua y aire. Dentro de estos componentes, la materia orgánica es la que está en menor presencia, sin embargo, es la que mejora las propiedades físico-químicas del suelo y favorece el desarrollo de los cultivos. La presencia de humus en proporciones entre 2 - 4 % es suficiente para que un suelo sea considerado fértil (Arbola, *et al*, 1990).

El proceso natural de formación de humus puede llevar muchos años, sin embargo, existe una técnica que puede producir esta sustancia de manera acelerada con ayuda de las lombrices de tierra.

Las lombrices de tierra la especie *Eisenia Foetida* (lombriz roja californiana) son grandes productoras de humus, ya que ingieren grandes cantidades de materia orgánica descompuesta y de esta ingesta, hasta un 60 por ciento se excreta en una sustancia llamada humus de lombriz, que constituyen un sustrato ideal para la proliferación de microorganismos útiles.

La crianza de lombrices o Lombricultura es una alternativa tecnológica de agricultura orgánica que ha adquirido mucho auge en los últimos años en los sistemas de explotación agropecuaria por los múltiples beneficios que produce en los mismos entre los que podemos mencionar, que contribuye a mejorar la estructura y fertilidad del suelo con la incorporación de material orgánico a base de excretas de lombrices alimentadas con sustrato orgánico, residuos o desechos agroindustriales y domésticos que al no ser procesados acarrear problemas de polución y contaminación (Buxade, 1994).

La intensificación de los sistemas de explotación Agropecuaria en Nicaragua, no se han ejecutado de forma armónica con el medio ambiente de tal manera que muchos residuos agroindustriales (cachaza de caña, estiércol bovino, pulpa de café etc.) no se han manejado de forma eficiente, lo que ha ocasionado el deterioro del recurso suelo y la contaminación del recurso agua, creando una situación contradictoria al principio de desarrollo sostenible y un equilibrio con la naturaleza (MAG,2001).

En Nicaragua se han realizado pocos estudios que determinen la eficiencia técnica y económica de la crianza de lombrices así como la calidad de los productos de la descomposición (humus) en dependencia del sustrato utilizado para su alimentación, por lo que se hace necesario la realización de trabajos que nos permita medir los beneficios de acuerdo al contexto en que se encuentre la crianza. Dentro de este contexto, la lombricultura aporta una interesante iniciativa destinada a regenerar y abonar las tierras en forma natural y económica. Es decir, restablecer en los cimientos mismos de la vida del hombre un proceso que desde tiempos inmemorables era tarea de la lombriz, airear y abonar nuestra tierra.

II. HIPOTESIS

- Existen diferencias en la calidad de humus producido por lombriz *Eisenia Foétida*, alimentadas con sustratos estiércol bovino y cachaza de caña. Esto se debe fundamentalmente a que la cachaza de caña por sus altos contenidos de azúcares, después de procesarse y pasar a formar parte de desecho adquiere niveles de fermentación y logrando elevados valores de temperaturas con respecto al tiempo.
- El humus de lombriz es el resultado de la excreta de lombriz alimentada con materia orgánica, estiércol bovino y cachaza de caña, después de su manejo y análisis se demostrará si es apto para ser empleado a la agricultura

III. OBJETIVOS

2.1. General

- Analizar la influencia de los sustratos Cachaza de Caña de Azúcar, y estiércol Bovino en la producción de humus producido por la lombriz Roja Californiana (*Eisenia Foetida*).

2.2. Específicos

- Determinar la influencia de los sustratos cachaza de caña y estiércol bovino sobre la calidad de Humus producido.
- Describir las condiciones ideales de manejo de la lombriz Roja Californiana, para la producción de Humus en condiciones de cautiverio.
- Estimar los beneficios económicos de la producción de Humus a una escala de 30 m².

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS A EVALUAR

4.1.1. Nitrógeno (N)

El Nitrógeno es constituyente básico de importantes moléculas, claves para el crecimiento y el desarrollo de los vegetales, como: Proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos, clorofila, aminos y fitohormonas. El Nitrógeno juega un rol clave en la etapa de crecimiento vegetativo, floración y formación de los frutos y semillas. Durante la fase vegetativa la actividad central consiste en la formación de más tejido lo que a su vez implica síntesis de proteínas y de carbohidratos, ambos progresan gradualmente hasta el final de la etapa vegetativa. Una nutrición nitrogenada deficiente durante esta etapa, acorta la vida de las plantas, causa madurez precoz, con bajas sensibles de los rendimientos económicos (Rodríguez & Orozco, 2001)

El contenido de Nitrógeno en el suelo, es un parámetro muy variable, lo que resulta del hecho que su acumulación en el suelo depende de varios factores, tanto externos e internos como, (clima, temperatura, precipitación). El contenido de Nitrógeno varía ampliamente según el contenido de Materia Orgánica, esto está comprendido en ganancias y pérdidas y reviste importancia ya que es fundamental mantener niveles óptimos de estos elementos para la agronomía. Desde el punto de vista agronómico la mineralización, es la transformación de mayor importancia del N orgánico en el suelo. Se trata de la oxidación del N orgánico y su posterior transformación a N inorgánico (NH_4 y NO_3^-) que constituye las formas más asimilables del N por las plantas. Es importante que se entienda el proceso de mineralización, como aquel proceso a través del cual el N del suelo no asimilable pasa a formas asimilables para la planta, debe tenerse también muy presente que siendo un proceso realizado por microorganismos aeróbicos es indispensable la presencia de oxígeno; la eficiencia de la nitrificación también dependerá de factores como el pH del suelo, la temperatura y la humedad.

Dado el carácter aeróbico de las bacterias, una buena aireación del suelo es indispensable para un trabajo efectivo de los microorganismos y eficiencia de la reacción.

Debemos de tomar en cuenta también los procesos que implican pérdida de N del suelo como:

Fijación del amonio

- La volatilización
- La lixiviación del Nitrato (NO_3)
- La inmovilización del NO_3
- La desnitrificación

4.1.2. Fósforo (P)

El Fósforo (P), como el Nitrógeno y el Potasio se clasifican como un elemento nutritivo mayor. Sin embargo se encuentran en las plantas en menores cantidades que el Nitrógeno y el Potasio. Una parte considerable del P del suelo corresponde a P orgánico (20 – 80 % del total) y consiste en fosfolípidos, ácidos nucleicos y fitinas (INPOFOS, 1999).

En general, el contenido del P total del suelo está correlacionado con su grado de evolución y contenido de Materia Orgánica y su fuente original corresponde a los materiales parentales: las rocas ígneas, rocas sedimentarias, se presenta en las rocas constituyendo minerales llamados Apatitas. El fosfato absorbido tiene la mayor importancia en cuanto a la nutrición de la planta. Pues es esta fracción del fosfato del suelo la que repone o restituye en lo inmediato el fosfato removido por las raíces desde la solución del suelo, la adsorción es un proceso muy activo, ya que la planta, o mejor los cultivos pueden agotar centenas de veces el fosfato solubilizado, durante solo un año. En este sentido el fosfato absorbido representa un cierto poder del suelo frente a la adsorción. El fosfato absorbido es a cien mil veces mayor que el fosfato solubilizado.

Desde el punto de vista de la nutrición de las plantas se acostumbra a separar el P del suelo en tres fracciones principales, fosfato solubilizado, fosfato lábil y fosfato no lábil, así también se puede postular que la disponibilidad de fosfato para los cultivos tiene dos componentes, una Cuantitativa y otra cualitativa. Se conoce que el fosfato absorbido al complejo coloidal es fácilmente cambiabile a rango de pH entre 3.5 y 7, por lo tanto aprovechable para los cultivos.

Esta constatación sugiere que a rangos de acidez no extremos la absorción o fijación del fosfato puede representar un incremento del fosfato lábil del suelo y no solo un incremento de la

fracción no lábil, la cual parecería particularmente cierto para suelos típicamente tropicales, dada su reacción y mineralogía.

La influencia del fosfato en el desarrollo de las plantas está dada:

- En la estimulación del sistema radicular especialmente en suelos pobres en fosfatos.
- Favorece el amacollamiento en los cereales, estimulando la formación de las espigas y el peso de los granos, también acelera su maduración.
- Favorece el equilibrio de la composición botánica de las praderas.
- En los frutales estimula la fructificación y calidad de las frutas.

Los efectos de la deficiencia de fosfato se presentan como características comunes una coloración verde azulada, la que evoluciona hacia una coloración púrpura (antocianina) bajo condiciones de carencia aguda, la deficiencia se localiza en el nervio central en el anverso de las hojas. Por ser el P un elemento muy móvil dentro de la planta, las deficiencias se localizan en las hojas viejas (Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos, Centeno 2001).

4.1.3. Potasio (K)

El potasio es un metal alcalino que se encuentra naturalmente en la mayoría de las rocas y suelos. El potasio es absorbido por las plantas en cantidades mayores que cualquier otro elemento mineral exceptuando el nitrógeno y quizá el calcio. Es uno de los 16 elementos esenciales tanto para la vida de las plantas como la de los animales.

Debemos de tomar en cuenta la facilidad de pérdida de potasio en el suelo:

- Lixiviación, que influenciado por la textura del suelo en el que se aplican fertilizantes K, en los suelos de textura gruesa serán mayores que en los de Textura fina, además por su mayor capacidad de intercambio.
- Erosión, Cantidades considerables de K pueden perderse por efecto de erosión, el arrastre de partículas finas del suelo reduce la porción del suelo que contiene este nutriente.
- Extracción por los cultivos, La extracción por los principales cultivos suele ser de las principales pérdidas calculadas en 2 o 3 veces mas que las de P_2O_5 e igual al N. En algunos casos estas pérdidas se incrementan por efectos de grandes adiciones de fertilizantes potásicos, el que se convierte en consumo de lujo para la planta generando las pérdidas del nutriente con incrementos del costo.

El K es absorbido por las raíces bajo la forma de K^+ . Su contenido en la planta puede fluctuar ampliamente según la especie, del órgano y de la riqueza en el suelo. El K es el principal catión presente en los fluidos vegetales encontrándose bajo la forma de sales orgánicas.

El papel del K difiere de los elementos plásticos como el P y el N, pues no entra en la constitución de glúcidos, prótidos y lípidos, es un elemento de gran movilidad en la planta (como en el suelo), interviene en la regulación osmótica y está asociado a la transpiración y contribuye a mantener la turgencia. El efecto del K se visualiza mejor en años secos, por su participación en la economía hídrica de la planta, así mismo participa en la actividad fotosintética.

La influencia del K_2O se concreta en una elevación considerable de la relación de las raíces sobre las hojas, con un aumento del grosor de los órganos de reserva, así mismo favorece la emigración de los glúcidos hacia los órganos de reserva y su condensación al estado de azúcares o de almidón.

Su deficiencia está marcada en un retraso general del crecimiento, sobre los órganos de reserva: semillas, frutos, tubérculos etc. esto se manifiesta cuando el contenido es de 3 a 5 veces menores que el del nivel normal, lo que ocasiona rotura del tallo. Cuando la deficiencia se agudiza, se inicia un moteado clorótico y desarrolla necrosis en la punta y en los bordes de las hojas y en estados avanzados puede tomar el árbol o la planta un aspecto quemado.

4.1.4. pH

La acidez se expresa como unidades de pH, y está asociada a la presencia de H y de Aluminio en casos extremos, como acidez intercambiable. Este parámetro es, o debe ser, el primero en examinarse cuando se trate de evaluarse el sustrato suelo. Esta variable viene a ser como la temperatura de un enfermo, ya que proporciona los indicios sobre el estado nutricional del suelo.

El pH del suelo puede afectar de modo notable la disponibilidad y en consecuencia la absorción de micro nutrientes por las plantas. Con bajas condiciones de acidez hay elementos como Cu, Fe Mn, Zn, que aumentan gradualmente su solubilidad hasta el punto que pueden

volverse tóxicos, por ello de acuerdo con Moreno (1978). una interpretación de la clasificación del pH que menor de 4.6 es extremadamente ácido, de 6.8 a 7.2 neutro y mayor de 9.4 extremadamente alcalino, éstos valores determinaran el uso o destino al que pueda aplicarse un abono con valores de pH encontrados en ésta cita, o la incorrecta aplicación de los mismos.

Ante esta información y como importancia debe atenderse pH en los límites que no afecte la agricultura en rangos de neutro.

4.1.5. Humedad

La Humedad es factor determinante tanto el que está contenido en el suelo como el que pudiese ser aplicado en una enmienda, la ventaja fundamental con respecto a esta variable es que puede ser controlada fácilmente o se puede verificar los grados o porcentajes contenidos en ambas, éste culturalmente se puede predecir y decidir con que contenido de humedad se cuenta para las actividades agrícolas.

4.1.6. Materia Orgánica

La Materia Orgánica de los suelos está en función entre otros aspectos, del clima, la vegetación original, el tipo de suelo, la historia de manejo, drenaje, etc. Esta se expresa como porcentajes del peso total del suelo. Representa generalmente menos del 5% del peso total del suelo, sin embargo esto es muy variable. Existe una estrecha relación entre su contenido y la actividad biológica del suelo indudable sus beneficios para el suelo en todos los sentidos. A mayor contenido de Materia Orgánica mejor fertilidad tendrá el suelo.

4.2 Clasificación de los contenidos de N, P, K, MO, pH en los suelos de Nicaragua

Los suelos de Nicaragua varían en su contenido de Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Materia Orgánica y pH. Una representación de estos componentes se presentan en la Tabla 34 (ver anexos), en donde se puede apreciar la forma de expresar estos elementos y la clasificación de los mismos (García ,1988).

4.3. Generalidades y características de la lombriz Roja Californiana

4.3.1. Taxonomía

- - Reino: Animal
- - Tipo: Anélido
- - Clase: Oligoqueta
- - Familia: Lombricidae
- - Genero: *Lombricus eisenia*
- - Especies: *Eisenia Foétida*

4.3.2. Caracterización de la lombriz Roja Californiana

Las lombrices Californianas a diferencia de otras especies de lombrices conocidas pueden criarse en cualquier lugar del planeta que posea, al menos, temperaturas superiores a los 20 °C, es decir en cualquier lugar con climas tropicales, siempre que no exceda los 3,200 msnm. Estas lombrices a los 21°C alcanzan su máxima capacidad de reproducción, por lo tanto, se reproducen más en los meses cálidos. Cuando la temperatura es inferior a 17 °C, éstas lombrices no se reproducen, pero siguen produciendo abono, aunque en menor cantidad (Donahuect 1977).

Las lombrices adultas pesan aproximadamente un gramo y producen el 60% de su peso en abono al día; éstas comen una cantidad equivalente a su propio peso diariamente. Son de color rojo oscuro, respiran por medio de la piel y miden de 6 a 8 cm de largo. No soportan la luz solar, una lombriz expuesta a los rayos del sol muere en pocos minutos, viven aproximadamente 16 años y puede llegar a producir bajo ciertas condiciones hasta 1500 lombrices al año. La lombriz Californiana avanza excavando en los diferentes sustratos donde se desarrolla a medida que come, va depositando sus deyecciones los cuales equivalen al humus de lombriz. Los excrementos de la lombriz contienen 5 veces más Nitrógeno, 7 veces más Fósforo, 5 veces más Potasio y 2 veces más Calcio que el suelo donde viven y se alimentan (Donahuect 1977).

La lombriz roja californiana (*Eisenia Foétida*) pertenece al reino animal, al Género *Lombricus Eisenia* a la clase oligoqueto (cuerpo anillado), especie *Lombricus Terrestris*, *Eisenia foétida* y a la familia Lombricidae que comprende una decena de especies.

Los oligoquetos, corresponden a la micro fauna del suelo con amplia distribución en los suelos del mundo (Núñez 1985) y con más de 7000 especies identificadas (Donahuect 1977) de las cuales son muy pocas las estudiadas.

La especie con que se trabajó en esta investigación fue: Lombricus, Eisenia foétida, Roja Californiana. La lombriz *Eisenia Foétida* se alimenta de materia orgánica descompuesta en la superficie, es decir que se clasifica como una lombriz detritívora, que son aquellas que comen materia orgánica que se encuentran en la superficie, todas las materias que ingieren pasa a través de la cavidad bucal, faringe, esófago, buche, molleja y el intestino. En el primer tercio de la lombriz se da la mineralización de las sustancias ingeridas y en los dos tercios posteriores se realiza la síntesis húmica de la misma (Perdomo 1991).

La función principal de la lombriz roja es la de transformar todas las grasas, proteínas y carbohidratos de los desechos orgánicos, en minerales que enriquecen el suelo (Compagnoni 1990). El cuerpo de la lombriz Roja Californiana *Eisenia Foétida*, está constituido el 80% de agua y el 20% de materia seca, la materia seca contiene entre 60 a 65% de proteína. Estas lombrices son muy prolíferas. Se aparean cada 7 días, poniendo de uno a tres huevos (cocones) por lombriz cada diez días, refiriéndonos siempre a las lombrices adultas, siempre que se encuentren en óptimas condiciones. Estos huevos eclosionan a las dos o tres semanas de puestos y dan a luz entre 2 y 21 lombrices cada uno. Estas recién nacidas alcanzan la madurez sexual luego de 90 días. Son inmunes a las enfermedades y tienen una increíble capacidad de regeneración.

Si quisiéramos comparar especies de lombrices comunes con la roja californiana observaremos que: la lombriz común que normalmente vemos en los huertos o jardines es un animal rutinario que siempre abandona su refugio, o se encuentra en profundidades de hasta 2.3 y 2.5 mt, por ello habita en terrenos arcillosos o arenosos donde la humedad oscila entre 40 y 45% y temperaturas de hasta 10 a 12 °C.

La lombriz común es un animal silvestre que se ubica preferentemente en los lugares húmedos, no se puede producir en cautiverio, la vida promedio de estas oscila entre 4 años, y durante épocas frías sufre de aletargamiento y solo reinicia su vida en épocas más calientes, se acopla con dificultad y no es muy prolifera. Mide de 2 a 20 cm, sus carnes son blandas y flácidas

por ello es rechazada para actividades de pesca, además presenta color amarillento y es de sabor amargo.

PARTES PRINCIPALES DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA

Aparato Neuro Sensorial:

La lombriz roja carece de ojos, en su lugar existen piel de células fotosensibles, las cuales le permiten reaccionar frente a la luz, evitándola, ya que expuesta a ellas mueren en pocos minutos. En la epidermis, presentan nervios especializados en reaccionar al pH, también contienen órganos gustativos que le permiten distinguir entre diferentes tipos de alimentos, a través del aparato neuro-sensorial también por medio de este aparato se puede percibir la humedad y la temperatura.

Sistema Respiratorio:

La lombriz absorbe oxígeno y anhídrido carbónico a través de una red fina de capilares ubicados cerca de cutícula, la cutícula se debe mantener húmeda constantemente, lo cual posibilita el intercambio de gases, es decir la lombriz respira a través de la piel. La lombriz posee cinco corazones que realmente son vasos contráctiles.

El Aparato Digestivo:

El aparato digestivo de la lombriz es de forma tubular y recta, poseen tres pares de riñones, posee una abertura anterior a la boca y una posterior, el ano es la cavidad llamada celoma donde circula el líquido celómico que junto con la sangre transporta el alimento los desechos y los gases respiratorios dentro del cuerpo de la lombriz. El alimento es masticado en la molleja, de la cual pasa al intestino, en donde la grasa, proteína y carbohidratos son atacados por diferentes enzimas digestivas. Las paredes de la faringe están provistas de una gran cantidad de células glandulares oscuras que segregan un mucus que contiene la proteasa, este mucus sirve para humedecer el alimento, la lombriz posee en el esófago las glándulas llamadas calcíferas conocida como glándula de Moren, éstos son unos órganos especiales que cumplen la función de segregar carbonato de calcio, haciendo que se neutralice el pH en la materia orgánica, así como inhibe ciertos hongos y bacterias.

El tracto digestivo de la lombriz segrega algunas enzimas como pepsinas que actúan sobre las grasas amilasas, los carbohidratos, luego los alimentos digeridos son absorbidas por el torrente sanguíneo a nivel del intestino y los materiales no digeridos son excretados por el ano. Las lombrices son hermafroditas, cada individuo produce espermatozoides y óvulos (Villet 1970). El sistema reproductor consta de órganos masculinos y femeninos ubicados en la región ventral (Di Persia 1980), esta especie son incapaces de autofecundarse o sea que la reproducción es biparental o fecundación cruzada (Adell y Mensua 1989) esta se acoplan enlazándose en forma invertida. La parte anterior del cuerpo de una se junta con la parte posterior de la otra.

Sistema Excretor

La sustancia de desechos (urea, ácido úrico) es extraída de la cavidad corporal principalmente por órganos especializados llamados nefridios y arrojados al exterior a través de los poros urinarios. Si la lombriz tiene abundante agua en su medio ambiente, excreta amoníaco, y si hay poca humedad excreta abundante urea por la orina, y si están bien alimentada excreta grandes cantidades de amoníaco y cuando carece de suficiente alimento excreta urea.

4.4. GENERALIDADES Y CLASIFICACION DEL HUMUS DE LOMBRIZ

Humus

Es el resultado de la excreta de lombriz alimentada con Materia Orgánica, Estiércol Bovino, Cachaza de Caña, desechos de alimento, maleza en fin todo lo que contenga materia orgánica lo que después de su manejo y análisis que se considera listo para ser empleado a la agricultura.

El humus de lombriz es inodoro, no se pudre ni fermenta y su apariencia general es similar a la borra del café, algunas de sus características son: pH de 7, lo que le hace ser un producto confiable para ser usado con plantas delicadas; aporta y contribuye al mantenimiento y desarrollo de la microflora y micro fauna del suelo; por no apelmazar el suelo favorece la absorción radicular y la movilidad de las raíces disminuyendo la frecuencia de riego; por sus altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos, mejora las características químicas del suelo; aporta Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre, Boro, etc., y los libera gradualmente; y una carga bacteriana de 2 billones por gramos (Ferruzzi, 1994).

Fermentación

Todo sustrato destinado a la alimentación de las lombrices tales como: estiércol bovino, estiércol con cachaza y cachaza de caña, se le tiene que realizar una previa fermentación porque si se les diera con una fermentación parcial al no estar preparadas fisiológicamente estallarían el esófago de las lombrices, por inflamación de las cavidades celomáticas, además las lombrices no pueden convertir en elementos nutritivos la sustancia que ingieren si no existen microorganismos y bacterias que realicen una pre-digestión y un contenido en celulosa superior al de las proteínas (Murcia 1990).

Ventajas del uso del humus de lombriz para uso agrícola

(Perdomo 1991), sostiene que el humus de lombriz, está compuesto principalmente por Carbono, Oxígeno, Hidrógeno y Nitrógeno, encontrándose también una gran cantidad de micro nutrientes y microorganismos, las cantidades de estos elementos dependen de la calidad de los diferentes sustratos que dieron origen a la alimentación de las lombrices.

Así mismo una de las mejores e importantes ventajas radica en la economía con respecto al uso de fertilizantes y el efecto en el tiempo ya que el humus quedará haciendo su efecto en el suelo, hacemos mención que el empleo irracional de humus en ningún momento nos dará problemas, debido al origen orgánico.

Clasificación del humus de lombriz roja californiana:

La calidad del humus dependerá del manejo que se le dé a los sustratos utilizados para alimentación de lombrices, esto se va a clasificar como humus de estiércol bovino o cachaza de caña en este caso de la investigación, los cuales después de finalizada la etapa se envía al laboratorio quién es el que certifica, y de ello dependerá la clasificación del humus con los contenidos porcentuales que nos brinde y después de compararlo con cifras ya conocidas.

Características del humus de lombriz

- Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años.
- Alta carga microbiana 40 mil millones por gramo seco que restaura la actividad biológica del suelo.
- Opera en el suelo mejorando la estructura, haciéndolo más permeable al agua y al aire, aumentando la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada.
- Es un fertilizante bioorgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos.
- Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas. La química del humus de lombriz es tan equilibrada y armoniosa que nos permite colocar una semilla directamente en él sin ningún riesgo.
- Es un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque.
- Es limpio, suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción.
- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impiden que estos sean lavados por el agua de riego manteniéndolo por más tiempo en el suelo.
- Aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.
- Inhibe el desarrollo de bacterias y hongos que afectan las plantas.
- Su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser usado con plantas delicadas.
- Debido a su PH neutro y otras cualidades favorables aporta y contribuye al mantenimiento, desarrollo y diversificación de la microflora y micro fauna del suelo.

- Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta. La acción microbiana del humus de lombriz hace asimilable para las plantas minerales como el Fósforo, Calcio, Potasio, Magnesio y Oligoelementos.
- Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.
- Protege al suelo de la erosión.
- Aporta e incrementa la disponibilidad de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre, Boro y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.
- Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por comprensión natural o artificial.
- Mejora las características estructurales del terreno, desligando los arcillosos y agregando los arenosos.
- Aumenta la porosidad de los suelos aumentando la aireación.
- Su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica.
- Neutraliza eventual presencia contaminadora; herbicidas, ésteres fosfóricos debido a su capacidad de absorción.
- Facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico en el terreno.
- Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos mejora las características químicas del suelo.

Valores Fito hormonales en el humus de lombriz.

El humus de lombriz es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias que estimulan los procesos biológicos de la planta. Estos agentes reguladores del crecimiento son:

- La Auxina, que provoca el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración, la cantidad y dimensión de los frutos.
- La Giberelina, favorece el desarrollo de las flores, la germinabilidad de las semillas y aumenta la dimensión de algunos frutos.
- La Citoquinina, retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos (Lombricultura Burgos htm Pág. 23, 2003)

Enemigos naturales de la lombriz

El principal enemigo de la lombriz es el ser humano, ya que en ocasiones las elimina involuntariamente, aplicando insecticidas, abonos químicos, pesticidas, antiparasitarios.

El segundo enemigo en importancia es el platelminto conocido como planaria animal del phylum Plathelminthes del griego platys, plano + helmins, gusano, tiene cuerpos aplanados dorsoventralmente y por tanto se conoce con el nombre de gusanos planos. Son notables por la ausencia de una cavidad corporal verdadera o celoma, y se les llama acelomados. Las planarias se alimentan de larvas, insectos anélidos, crustáceos y otros animales pequeños, vivos o muertos. Las aurículas sirven para localizar el alimento; una vez localizado, la planaria inserta su faringe en la cavidad corporal de la presa y secreta endopeptidasa, desdoblando órganos y tejidos que posteriormente absorbe. La digestión se efectúa en las células que recubren el intestino de la planaria, es un gusano plano que puede medir de 5 hasta 50 mm, de color café oscuro, con rayas longitudinales de color café, debe atenderse con cautela y rapidez ante la presencia de éste en criaderos de lombrices.

La planaria se adhiere a la lombriz por medio de una sustancia cerosa que el platelmintos produce, posteriormente se introduce en la lombriz un pequeño tubo de color blanco succionando todo el interior de la lombriz hasta matarla. Esta plaga se controla realizando la cauterización lombriz por lombriz utilizando formalina al 10%.

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Descripción del lugar del experimento

a) Clima

El ensayo se realizó en la Finca “La Concepción de María”, la cual esta ubicada en la Península de Chiltepe, Comarca Los Brasiles, municipio de Mateare, de la Esso Los Brasiles, 1 Km. al norte, 500 mts al oeste, 500 mts al norte. Sus coordenadas corresponden a 12°12'37'' de latitud norte y 86°21'39'' de longitud oeste, a una altura 50 msnm; con una temperatura estimada de 31°C, vientos de 2,1 mts/seg. y precipitaciones pluviales promedio de 700 a 800 mm anuales. La zonificación ecológica según Holdrige (1963) es del tipo pre-Montaña bosque tropical.

b) Suelo

El suelo del área donde se estableció el experimento es de origen volcánico, pertenece al orden de los andisoles, se trata de suelos arcillosos y arenosos planos con buenas características físicas, moderadamente fértiles y con alta capacidad para la fijación de Fósforo debido a los considerables contenidos de alófana. La topografía se caracteriza por ser plana compuesta de pastos naturales y mejorados, vegetación de árboles dispersos.

5.1.2. Descripción del diseño experimental

El ensayo se estableció en un diseño completamente aleatorizado (DCA), unifactorial con tres tratamientos y tres observaciones. La descripción de los tratamientos se presenta en la Tabla 1.

Todo el tratamiento fue depositado en una galera de techo con piso de concreto, en un área total de 360 mts² y el área de ensayo fué de 18 mts² cada repetición tenía un área de 1 metro de ancho por 2 metros de largo, con una altura de 20 cm. Se envió dos kg al laboratorio habiéndole realizado un compostaje de 12 días, a fin de lavar las sales contenidas en este, se estableció el pie de cría de lombrices para delimitar su composición con un peso de 1 Kg. por sustrato.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos utilizados para la producción de humus por medio de la lombriz Roja Californiana. Finca “La Concepción de María”, Los Brasiles, Mateare.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCION	
	TIPO DE MATERIAL	% DE MATERIAL
1	Estiércol bovino	100
2	Estiércol + cachaza de caña	50 + 50
3	Cachaza de Caña	100

5.2. Variables evaluadas

Se realizaron análisis bromatológico a los sustratos en estado natural (Estiércol Bovino 100 por ciento, Estiércol 50 por ciento y Cachaza de Caña 50 por ciento y Cachaza de Caña 100 por ciento) y al final del ensayo se envió una muestra de 2 Kg. de humus de lombriz de los sustratos antes mencionados, para evaluar las siguientes características: pH, Humedad, Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Materia Orgánica y Cenizas. Los datos obtenidos se evaluaron estadísticamente por medio del Análisis de Varianza (ANDEVA) y separación de medias por Duncan, con una probabilidad de error del 5 por ciento.

5.3. Manejo del ensayo y metodología

El establecimiento del ensayo se realizó en tres etapas: I Etapa: preparación de los materiales a investigar, II Etapa: campo, III etapa del análisis de los resultados de laboratorio.

5.4. Etapa de preparación de los materiales a utilizar en la investigación.

a) Elección del área del ensayo

Se seleccionó un área protegida de los animales enemigos de las lombrices, así como con piso de concreto para determinar los grados de pureza al momento del manejo y las pruebas de laboratorio principalmente si el fin será la comercialización, se eligió un área con pendiente no mayor a 2 por ciento, para lograr homogeneidad en los resultados, debiendo tener cuidado de que

las áreas no podrán ser muy planas por el exceso de humedad al momento de los riegos lo que ocasionaría encharcamientos y ahogamiento de las lombrices, preferiblemente protegidos del viento excesivo lo que provoca el secado rápido de la alimentación puesta a los lechos y protegidos del sol para evitar la deshidratación de las lombrices por calor, lo que provocaría la falta de producción de humus por estar en momento de latencia.

b) Preparación del área del ensayo.

Los tres tratamientos de cada sustrato fueron divididos con postes de concreto para evitar que sustratos de un tipo se revolvieran con el de otro, así mismo las repeticiones para comparar resultados lo más homogéneos posibles, se dio distancias de 1 metro entre tratamientos y observaciones tales que permitiera el manejo tanto de riego, alimentación y control al trabajo durante la fase investigativo.

c) Obtención de los sustratos para el ensayo.

Estiércol bovino 100 por ciento: El estiércol bovino se recolectó en estado seco (de la finca donde se desarrolló la investigación), para ser compostado durante doce días con riego al 100% con manguera y volteándolo a fin de lograr total humedad, de esta forma conseguimos un primer lavado logrando arrastrar los residuos de ácido úrico contenido en la urea presente en el estiércol que forma el sustrato. A través del lavado o compostaje logramos llevar el pH del sustrato de 6-8 a 7-7 valores óptimos para alimentación de lombrices, para asegurarnos del pH colocamos lombrices en el lecho y las lombrices se profundizaron lo que nos indicó que el pH estaba aceptable.

Estiércol bovino más cachaza: La cachaza de caña, se compró en el Ingenio Montelimar, se le dió secado y se realizó la mezcla del 50 por ciento de Estiércol Bovino y 50 por ciento Cachaza de Caña, procediendo a realizar igual operación de riego al 100% que el anterior arrastrar los residuos de ácido úrico presente en el estiércol bovino y los alcoholes contenidos en la cachaza de caña logrando llevar el pH del sustrato de 6-8 a 7 - 7 que son los valores más óptimos para dar de alimento a las lombrices.

Cachaza de Caña de Azúcar: La cachaza de caña, se obtuvo en el Ingenio Montelimar ubicado a 72 Km. Oeste de la capital, dándole un secado para luego realizar la misma operación con los restantes sustratos, de esta forma se realizó el primer lavado para lograr arrastrar los residuos de alcoholes que pudiesen estar contenidos en la cachaza y así lograr el pH del sustrato.

5.4.1. Etapa de campo y seguimiento de la investigación

a)- Montaje del ensayo.

A fin de evaluar diferentes sustratos para la producción de humus de lombriz, se estableció un diseño completamente al azar con tres tratamientos (Tabla 1) y tres observaciones, para un total de nueve unidades experimentales. Ya que el (DCA) es adecuado para investigaciones donde necesitamos exactitud en la homogeneidad para la evaluación de los resultados a cada observación se le aplicó 300 libras de sustrato y 10 kg de lombrices roja californiana en estado adulto. Una vez realizada la inoculación de las lombrices, se realizaron riegos cada tres días ya que las condiciones del área nos permitió este rango, se realizó un rastrillado cada ocho días con el objetivo de oxigenar en cada las unidades experimentales. Cada unidad experimental midió 2 x 1 mts, logrando un área de 2 m² para evitar mayores errores durante el manejo por tamaño (Ver plano de campo en anexos).

Pasados los treinta días desde la inoculación se procedió a dar alimentación en los respectivos tratamientos (ver cronograma de alimentación), los alimentos fueron colocados en forma de cuna, lo que nos permitió controlar si el alimento era apropiado para las lombrices. La humedad de cada repetición se mantuvo de un 75 al 80 por ciento, esto se determinó por la cantidad de riegos que se establecieron cada tres días realizando pruebas de humedad rústica, tomando una muestra de cada repetición suficiente que nos alcanzara en la mano, percibiendo la humedad que poseían estos tratamientos. Los tratamientos y las repeticiones fueron colocados con declive en la gradiente de mayor a menor para evitar encharcamientos de agua con los riegos, el desnivel del terreno fue de un 2 por ciento.

b) Desalinización de los sustratos.

Este proceso fue determinante para la eliminación de residuos salinos y de alcohol en ambos sustratos, determinando con el tiempo la regulación del pH necesario para la introducción posterior de las lombrices, proceso que duró 12 días aplicando agua hasta en un 100% logrando escorrentía y así el arrastre de sales, alcoholes, ácidos durante los riegos iniciales.

c) Comprobación del pH de los sustratos.

Después de la desalinización se comprobó el pH de los sustratos con el cual se alimentará a las lombrices, esto lo comprobamos con cintas medidoras de pH, se puede hacer también colocando lombrices por encima de los sustratos y si apreciamos que las lombrices se profundizan es que el Sustrato, están con un pH apropiado.

d) Riego.

Este se ejecutó en dos etapas, la primera se realizó a fin de lavar el sustrato de acidez propia con abundantes cantidades de agua hasta en un 100 por ciento, esta duró aproximadamente 12 días; posterior a esta, después de aplicarse las lombrices se precede a la segunda etapa que consiste en regar manteniendo la humedad en un 80 por ciento aproximadamente el que se efectúa cada tres días y que disminuirá en dependencia del fin que tenga el trabajo ya sea producción de humus o pie de cría de lombrices.

e) Alimentación que se proporcionó a las lombrices.

Cada período en que estas han consumido la alimentación proporcionada y en dependencia del fin, asimismo depende de la cantidad de lombrices por cada área donde se produce humus, como aplicamos 10 Kg. de lombrices, por cada dos metros cuadrados el ritmo de alimentación fue 150 a 200 lb, de sustrato cada dos meses.

f) Aireación.

Se realiza con rastrillo de plástico o pala cuadrada de madera removiendo la capa superficial que se solidifica después de los riegos granulando el sustrato para evitar la intoxicación de las lombrices por falta de oxígeno ya que éstas respiran por la piel, quedando dispuestos los lechos a la penetración de los próximos riegos.

g) Extracción de las lombrices.

Al determinar que ha finalizado el proceso de trabajo de las lombrices, se procede a extraerlas de los canteros ya sea manual que conlleva mayor tiempo y más cansado, la otra forma que se empleó es con el método de la saranda colocándola con sustrato nuevo de 2 cm. de espesor y se coloca sobre los canteros extendidos, las lombrices al no tener alimentación, suben hacia arriba y pasarán por los orificios de la saranda hasta cruzarla completamente después se retira a nuevos canteros formados de antemano, también se colocó pequeños surcos de sustrato

nuevo a la par de los canteros que ya son humus y ellas se cruzaran a los nuevos canteros formados, estas prácticas las hicimos en horas nocturnas para evitar muerte de lombrices por rayos solares y además es cuando hay mayor actividad por parte de ellas.

5.4.2. Análisis de los resultados del laboratorio

Los resultados del humus los certificó Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA), en el km 83½ carretera a León, se llevó a cabo en dos tiempos la del análisis de los sustratos en estado natural para determinar los significativos cambios de éstos después del compostaje y al momento de concluir el trabajo o sea humificado el producto. (Ver resultado de Laboratorio en anexos), el laboratorio nos informará de la calidad obtenida en los elementos que necesitemos determinar para la calidad y el uso que se dará al humus.

5.5 Descripción del manejo de la lombriz roja californiana

Se realizó una revisión de literatura donde se investigó los aspectos relacionados a las: generalidades de la lombriz roja californiana y el manejo de la misma. Se revisaron manuales, libros, revistas científicas, para hacer comparaciones de datos de diferentes culturas referidas a la crianza y manejo de lombrices.

5.6 Análisis económico de la producción de humus en 30 m²

El análisis de la rentabilidad económica se basó en los cálculos de Costo-beneficio en la producción de Humus o pie de cría de lombrices establecido en un cantero de 1 por 30 metros (30 m²), aplicando sustratos ya sea de cachaza de caña o estiércol bovino en condiciones de aire libre y con una cantidades 10 Kg. de lombriz roja por cada 2m² totalizándose 150 Kg. de lombrices.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Estudio de la Cachaza de caña de azúcar y estiércol bovino como sustratos en la lombriz roja californiana y su efecto sobre los componentes químicos del humus de lombriz.

Los macro y micro nutrientes son de mayor importancia en las actividades agrícolas, en poca proporciones los elementos menores, de ellos depende la calidad y rendimientos que se deseen y éstos estarán determinados por las cantidades existentes en el suelo.

6.1.1. Nitrógeno (N)

En la Tabla 2 se presentan los resultados estadísticos obtenidos para la variable Nitrógeno. Se puede apreciar que el contenido de nitrógeno expresado en por ciento para cada uno de los tratamientos resultó ser no significativo estadísticamente entre ellos, aunque porcentual mente hubo diferencia. No obstante, en el comportamiento numérico de las medias se observa que cuando se utilizó como sustrato el estiércol bovino, el humus producido por las lombrices obtuvo el contenido más alto de Nitrógeno (2.36 por ciento), cuando se mezcló el estiércol con la cachaza el contenido de nitrógeno bajó a 2.07 por ciento, y cuando el sustrato fue solamente cachaza el por centaje de nitrógeno bajó a 2.03, por ciento.

Los resultados anteriores concuerdan con los reportados por León (1991), que considera que el humus de buena calidad debe de tener un contenido de nitrógeno entre el 1 y 3 por ciento, confirmando así nuestros resultados.

Tabla 2. Efecto de la cachaza de caña de azúcar y estiércol bovino sobre el contenido de nitrógeno en la producción de humus de lombriz. Finca “La Concepción de María”, Los Brasiles, Mateare.

TRATAMIENTOS	CONTENIDO DE NITROGENO EN %
1. Estiércol bovino	2.36 a
2. Cachaza de caña de azúcar y estiércol	2.07 a
3. Cachaza de caña de azúcar	2.03 a
ANDEVA	NS
CV (%)	8.32

6.1.2. Fósforo (P)

En la Tabla 3 se pueden apreciar los resultados estadísticos obtenidos para la variable Fósforo; el contenido de Fósforo expresado en por ciento para cada uno de los tratamientos resultó ser no significativo estadísticamente. No obstante, en el comportamiento numérico de las medias se observa que cuando se utilizó como sustrato el estiércol bovino, el humus producido por las lombrices obtuvo el contenido más bajo de Fósforo (1.27 por ciento), en cambio cuando se mezcló el estiércol con la cachaza, el contenido de Fósforo subió a 2.65 por ciento, y cuando el sustrato fue solamente cachaza, el porcentaje de Fósforo alcanzó su máximo valor.

Los resultados obtenidos en este estudio en cuanto al contenido de P superan a los obtenidos por Compagnoni (1996), en donde en un estudio similar encontró que el porcentaje del fósforo oscila entre el 1 y 2.5 por ciento, determinando su aptitud para la actividad agrícola. En nuestro estudio, éstos valores fueron superados cuando se empleó como sustrato la cachaza con estiércol (tratamiento 2) y solamente cachaza (tratamiento 3).

Tabla 3. Efecto de la cachaza de caña de azúcar y estiércol bovino sobre el contenido de fósforo en la producción de humus de lombriz. Finca “La Concepción de María”, Los Brasiles, Mateare.

TRATAMIENTOS	CONTENIDO DE FOSFORO EN %
1. Estiércol bovino	1.27 a
2. Cachaza de caña de azúcar y estiércol	2.65 a
3. Cachaza de caña de azúcar	3.42 a
ANDEVA	NS
CV (%)	1.63

6.1.3. Potasio (K)

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados en cuanto al contenido de K (Tabla 4). Sin embargo, si se observa el comportamiento numérico de las medias, se aprecia que el contenido de Potasio en el humus fue mayor (1.6. %) cuando se utilizó como sustrato a la cachaza con estiércol (tratamiento 2). Al aplicar solamente cachaza de caña como sustrato el contenido de Potasio bajó a 1.43 %, y cuando se utilizó el estiércol, el porcentaje de potasio bajó a 1.39 por ciento. El alto porcentaje de potasio encontrado en el humus de cachaza de caña de azúcar más estiércol de bovino, pudiera deberse a que la caña de azúcar requiere para su producción más potasio que cualquier otro cultivo y su extracción de este elemento muchas veces puede exceder a los 400 kg/ha.

Así mismo, Arbola *et al.*, (1990) plantea que el estiércol bovino es portador de hasta un 0.35 por ciento de Potasio y que junto con la cachaza de caña de azúcar producen un compost rico en este nutriente, lo cual confirman nuestros resultados.

Tabla 4. Efecto de la cachaza de caña de azúcar y estiércol bovino sobre el contenido de Potasio en la producción de humus de lombriz. Finca “La Concepción de María”, Los Brasiles, Mateare.

TRATAMIENTOS	CONTENIDO DE POTASIO EN %
1. Estiércol bovino	1.39 a
2. Cachaza de caña de azúcar y estiércol	1.60 a
3. Cachaza de caña de azúcar	1.43 a
ANDEVA	NS
CV (%)	9.13



6.1.4. Materia Orgánica (MO)

Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados (Tabla 5). Se observa que el mayor porcentaje de materia orgánica en el humus se dió con el tratamiento 1 (estiércol bovino) con 60.34 por ciento. Cuando se utilizó como sustrato a la cachaza con estiércol (tratamiento 2) el porcentaje de materia orgánica en el humus disminuyó 51.2 por ciento, y al aplicar solamente cachaza de caña como sustrato el contenido de materia orgánica disminuyó a 45.18 por ciento.

Las diferencias significativas encontradas entre el porcentaje de materia orgánica en el humus (como producto de los diferentes sustratos utilizados para alimentar a las lombrices) se deben, a las diferentes resistencias que ofrecieron las diferentes sustancias que los componen a cada uno de los sustratos..

Tabla 5. Efecto de la cachaza de caña de azúcar y estiércol bovino sobre el contenido de Materia Orgánica en la producción de humus de lombriz. Finca “La Concepción de María”, Los Brasiles, Mateare.

TRATAMIENTOS	MATERIA ORGANICA EN %
1. Estiércol bovino	60.34 a
2. Cachaza de caña de azúcar y estiércol	51.2 b
3. Cachaza de caña de azúcar	45.18 c
ANDEVA	*
CV (%)	1.85

6.1.5. Cenizas

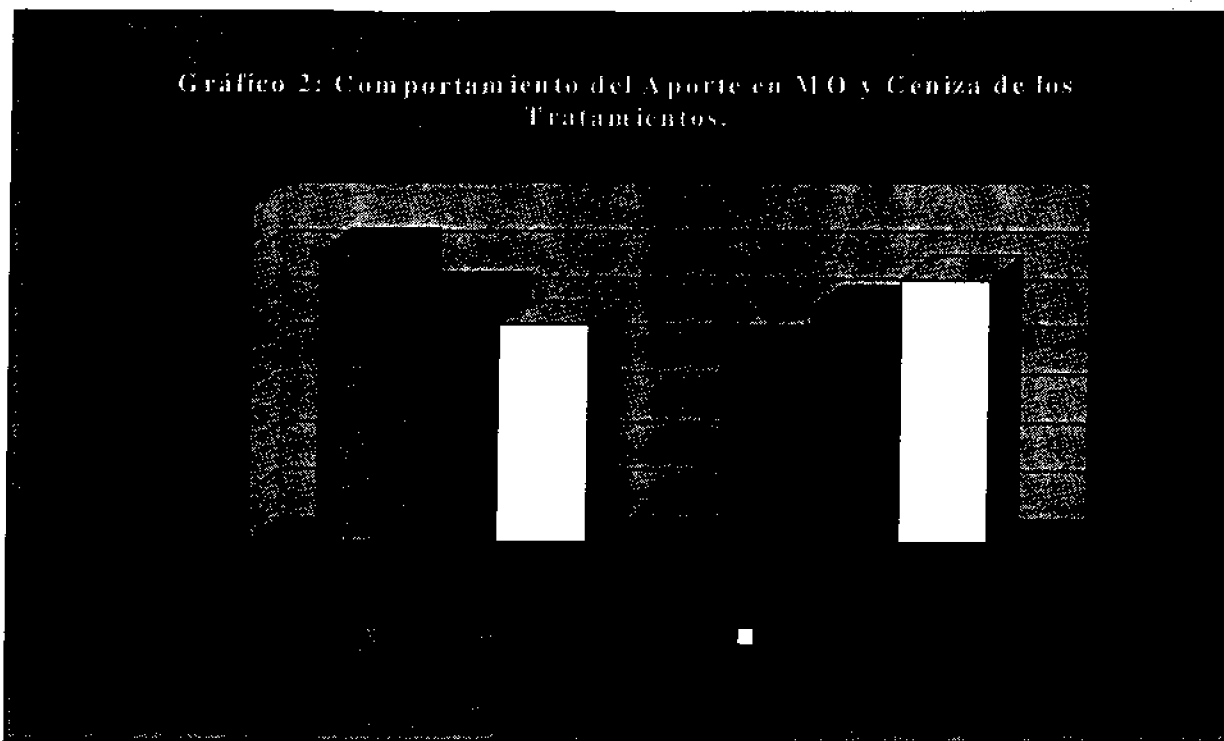
Se puede apreciar en la Tabla 6 los resultados estadísticos obtenidos para esta variable. Se observa que el contenido de Cenizas expresado en por ciento para cada uno de los tratamientos resultó ser significativo, obteniéndose los mayores porcentaje cuando se utilizó el tratamiento 3 (Cachaza de caña de azúcar) con 54.81 por ciento de cenizas y diferenciándose estadísticamente con el resto de los tratamientos. Cuando se mezcló la cachaza con el estiércol (tratamiento 2) el contenido de cenizas disminuyó a 48.77 por ciento y cuando el sustrato fue solamente estiércol bovino (tratamiento 1) el contenido de cenizas alcanzó su valor más bajo (de 39.66 por ciento).

Las diferencias significativas encontradas entre los porcentajes de ceniza encontrada en el humus, se dio ya que la caña de azúcar está más influenciada por éste elemento debido que durante su manejo es objeto de quema por ello posee grandes cantidades de ceniza contaminado con respecto al estiércol bovino.

Tabla 6. Efecto de la cachaza de caña de azúcar y estiércol bovino sobre el contenido de cenizas en la producción de humus de lombriz. Finca "La Concepción de María", Los Brasiles, Mateare.

TRATAMIENTOS	CONTENIDO DE CENIZAS EN %
1. Estiércol bovino	39.66 c
2. Cachaza de caña de azúcar y estiércol	48.77 b
3. Cachaza de caña de azúcar	54.81 a
ANDEVA	*
CV (%)	1.18

Gráfico 2: Comportamiento del Aporte en MO y Ceniza de los Tratamientos.



6.1.6. pH

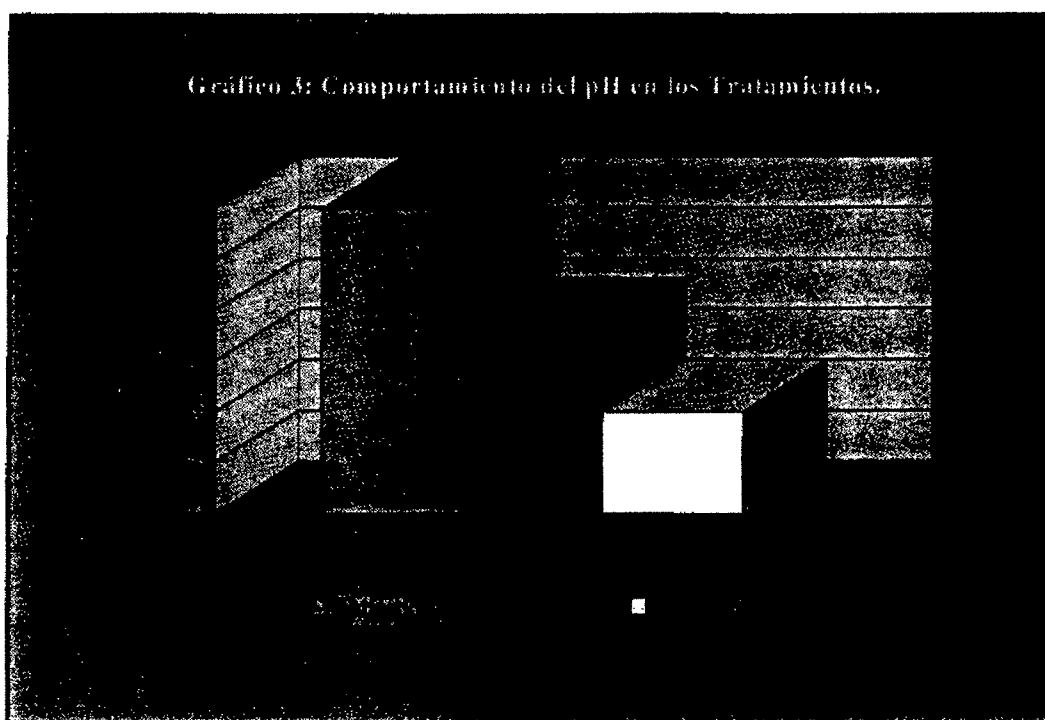
El pH del suelo puede verse afectado por la aplicación de fertilizantes químicos y enmiendas que se la hagan al mismo. La escala de pH que toleran las bacterias es de 4 y 10. El óptimo se encuentra hacia el lado alcalino, muy cerca del punto neutro. En un medio ácido la descomposición la realizan los hongos, donde son más efectivos. Sin embargo, la mayor degradación de la materia orgánica ocurre a pH neutro (Cairo, 1987).

En la Tabla 7 se presentan los resultados estadísticos obtenidos para esta variable. Se observa que el pH para cada uno de los tratamientos resultó ser significativo, obteniéndose el valor mas alto (7.30) cuando se utilizó el tratamiento 1 (estiércol bovino) y diferenciándose estadísticamente con el resto de los tratamientos. Cuando se mezcló la cachaza con el estiércol (tratamiento 2) el pH disminuyó a 7.06 y cuando el sustrato fue solamente la cachaza (tratamiento 3) éste disminuyó a 6.90.

Las diferencias significativas encontradas entre los diferentes tratamientos con relación a ésta variable, pudieran deberse a la composición química de los diferentes sustratos; no obstante, estas diferencias de pH aunque son significativas, están dentro de los parámetros que se manejan en el humus de lombriz. Así, Pérez (1992) plantea que el pH del humus de lombriz para que se de buena calidad deba de estar entre un rango de 6.80 a 7.40.

Tabla 7. Efecto de la cachaza de caña de azúcar y estiércol bovino sobre el nivel del pH en la producción de humus de lombriz. Finca “La Concepción de María”, Los Brasiles, Mateare.

TRATAMIENTOS	pH
1. Estiércol bovino	7.30 a
2. Cachaza de caña de azúcar y estiércol	7.06 b
3. Cachaza de caña de azúcar	6.90 b
ANDEVA	*
CV (%)	0.56



6.2. Análisis Económico de la producción de humus en 30 m²

El análisis financiero de la producción de Humus a pequeña escala, se basó en los cálculos de Costo, Beneficio en la producción de Humus o pié de cría de Lombrices para un área de 30 m², (un cantero de 1 x 30 m) y aplicando sustratos cachaza de caña o estiércol bovino en condiciones de aire libre y con una dosis de 10 kg de Lombriz Roja por cada 2 m² totalizando 150 kg de Lombrices en los 30 m².

Esta actividad puede desarrollarla quien tiene ganado o que tenga acceso a la compra del estiércol, así como el que resida cerca de un Ingenio o de igual manera tenga acceso a la cachaza de caña. En la Tabla 8 se presentan los costos de producción por períodos de 120 días cada uno, pudiéndose observar el mayor costo se tiene en el primer período de establecimiento (\$ 7,198.00 dólares), siendo el costo total del establecimiento de tres períodos de \$ 12,016.24 dólares.

Tabla 8. Costos del establecimiento y producción de Humus en tres periodos de 120 días (un año), en canteros de 1 x 30 m. Finca "La Concepción de María", Los Brasiles, Mateare.

Nº.	MATERIALES	UM	Costo Unitario \$	Uds.	PERÍODOS DE 4 MESES			TOTAL US \$
					I	II	III	
1	Cachaza o estiércol	Ton	2	25	50	50	50	150
2	Lombriz	kg	4,500.00	150	4,500	0	0	4,500.00
3	Agua	m ³	1.06	95.4	101.12	101.12	101.12	303.36
4	Mano de obra	Meses	64.50	4	258.00	258.00	258.00	774.00
5	Postes / cerco	Unidad	0.032	130	4.16	0	0	4.16
6	Alambre liso	m	0.016	200	3.20	0	0	3.20
7	Sacos	Unidad	0.065	500	32.30	0	0	32.30
8	Herramientas	Varias	150.00	1	150	0	0	150.00
9	Prueba de laboratorio	Unidad	100.00	1	100.00	0	0	100.00
10	Gastos administrativos	\$ USD	2,000.00	1	2,000.00	2,000.00	2,000.00	6,000.00
	Total				7,198.00	2,409.12	2,409.12	12,016.24

6.2.1 Niveles productivos de humus y lombrices en un periodo de 120 días, en 30 mt²

6.2.1.2. Producción de lombrices en un período de cuatro meses

Considerando que las Lombrices se aparean cada 7 días y el periodo tiene 120 días, entonces habrán en promedio de 15 apareaciones y si iniciamos con 150 Kg. sería:

1 Kg. de Lombriz tiene 1,000 Lombrices.

$$X = \frac{150 \text{ Kg} \times 1.000 \text{ Lombrices}}{1 \text{ Kg}}$$

$$1 \text{ Kg}$$

Tendremos 150,000 Lombrices que se aparearán.

1 Lombriz se apareará 15 veces

$$X = \frac{150,000 \text{ Lombrices} \times 15 \text{ veces}}{1 \text{ Lombriz}}$$

150,000 Lombrices X

1 Lombriz

2,250,000 Cocones en el periodo.

De cada Cocón nacen de 2 a 21 Lombrices calcularemos si nacieran 2 Lombrices.

$$2,250,000 \times 2 = 4,500,000 \text{ Lombrices de diferentes tamaños.}$$

Estas Lombrices necesitan 90 días para ser adultas sexual mente significa que en el periodo de 108 días logramos una camada lista a poder reproducirse o sea 300,000 lombrices y que su peso promedio entre 0.3 y 0.4 gramos.

Si al inicio teníamos 150,000 lombrices sumémosle 300,000 tendríamos 450,000 lombrices, si tomamos como peso de las lombrices iniciales 1 gramo, y las finales 0.4 gramos tendríamos 150,000 gramos + 120,000 gramos = 270,000 gramos, equivalente a 120 Kg. de lombrices, lo que nos permite formar 3 canteros de 30 m².

Si vendiéramos las lombrices, pensando en dejar la cantidad inicial y realizar el 75% será 90 kilogramos X \$ USD 30 equivalente a \$ 2,700.00 dólares.

6.2.1.3. Producción y costo de humus en un período de cuatro meses

Si las lombrices iniciales tienen un peso de 1 gramo entonces: Cantidad = a peso de lombriz X cantidad de humus producido X cantidad de lombrices X periodo. Existen dos períodos, el primero de 108 días con 150,000 lombrices y el segundo con 300,000 lombrices, para 12 días. Producción en el I periodo 1 X 0.6 x 150,000 X 108 = 9,720.000 gramos / 1,000 = 9,720 Kg. X 2.2 lbs = 21,384 lbs / 100 lbs = 213.84 qq. Producción en el II periodo 0.4 X 0.6 x 300,000 X 12 = 864.000 gramos / 1,000 = 864 Kg. X 2.2 lbs = 1,900.8 lbs / 100 lbs = 19.008 qq. Total humus producido, 213.84 + 19.008 = **190.08 qq.**

Costo del humus producido en el período de cuatro meses

En la Tabla 9 se presentan los beneficios de producción de Humus y lombriz en un área de 30 m², pudiéndose observar que se produjo 190.08 quintales de humus a un costo de \$ USD 6.45 equivale a **1,226.016** y 90 kg de lombrices en el primer período (cuatro meses), para una producción total de \$ 3,926.016 dólares.

Significa que si establece la relación Beneficio (Tabla 9) – Costo (Tabla 7), tendríamos un déficit de – 3,272.76 para el primer periodo, alcanzándose la rentabilidad a partir del segundo periodo con \$ 3,627,22 dólares y \$ 6,924,79 para el tercer periodo. Si se analiza la rentabilidad total de los tres periodos se puede apreciar que los costos totales son de \$ 12,016.24 (Tabla 8) y la venta bruta de la producción es de \$ 19,296.33 dólares (Tabla 9), quedando una rentabilidad de \$ 7,271.09 dólares al año.

Tabla 9. Beneficios de producción de Humus y lombriz Roja Californiana por periodos de 120 días, en un área de 30 m². Finca “La Concepción de María”, Los Brasiles, Mateare.

Nº	Producto	Unidad de medida	Períodos de 4 meses			Total Dólar
			I	II	III	
1	Humus	qq	190.08	266.1	375.50	831.68
	Precio unitario	US \$	6.45	6.45	6.45	6.45
	Producto bruto		1,226.01	1,716.34	2,421.97	5,364.33
2	Lombrices	kg	90	114	230.4	464.4
	Precio unitario	US \$	30.00	30.00	30.00	30.00
	Producto bruto		2,700.00	4,320.00	6,912.00	13,932.00
	Producto bruto total		3,926.01	6036.34	9,333.91	19,296.33

VII CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en la presente investigación se llegan a las siguientes conclusiones:

- En la producción del humus de lombriz, cuando se utilizó el tratamiento 1 (T₁) se obtuvo un producto con alto contenido de Nitrógeno (2.36 por ciento), en comparación con el resto de los tratamientos. Para el elemento Fósforo, cuando se utilizó el tratamiento 3 (T₃) para la producción de humus de lombriz, se obtuvo el valor más alto (3.42 por ciento) de su contenido, y para el elemento Potasio, cuando se aplicó el tratamiento 2 (T₂) como sustrato para la producción de humus de lombriz, se obtuvo el valor más alto (1.43 por ciento) de su contenido, en comparación con el resto de los tratamientos.
- El valor del pH obtenido en la producción del humus como resultado de la aplicación del T₁ (estiércol bovino), T₂ (cachaza de caña de azúcar y estiércol bovino) y T₃ (cachaza de caña de azúcar) varió entre 7.30, 7.06 y 6.90 respectivamente. El mayor porcentaje de Materia Orgánica (60.34) en el humus, se obtuvo con el T₁, siguiéndole el tratamiento T₂ con 51.2 por ciento y el T₃ con 45.18 por ciento.
- El mayor porcentaje de Cenizas (54.81 por ciento) en el humus se obtuvo con el T₃, siguiéndole el T₂ con 48.77 por ciento y el T₁ quien obtuvo el menor valor (39.66 por ciento)
- En el manejo y cría de la lombriz Roja Californiana a pequeña escala (30 m²) se debe de asegurar el alimento necesario (68 a 90 kg cada dos meses), la humedad óptima de la cuna de cría (80 por ciento), mantener el pH próximo a 7 y controlar la temperatura óptima a 25 °C.
- El análisis Costo-Beneficios de la producción de humus y lombrices en los tres períodos de producción (un año), determino una rentabilidad total de \$ 7,271.09 dólares por año.

VIII. RECOMENDACIONES

Como recomendaciones al establecer producción de humus de cachaza de caña o de estiércol bovino así como producción de pié de cría de lombrices debe tomarse como parámetros.

- Para toda explotación eficiente de lombricultura, se deben utilizar técnicas adecuadas producto de las investigaciones realizadas en nuestro país, que nos permitan alcanzar los parámetros productivos idóneos.
- Realizar estudios en el cual se profundice el análisis de los componentes químicos y físicos del humus de lombriz.
- Analizar el comportamiento al alimentar lombrices con otro tipo de sustratos; tales como gallinaza, estiércol de conejo, rastrojos etc, a fin de permitir ampliar la información y luego hacer comparación con los resultados.
- Se demostró una vez más que el estiércol bovino es la alternativa más idónea como sustrato de alimentación para lombrices.
- Utilizar la cachaza de Caña previamente preparada como alternativa de alimentación de lombrices en zonas donde se dificulta la disponibilidad de otros estiércoles (sustratos).
- Para una explotación rentable en producción de humus y lombrices se recomienda establecer un área de 30 mts² como mínimo en un período de un año.
- Cosechar humus de lombriz en períodos de cuatro meses ya que aquí se alcanza mejor calidad de los elementos evaluados.

IX LITERATURA CITADA

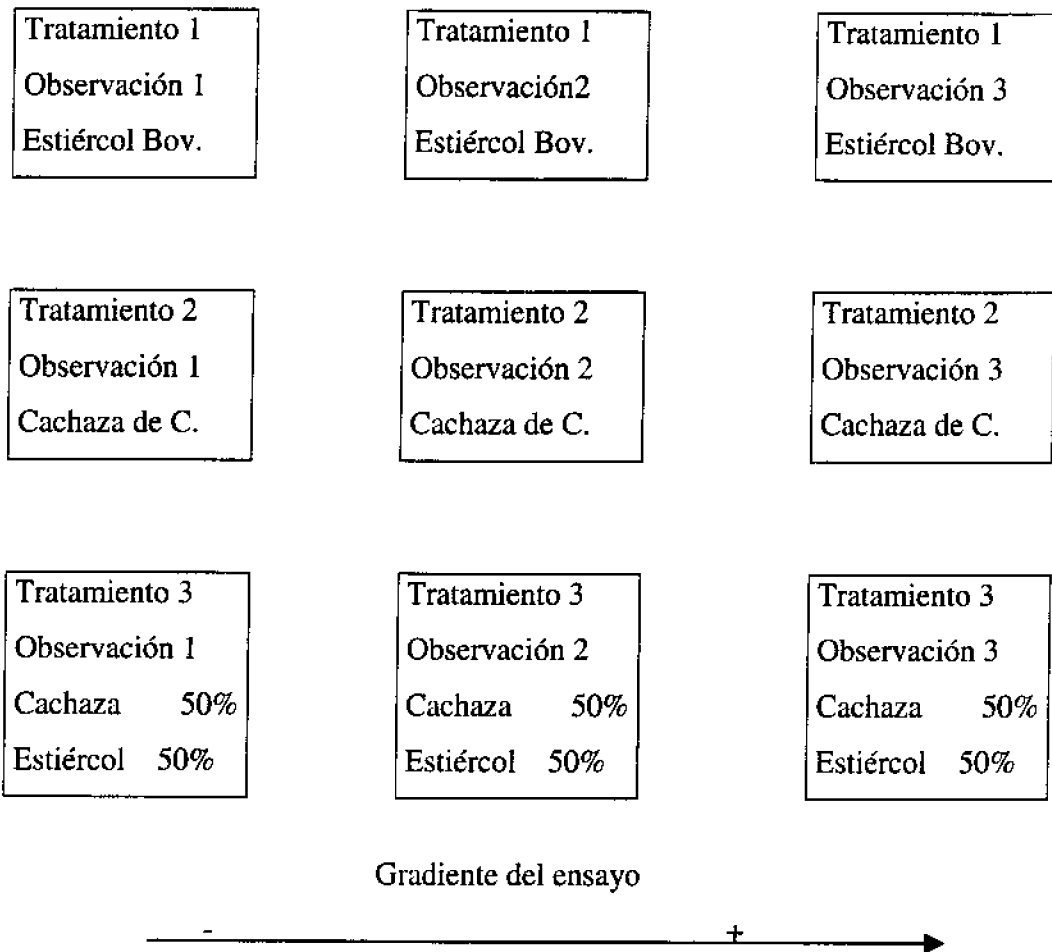
- Adel, P., & Mensua, A., 1989. El manejo de la lombriz roja californiana para la producción de humus y carne de lombriz.
- Alvarado, N., A. 2002. El mejoramiento de la fertilidad del suelo con enmiendas orgánicas. Trabajo no publicado. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. 87 p.
- Arbola, P., Fundora, H., & Machado, J., 1990. Suelo, Planta y Abonado. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 367 p.
- Burgos, G., L. 2001. La Producción de Humus con lombrices Roja Californiana. Editorial Limusa. Méjico, D. F. 180 p.
- Buxade, L., M. 1994. La lombriz de tierra. Su explotación y manejo. Manual Técnico. Editorial Limusa. Méjico, D. F. 120 p.
- Cairo, P., 1987. Suelos Agrícolas Cubanos. Editorial Ciencia y Técnica. La Habana, Cuba. 160 p.
- Cairo, P. & Quintero, G. 1987. Suelos. Editorial Pueblo y Educación. La Habana Cuba. 380 p.
- Compagnoni, L., 1996. La Cría Moderna de lombrices, el abono más económico, rentable y eficaz. Editorial De Vecchi S.A. Barcelona España. 175 p.
- Di Peisia D., H. 1980. Fauna edáfica de la provincia de Santa Fe III.
- Donahuect, L. 1977. Explotación de la lombriz Roja Californiana (*Eisenia foëtida*). Editorial De Vecchi S.A. Barcelona España. 185 p.
- Feruzzi, C. 1994. Manual de Lombricultura. Versión en Español. Editorial Mundi Prensa. Castellón 37, Madrid. 120 p.

- Fraile, J., 1989. Población de Lombrices de Tierra, Oligochaeta; Amnealidae en una pastura de cynodón plectostachus, tesis Ms Sc CATIE Costa Rica. 236 p.
- Holdridge, L., R., 1963. General Ecology of Republic de Nicaragua. USA, Operations Missions Managua, Nicaragua. 31 p.
- INPOFOS, 1999. Efectos del Fósforo en la Maduración de los cultivos. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Informaciones Agronómicas. Volumen 3, Numero 7. Querétaro, Méjico. 15 p.
- INPOFOS, 2000. La interacción del Fósforo con otros nutrientes. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Informaciones Agronómicas. Volumen 4, Numero 1. Querétaro, Méjico. 15 p.
- León, G., 1991. Influencia de La densidad de lombrices en la producción de humus y reproducción; Tesis Agrónomo. UNSCH Ayacucho, Perú. 97 p.
- Luna, A. 1987. La Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foétida*), su descripción y cultivo. Universidad Católica de Chile. 100 p.
- MAG, 2001. Guía Técnica de cultivos Oleaginosos. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua. 95 p.
- Martínez, C., 1994. Ciclo de vida de la lombriz Roja Californiana (*Eisenia foétida*). Editorial Limusa, Méjico D. F. 200 p.
- Murcia, L. R. Evaluación de niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L.), variedad Pinolero. Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. 43 p.
- Núñez, P., 1985. Evaluación de diferentes sustratos sobre el crecimiento y rendimiento de lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*). Su efecto sobre la calidad del Humus. Zamorano, Honduras. 43 p.

- Perdomo, G., 1991. Estudio de factibilidad para la producción y venta de lombriz Roja Californiana como fuente complementaria de ingresos de ceba de ganado en confinamiento. Tesis, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. 89 p
- Pérez, L., G. 1992. La lombriz de tierra, potencial y perspectivas de su producción. III Especies de animales subutilizados 16 – 52 p.
- Rodríguez, R., A., & Orozco, Y., E. 2001. Evaluación de niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L.), variedad Pinolero. Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. 43 p.
- Villet, A., 1970. La Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foétida*). Su descripción y manejo. Editorial Limusa, Méjico D. F. 150 p.

X. ANEXOS

Anexo 1. Plano de los Tratamientos y observaciones en estudio



Anexo 2. Análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias por Duncan para las variables en estudio

2.1. Nitrógeno (N)

Tabla 10. Datos de la variable nitrógeno

Tratamientos	Observaciones			Totales	Medias
	1	2	3		
1. Estiércol Bovino.	2.40	2.30	2.40	7.1	2.36
2. Cachaza y Estiércol.	2.23	1.75	2.24	6.22	2.07
3. Cachaza de Caña.	1.94	2.21	1.96	6.11	2.03
				19.43	2.15

Cálculos del ANDEVA:

$$1) FC = (Y_{..})^2 / nt = (19.43)^2 / 3 * 3 = 41.94$$

$$2) SCTotal = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^n Y^2_{ij} - FC = [(2.4)^2 + \dots + (1.96)^2] - F.C. = 0.39$$

$$3) SCTratl = \sum_{i=1}^t Y^2_{i.} / n - FC = [(7.1)^2 + \dots + (6.11)^2 / 3] - F.C. = 0.2$$

$$4) SCError = SCTotal - SCTrt = 0.39 - 0.2 = 0.19$$

Tabla 11. Tabla del ANDEVA para la variable Nitrógeno

F. de V.	S. de C.	G. de L.	C. M	F _{cat}	F _{5%}	F _{1%}	
Tratamientos	0.20	2	0.1	3.12 NS	5.14	10.92	
Error	0.19	6	0.032				
Total	0.39	8	C.V.(%) = 8.32				

2.2. Fósforo (P)

Tabla 12. Datos de la variable Fósforo

Tratamientos	Observaciones			Totales	Medias
	1	2	3		
1. Estiércol Bovino.	1.30	1.24	1.27	3.81	1.27
2. Cachaza y Estiércol.	2.68	2.66	2.62	7.96	2.65
3. Cachaza de Caña.	3.45	3.40	3.41	10.26	3.42
				22.03	2.45

Cálculos del ANDEVA:

$$1) FC = (Y_{..})^2 / nt = (22.03)^2 / 3 * 3 = 53.92$$

$$2) SCTotal = \sum_{i=1}^j \sum_{j=1}^n Y^2_{ij} - FC = [(1.3)^2 + \dots + (3.41)^2] - F.C. = 7.13$$

$$3) SCTratl = \sum_{i=1}^j Y^2_{i.} / n - FC = [(3.81)^2 + \dots + (10.26)^2 / 3] - F.C. = 7.12$$

$$4) SCError = SCTotal - SCTrt = 7.13 - 7.12 = 0.01$$

Tabla 13. Resultados del ANDEVA para la variable Fósforo

F. de V.	S. de C.	G. de L.	C. M	F _{cal}	F _{5%}	F _{1%}
Tratamientos	7.12	2	3.56	2.22 NS	5.14	10.92
Error	0.01	6	0.0016			
Total	7.13	8	C.V. (%)= 1.63			

2.3. Potasio (K)

Tabla 14. Datos de la variable potasio

Tratamientos	Observaciones			Totales	Medias
	1	2	3		
1. Estiércol Bovino.	1.51	1.36	1.30	4.17	1.39
2. Cachaza y Estiércol.	1.66	1.60	1.54	4.8	1.6
3. Cachaza de Caña.	1.54	1.55	1.21	4.3	1.43
				13.27	1.47

Cálculos del ANDEVA:

$$1) FC = (Y_{..})^2 / nt = (13.27)^2 / 3 * 3 = 19.56$$

$$2) SCTotal = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^n Y^2_{ij} - FC = [(1.51)^2 + \dots + (1.21)^2] - F.C. = 0.185$$

$$3) SCTratl = \sum_{i=1}^l Y^2_{i.} / n - FC = [(4.17)^2 + \dots + (4.3)^2 / 3] - F.C. = 0.076$$

$$4) SError = SCTotal - SCTrt = 0.185 - 0.076 = 0.109$$

Tabla 15. Resultados del ANDEVA para la variable Potasio

F. de V.	S. de C.	G. de L.	C. M	F _{cal}	F _{5%}	F _{1%}	
Tratamientos	0.076	2	0.038	2.11 NS	5.14	10.92	
Error	0.109	6	0.018				
Total	0.185	8	C.V. (%)= 9.13				

2.4. Materia Orgánica (MO)

Tabla 16. Datos de la variable Materia Orgánica en por ciento

Tratamientos	Observaciones			Totales	Medias
	1	2	3		
1. Estiércol Bovino.	60.81	61.47	58.74	181.02	60.34
2. Cachaza y Estiércol.	52.12	50.66	50.90	153.68	51.22
3. Cachaza de Caña.	45.33	44.77	45.46	135.56	45.18
				470.26	52.25

a) Cálculos del ANDEVA:

$$1) FC = (Y_{..})^2 / nt = (470.26)^2 / 3 * 3 = 24,571.6$$

$$2) SCTotal = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^n Y^2_{ij} - FC = [(60.81)^2 + \dots + (45.46)^2] - F.C. = 354.72$$

$$3) SCTratl = \sum_{i=1}^t Y^2_{i.} / n - FC = [(181.02)^2 + \dots + (135.56)^2 / 3] - F.C. = 349.16$$

$$4) SError = SCTotal - SCTrt = 354.72 - 349.165 = 5.56$$

Tabla 17. Resultados del ANDEVA para la variable materia orgánica en por ciento

F. de V.	S. de C.	G. de L.	C. M	F _{cal}	F _{5%}	F _{1%}
Tratamientos	349.165	2	174.58	187.72 * *	5.14	10.92
Error	5.56	6	0.93			
Total	357.72	8	C.V. (%)= 1.85			

b) Separación de medias por Duncan al 5 %

Rp = r_{pa}; gle; "p"=2, 3, ...t * SY

b.1) Cálculo del S_y

$$S_y = \sqrt{\frac{CME}{n}} = \sqrt{\frac{0.92}{3}} = 0.55$$

b.2. En una tabla se determinan los valores tabulares de Duncan.

"p"	2	3
$r_{p\alpha=5\% ; g\leq 8}$	3.26	3.39
S_y	0.55	0.55
$R_{5\%}$	1.79	1.86

b.3) En una tabla de doble entrada se ordenan las medias de los tratamientos de mayor a menor y se realizan los cálculos necesarios para determinar el orden de méritos de las medias

Categorías Estadísticas	Medias	Tratamiento 1 60.24	Tratamiento 2 51.22	Tratamiento 3 45.18	$R_{5\%}$
A	60.34	0	9.12 *	5.16 *	1.86
B	51.22		0	6.04 *	1.79
C	45.18			0	

2.5. Cenizas

Tabla 18. Datos de la variable Cenizas en por ciento

Tratamientos	Observaciones			Totales	Medias
	1	2	3		
1. Estiércol Bovino.	39.19	38.53	41.26	118.98	39.66
2. Cachaza y Estiércol.	47.88	49.34	49.10	146.32	48.77
3. Cachaza de Caña.	54.67	55.23	54.54	164.44	54.81
				429.74	81.08

a) Cálculos del ANDEVA:

$$1) FC = (Y_{..})^2 / nt = (429.74)^2 / 3 * 3 = 20,519.61$$

$$2) SCTotal = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^n Y^2_{ij} - FC = [(39.19)^2 + \dots + (54.54)^2] - F.C. = 354.69$$

$$3) SCTtrat = \sum_{i=1}^l Y^2_{i.} / n - FC = [(118.98)^2 + \dots + (164.44)^2 / 3] - F.C. = 349.15$$

$$4) SError = SCTotal - SCTrt = 354.69 - 349.15 = 5.54$$

Tabla 19. Resultados del ANDEVA para la variable cenizas en por ciento

F. de V.	S. de C.	G. de L.	C. M	F _{cal}	F _{5%}	F _{1%}
Tratamientos	349.15	2	174.57	189.75 **	5.14	10.92
Error	5.54	6	0.92			
Total	354.69	8	C.V. (%)= 1.18			

b) Separación de medias por Duncan al 5 %

$R_p = r_{p\alpha; g|e}; "p" = 2, 3, \dots, t * SY$

b.1) Calculo del Sy

$$Sy = \sqrt{\frac{CME}{n}} = \sqrt{\frac{0.92}{3}} = 0.55$$

b.2. En una tabla se determinan los valores tabulares de Duncan

"p"	2	3
$r_{p\alpha=5\% ; g e= 8}$	3.26	3.39
Sy	0.55	0.55
R _{5%}	1.79	1.86

- b.3) En una tabla de doble entrada se ordenan las medias de los tratamientos de mayor a menor y se realizan los cálculos necesarios para determinar el orden de meritos de las medias

Categorías Estadísticas	Medias	Tratamiento 3	Tratamiento 2	Tratamiento 1	R _{5%}
		54.81	48.77	39.66	
A	54.81	0	6.04 *	15.15 *	1.86
B	48.77		0	12.11 *	1.79
C	39.66			0	

2.6. pH

Tabla 20. Datos de la variable pH

Tratamientos	Observaciones			Totales	Medias
	1	2	3		
1. Estiércol Bovino.	7.30	7.30	7.30	21.90	7.30
2. Cachaza y Estiércol.	7.10	7.10	7.00	21.20	7.06
3. Cachaza de Caña.	6.90	6.90	6.90	20.70	6.90
				63.80	7.08

a) Cálculos del ANDEVA:

$$1) FC = (Y_{..})^2 / nt = (63.80)^2 / 3 * 3 = 452.27$$

$$2) SCTotal = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^n Y^2_{ij} - FC = [(7.30)^2 + \dots + (6.90)^2] - F.C. = 0.25$$

$$3) SCTtrat = \sum_{i=1}^I Y^2_{i.} / n - FC = [(21.90)^2 + \dots + (20.70)^2 / 3] - F.C. = 0.24$$

$$4) SCError = SCTotal - SCTrt = 0.25 - 0.24$$

Tabla 21. Resultados del ANDEVA para la variable pH

F. de V.	S. de C.	G. de L.	C. M	F _{cal}	F _{5%}	F _{1%}
Tratamientos	0.25	2	0.125	70.58 **	5.14	10.92
Error	0.01	6	0.0016			
Total	026	8	C.V. (%)=			

b) Separación de medias por Duncan al 5 %

$R_p = r_{p\alpha}; g_{le}; "p" = 2, 3, \dots, t * S_Y$

b.1) Cálculo del S_y

$$S_y = \sqrt{\frac{CME}{n}} = \sqrt{\frac{0.0016}{3}} = 0.028$$

b.2. En una tabla se determinan los valores tabulares de Duncan

"p"	2	3
$r_{p\alpha=5\%}; g_{le}=8$	3.26	3.39
S_y	0.028	0.028
$R_{5\%}$	0.091	0.094

b.3) En una tabla de doble entrada se ordenan las medias de los tratamientos de mayor a menor y se realizan los cálculos necesarios para determinar el orden de méritos de las medias

Categorías Estadísticas	Medias	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 1	$R_{5\%}$
a	7.30	0	0.24 *	0.40 *	0.094
a	7.06		0	0.16 *	0.091
A5	6.90			0	

Anexo 3. Pruebas de laboratorio a los tratamientos de sustrato estiércol bovino, Cachaza de caña de azúcar con estiércol y Cachaza de caña en estado natural

Tabla 22. Informe del análisis de la muestra del tratamiento 1 (Estiércol bovino en estado natural). Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623

ANALISIS	U/M	RESULTADOS
pH	%	7.80
Humedad	%	74.77
Nitrógeno (N)	%	2.20
Fósforo (P)	%	0.78
Potasio (K)	%	0.27
Materia Orgánica	%	72.28
Cenizas	%	27.72

Tabla 23. Informe del análisis de la muestra del tratamiento 2 (50 por ciento Estiércol bovino en estado natural, 50 por ciento cachaza). Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623

ANALISIS	U/M	RESULTADOS
pH	%	7.70
Humedad	%	70.60
Nitrógeno (N)	%	2.04
Fósforo (P)	%	2.28
Potasio (K)	%	0.25
Materia Orgánica	%	56.90
Cenizas	%	43.10

Tabla 24. Informe del análisis de la muestra del tratamiento 3 (Cachaza de caña de azúcar).
Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel.
(0311) 5623

ANALISIS	U/M	RESULTADOS
pH	%	7.70
Humedad	%	68.44
Nitrógeno (N)	%	1.88
Fósforo (P)	%	3.34
Potasio (K)	%	0.28
Materia Orgánica	%	48.36
Cenizas	%	51.64

Anexo 4. Pruebas del laboratorio al humus de lombriz, producido con sustrato de estiércol bovino (tratamiento1), con sus tres repeticiones

Tabla 25. Informe del análisis del Humus producido con estiércol bovino (tratamiento1),
repetición 1. Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua
km 83. Tel. (0311) 5623

ANALISIS	U/M	RESULTADOS
pH	%	7.30
Humedad	%	64.74
Nitrógeno (N)	%	2.40
Fósforo (P)	%	1.30
Potasio (K)	%	1.51
Materia Orgánica	%	60.81
Cenizas	%	39.19

Tabla 26. Informe del análisis del Humus producido con estiércol bovino (tratamiento1), repetición 2. Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623

ANALISIS	U/M	RESULTADOS
pH	%	7.30
Humedad	%	64.31
Nitrógeno (N)	%	2.30
Fósforo (P)	%	1.24
Potasio (K)	%	1.36
Materia Orgánica	%	61.47
Cenizas	%	38.53

Tabla 27. Informe del análisis del Humus producido con estiércol bovino (tratamiento1), repetición 3. Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623

ANALISIS	U/M	RESULTADOS
pH	%	7.30
Humedad	%	71.21
Nitrógeno (N)	%	2.40
Fósforo (P)	%	1.27
Potasio (K)	%	1.30
Materia Orgánica	%	58.74
Cenizas	%	41.26

Anexo 5. Pruebas del laboratorio al humus de lombriz, producido con Cachaza de caña y estiércol bovino (tratamiento2), con sus tres repeticiones

Tabla 28. Informe del análisis del Humus producido con cachaza de caña y estiércol bovino (tratamiento2), repetición 1. Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623

ANALISIS	U/M	RESULTADOS
pH	%	7.10
Humedad	%	62.75
Nitrógeno (N)	%	2.23
Fósforo (P)	%	2.68
Potasio (K)	%	1.66
Materia Orgánica	%	52.12
Cenizas	%	47.88

Tabla 29. Informe del análisis del Humus producido con cachaza de caña y estiércol bovino (tratamiento 2), repetición 2. Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623

ANALISIS	U/M	RESULTADOS
pH	%	7.10
Humedad	%	55.90
Nitrógeno (N)	%	1.75
Fósforo (P)	%	2.66
Potasio (K)	%	1.60
Materia Orgánica	%	50.66
Cenizas	%	49.34

Tabla 30. Informe del análisis del Humus producido con cachaza de caña y estiércol bovino (tratamiento 2), repetición 3. Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623

ANALISIS	U/M	RESULTADOS
pH	%	7.00
Humedad	%	59.72
Nitrógeno (N)	%	2.24
Fósforo (P)	%	2.62
Potasio (K)	%	1.54
Materia Orgánica	%	50.90
Cenizas	%	49.10

Anexo 6. Pruebas del laboratorio al humus de lombriz, producido con Cachaza de caña de azúcar (tratamiento3), con sus tres repeticiones

Tabla 31. Informe del análisis del Humus producido con cachaza de caña de azúcar (tratamiento 3), repetición 1. Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623

ANALISIS	U/M	RESULTADOS
pH	%	6.90
Humedad	%	54.26
Nitrógeno (N)	%	1.94
Fósforo (P)	%	3.45
Potasio (K)	%	1.54
Materia Orgánica	%	45.33
Cenizas	%	54.67

Tabla 32. Informe del análisis del Humus producido con cachaza de caña de azúcar (tratamiento 3), repetición 2. Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623

ANALISIS	U/M	RESULTADOS
pH	%	6.90
Humedad	%	54.88
Nitrógeno (N)	%	2.21
Fósforo (P)	%	3.40
Potasio (K)	%	1.55
Materia Orgánica	%	44.77
Cenizas	%	55.23

Tabla 33. Informe del análisis del Humus producido con cachaza de caña de azúcar (tratamiento 3), repetición 3. Laboratorios Químicos S.A. (LAQUISA). Carretera León Managua km 83. Tel. (0311) 5623

ANALISIS	U/M	RESULTADOS
pH	%	6.90
Humedad	%	54.08
Nitrógeno (N)	%	1.96
Fósforo (P)	%	3.41
Potasio (K)	%	1.21
Materia Orgánica	%	45.46
Cenizas	%	54.54

Anexo 7. Presentación del N en %, P en ppm, K en meq/100 g de suelo, Materia Orgánica en % y valor del pH. Su clasificación en los suelos de Nicaragua

Tabla 34. Presentación del N en %, P en ppm, K en meq/100 g de suelo, Materia Orgánica en, % y valor del pH. Su clasificación en los suelos de Nicaragua

Nitrógeno %	Clasificación
Menor de 0.125	Bajo
0.125 a 0.250	Medio
Mayor de 0.250	Alto
Fósforo en ppm	Clasificación
Menor de 10	Bajo
10 a 20	Medio
Mayor de 20	Alto
Potasio meq/100 g del suelo	Clasificación
Menor de 0.15	Bajo
0.15 a 0.3	Medio
Mayor de 0.3	Alto
Materia Orgánica %	Clasificación
Menor de 2.5	Bajo
2.5 a 5.0	Medio
Mayor de 5.0	Alto
Valor de pH	Clasificación
Menor de 4.6	Extremadamente ácido
5.6 a 6.2	Medianamente ácido
6.8 a 7.2	Neutro
7.8 a 8.4	Medianamente alcalino
Mayor de 9.4	Extremadamente alcalino

(Fertilidad y fertilización UNA 2001)



Foto N° 1: Empaque de Humus



Foto N° 2: Lombriz Roja Californiana



Foto N° 3: Selección del estiércol



Foto N° 4: Cosecha de Humus



Foto N° 5: Canteros de 30 m²



Foto N° 6: Pesado de lombrices



Foto N° 7: Cosecha de lombrices



Foto N° 8: Área de recolección de sustratos



Foto № 9: Alimentación de lombrices



Foto № 10: Aireación de los canteros

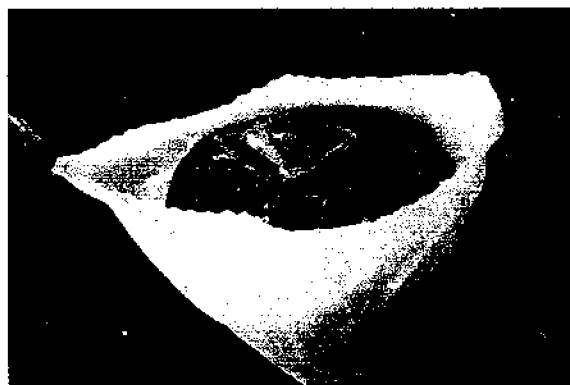


Foto № 11: Pesado de Humus



Foto N° 12: Distribución de los tratamientos evaluados