

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CARRERA AGROPECUARIA**

TESIS DE GRADO

**EFEECTO DE POBLACIÓN DE LOMBRICES
CALIFORNIANAS EN LA DESCOMPOSICIÓN DE
SUBPRODUCTOS DE ABACÁ (*Musa textilis* Nèe) PARA
LA OBTENCIÓN DE HUMUS**

AUTOR

Mesías Exiomo Trejo Guzmán

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Lauden Geobakg Rizzo Zamora MSc.

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

2011

I. INTRODUCCIÓN

El suelo está compuesto por aire, agua, minerales y materia orgánica. El contenido de materia orgánica en los suelos varía mucho dependiendo de las condiciones climáticas, práctica de cultivos, rotación de cosechas y la adición de abonos frescos: desechos animales, residuos de cosechas y otros materiales orgánicos.

La base de la fertilidad de los suelos, está representada por el humus, la actividad microbiológica depende de la presencia de materia orgánica y naturalmente de factores tales como agua, aire, temperatura, acidez, etc. El humus proviene de la materia orgánica de origen vegetal y animal, que al ser atacada por microorganismos del suelo, se transforma en humus. Este humus después de complejos procesos llega al estado de humus permanente en el que las sustancias nutritivas se han mineralizado para ser de esta manera asimilados por las raíces de las plantas. Grupo Latino, (2004)

En el suelo existen seres macroscópicos como la lombriz, este organismo cumple una extraordinaria labor a favor de éste, pues influye sobre la aireación, infiltración y distribución del agua, mezcla los materiales orgánicos con la parte mineral, exuda sustancias que favorecen la formación de compuestos húmicos.

En el suelo se desarrollan y producen los cultivos, para ello el suelo exporta grandes cantidades de nutrientes que se convierten en frutos necesarios para alimentar al hombre, los agricultores por lo general reponen solo los minerales que intervienen en las reacciones químicas, dando poca importancia a la parte física y biológica, uno de los productos que favorece esta parte, es el humus que se puede obtener mediante la lombricultura, técnica que trata de aprovechar los desechos orgánicos como los residuos descompuestos de abacá que no se emplean adecuadamente en las fincas, pues este sirve como materia prima para transformarse en humus, producto muy importante para mejorar la fertilidad íntegra del suelo.

1.1 Objetivos

1.1.1 General

- Evaluar el efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textilis* Nèe) para la obtención de humus.

1.1.2 Específicos

- Determinar el tiempo de descomposición de los subproductos de abacá con diferentes poblaciones de lombrices californianas.
- Establecer la mejor población de lombrices californianas por m² en la descomposición de los subproductos del abacá
- Determinar la composición macroquímica del humus de los subproductos de abacá.
- Establecer la relación beneficio / costo.

1.2 Hipótesis

- Con cinco kilogramos de lombriz californiana / m², se obtendrá humus en menor tiempo de los subproductos de abacá.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 La Lombricultura

La explotación técnica de la lombriz, para producir humus, y/o lombriz, ha tenido un avance en los últimos años, gracias al mejoramiento de los métodos de producción y al interés de los técnicos y productores. La lombricultura constituye un medio de descontaminación ambiental al utilizar una serie de materiales biodegradables a los que da un valor agregado para la utilización final. Grupo Latino, (2004)

2.2 La lombriz roja californiana

Normalmente la lombriz roja es conocida en el ámbito comercial con el sobrenombre de “californiana” porque fue en este Estado de los EEUU donde se desarrollaron, a partir de los años 50, los primeros criaderos intensivos de lombrices. Desde entonces no se han dejado de efectuar estudios e investigaciones que han y tenido como resultado la obtención de varios tipos de lombrices rojas cada vez más selecta. La lombriz roja vive normalmente en zonas con un clima templado. Su temperatura corporal oscila entre 19 y 20°C. Mide de 6 a 8 cm de longitud, su diámetro oscila entre 3 a 5 mm, es de color rojo oscuro, respira a través de la piel y no tiene dientes. Ferruzzi, (2001)

La lombriz necesita de mucha humedad para que pueda moverse dentro de los desechos y facilitar la fragmentación de los mismos, así como para su respiración. La humedad recomendada es de 75 a 80%. Martínez, (2009)

2.2.1 Características morfológicas

La pared del cuerpo de las lombrices está constituida, de afuera hacia dentro por: la cutícula, lámina muy delgada generalmente de color marrón brillante; la epidermis, epitelio simple con células glandulares que producen una secreción mucosa, también hay células glandulares que producen una secreción serosa; las caspas musculares, son dos, una circular externa y una longitudinal interna; el peritoneo, capa más interna que limita exteriormente con el celoma de la

lombriz; el celoma, cavidad que contiene líquido celómico, y dentro de éste se suspenden los órganos internos del animal. Se extiende a lo largo del cuerpo y envuelve el canal alimentario. Fundación de Hogares Juveniles, (2002)

2.3 Reproducción

La lombriz roja vive aproximadamente unos 16 años, durante los cuales se acopla regularmente, cada 7 días, a partir de los 90 días de edad, si la temperatura y la humedad del medio son de su agrado. Es hermafrodita incompleta por lo que no está en condiciones de auto fecundarse; consecuentemente, como resultado del acoplamiento de dos lombrices, se producirán dos huevos o cápsulas (uno, de cada lombriz). Estas cápsulas se abrirán al cabo de 12 – 21 días, según sea la temperatura del medio donde se ubiquen. Cada huevo o cápsula contiene de 2 a 20 pequeñas lombrices, las cápsulas contienen un líquido que constituye la fuente alimenticia de las pequeñas lombrices durante el período de incubación, es decir hasta que se produce la apertura de la cápsula. Ferruzzi, (2001)

Una condición favorable proporciona una reproducción constante, entre los factores que afectan la reproducción se encuentra la densidad poblacional, la calidad del alimento la temperatura, el pH y la humedad del sustrato. Schuldt, (2004).

2.4 El sustrato

Es el medio en el que se cultivan las lombrices y con el cual se las alimenta. Es el ámbito donde ellas y su prole deberán hallar satisfacción a todas sus necesidades vitales y producir un lombricompuesto de la mejor calidad posible. Este medio puede constituirse con una diversidad de MO y que experimenta un proceso de compostación más o menos avanzado. El bienestar de la población de lombrices y en consecuencia el desarrollo de la misma y la calidad del humus producido se relacionan íntimamente con las condiciones en que se produce el compostaje. En este aspecto nada más inadecuado que propiciar

una receta para su realización ya que tanto los materiales utilizados como las condiciones climáticas inciden sobre el proceso. Schuldt, (2006)

Las lombrices son voraces, ingieren diariamente una cantidad de comida equivalente a su propio peso y expelen el 60% transformado en humus de lombriz. La velocidad de degradación de la materia orgánica depende, entre otros de la composición química del sustrato, la relación C/N, el contenido de N, S, P, Ca, Mg y K del material, así como las condiciones de temperatura, humedad, aireación, pH del suelo, son factores que influyen sobre la mineralización de la materia orgánica. La materia orgánica en el momento en que se suministra a los lechos se debe colocar directamente sobre el suelo, en donde diferentes tipos de microorganismos comenzarán a degradarla, lo cual genera un sustrato óptimo para el hábitat de las lombrices. Schuldt, (2004)

Las lombrices se alimentan de bacterias, protozoarios, microalgas y hongos que abundan en los estiércoles maduros. En cualquier materia orgánica con algún grado de compostación puede albergar y nutrir las lombrices. Schuldt, (2004)

Los residuos pre – compostados podrían ser más aceptables y causar menos mortalidad a las lombrices, debido a que pueden contener menos componentes potencialmente tóxicos tales como amonio o sales en los estiércoles animales, o taninos y ácidos en desechos verdes. El pre – compostaje agrega algo más de tiempo al proceso pero podría salvaguardar el crecimiento y sobrevivencia de las lombrices. Gunadi y Edwards, (2003)

Es bien sabido, que el recurso alimenticio influye no sólo en el tamaño de las lombrices sino también su tasa de crecimiento y reproducción, en investigaciones encontraron que *Eisenia foetida* gana peso a tasas dependientes del tipo de alimento y de la densidad de población. Aguilera, (2004)

2.4.1 Siembra y suministro del alimento

El sustrato debe formarse a partir de materiales orgánicos, mejor si son ricos en celulosa (20% del volumen). Es aconsejable estiércol de ganado equino, paja o cartón previamente bien mojado o empapado en agua. Ferruzzi, (2001)

Sembrar 20 kg por metro cuadrado de piso de sección de 3 x 1 metros; se requiere 60 kg de lombriz-sustrato así se garantiza la transformación del sustrato en humus. Entre más depurado y descompuesto sea el sustrato, más rápida será la deglución; por lo tanto, el tiempo empleado para producir será más corto. Grupo Latino, (2004)

2.5 Cosecha

Una vez que el cantero está rebosando se suspende el suministro de alimento y riego por una semana para provocar estrés en las lombrices y que estas suban a la superficie, luego se procede a colocar alimento en sacos ralos a manera de trampa, para que la lombriz penetre en ellos y al cabo de 3 días se retiran junto con las lombrices. Para poder determinar que el producto que estamos cosechando es de buena calidad, tendremos en cuenta entre otras cosas parámetros como: Infoagro, (2007)

- pH neutro en un rango entre 6,7 a 7,3
- Contenidos de materia orgánica superiores a 28%
- Nivel de nitrógeno superior a 2%
- Relación C/N en un rango entre 9 y 13

Cuadro 1: Recursos orgánicos para la alimentación de lombrices

Clasificación de los recursos orgánicos

1. Desechos agrícolas: tamos, socas de maíz, desecho de frutas, etc.
 2. Estiércoles: bovinos, equinos, cerdos, ovinos, conejos, humanos, etc.
 3. Basuras urbanas biodegradables.
 4. Desechos de plazas de mercado.
 5. Desechos de industrias alimentarias.
 6. Desechos de industria textil.
 7. Desechos de industrias de papel.
 8. Sedimentos de aguas servidas.
 9. Desechos sólidos de producción de biogás.
 10. Efluentes orgánicos.
-

Fuente: Fundación de Hogares Juveniles, 2002

2.6 El Lombrihumus

Comúnmente conocido como humus, corresponde a las deyecciones de las lombrices. Es una mezcla de color oscuro, con sustancias amorfas coloidales que son estables a la descomposición microbiana. El lombrihumus o abono orgánico posee una rica flora bacteriana (100%), y cada gramo contiene aproximadamente dos billones de colonias de bacterias vivas y activas. Fundación de Hogares Juveniles, (2002)

2.6.1 Composición química

El vermicompost contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol de bovino, siendo el promedio una lombriz adulta de un gramo de peso, que ingiere lo que peso por día y excreta el 60% en forma de humus (0,6 gr). Infoagro, (2007)

Cuadro 2: Análisis químico del humus de lombriz

Componentes	Valores
Materia Orgánica	65 a 70%
Humedad	40 a 45%
Nitrógeno	1,5 a 2,0%
Fósforo (P ₂ O ₅)	2,0 a 2,5%
Potasio (K ₂ O)	1,0 a 1,5%
Relación N/C	10 a 11 %
Ácidos húmicos	3,4 a 4,0%
Flora bacteriana	40 x 10 ⁶ colonias por gramo

Fuente: Fundación de Hogares Juveniles, 2002

2.6.2 Beneficios del humus en el suelo

Químicamente el humus de lombriz presenta características coloidales, debido al pequeño tamaño de sus partículas, gran área de dispersión por unidad de masa y la presencia en su superficie de cargas eléctricas negativas. A causa de la acción coersiva que las cargas eléctricas generan a su alrededor, los cationes y las moléculas de agua son fácilmente retenidas por estos coloides. Esta retención se realiza a bajo nivel energético, lo cual hace posible que las plantas puedan absorber fácilmente, desde la superficie de los coloides, agua y elementos 23 nutritivos. Por otra parte, la existencia de cargas eléctricas en la superficie de las partículas húmicas, sirve de puente de contacto entre los agregados de suelo, ayudando de esta manera a mantener una estructura granular estable, tan deseable por el aspecto poroso y facilidad de laboreo que le confiere al suelo. Aguilera, (2004)

2.7 El abacá

El abacá o el Cáñamo de Manila (*Musa textilis*) es una planta herbácea que pertenece a la familia Musáceas. Tiene una apariencia muy similar al banano,

pero sus propiedades y sus usos son diferentes. El abacá y las otras mezclas de Textilis Musa, se producen y comercializan exitosamente en otros países.

El abacá es originario de las Filipinas. Se produjo exclusivamente en esta región hasta la Segunda Guerra Mundial, hasta la intervención del ejército japonés en su producción, buscando así un nuevo lugar para la producción de la fibra, siendo Ecuador un país que cumplía con los factores biológicos que se requería para su cultivación. Larico, (2009)

2.7.1 La fibra de abacá

Su fibra (producto también conocido como cáñamo de Manila) es muy apreciada por su gran resistencia y durabilidad. Se compone principalmente de celulosa, lignina y pectina. A partir del tercer año, la planta comienza a producirla. Ésta es obtenida de sus pecíolos y la longitud de sus filamentos oscila entre un metro y cuatro. Su recolección es cada tres u ocho meses y, para obtener un nuevo brote, se corta la planta vieja dejando solamente las raíces, a fin de que éstas por sí solas lo produzcan. García, (2007)

El abacá tiene varios usos, como las fibras son particularmente resistentes al agua salada, a través de los años se ha usado para fabricar redes de pesca. El uso principal de la fibra de abacá es para la producción de bolsas de té. Adicionalmente, se considera una excelente materia prima en el proceso de papel de seguridad y de alta calidad, como papel billetes, pañales, servilletas papel higiénico, filtros para maquinaria, textiles para hospitales (mandiles, gorras, guantes) y cables de conducción eléctrica. Larico, (2009)

2.7.2 Residuos de cosechas agrícolas

En el contexto de la producción vegetal el concepto estricto de residuo agrícola se aplica, bajo denominación de residuos de cosecha, a la fracción o fracciones de un cultivo que no constituyen la cosecha propiamente dicha y a aquella parte de la cosecha que no cumple con los requisitos de calidad mínima para ser comercializada como tal. De forma similar, los restos de poda de los cultivos leñosos deben ser considerados asimismo residuos agrícolas estrictos.

Estos materiales presentan un contenido hídrico muy variable (según el desarrollo ontogénico del cultivo en la época de recolección), elevado contenido en materia orgánica, fracción mineral variable en concentración total y equilibrio (según el órgano o fracción de que se trate) y relación C/N generalmente alta, aunque con notables diferencias según la naturaleza y composición del residuo. La biodegradabilidad de estos materiales es función del contenido relativo en biomoléculas fácilmente degradables (azúcares solubles y de bajo peso molecular, hemicelulosa y celulosa) y en componentes de lenta degradación (ceras, ligninas y otros polifenoles). Martínez, (2009)

2.8 Investigaciones en producción de humus de lombriz

Con el propósito de comparar dos tipos de estiércol: bovino y equino; y residuos forrajeros en la calidad de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en la granja UTE, Santo Domingo de los Colorados, se produjo humus alimentando a la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) para esto se usaron dos tipos de estiércoles que fueron: bovinaza y equinaza, en mezcla con residuos forrajeros de ganado semi-estabulado. Se compararon 6 medios de alimentación para las lombrices con 3 repeticiones, utilizando 3 camas de 10 m de largo por 1m de ancho, posteriormente fueron divididas en 6 unidades experimentales (tratamientos) en cada cama, cada tratamiento con medidas de 1 m de ancho por 1m de largo y 0.40 m de alto. Naranjo, (2008)

Se determinó la producción de las lombrices por m², altura de las camas, producción del humus de lombriz, composición química del humus de lombriz y también se realizó un análisis económico de los tratamientos. El Diseño experimental empleado fue el Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA). Los datos se sometieron a un análisis de varianza y las comparaciones entre medias de los tratamientos se aplicaron la prueba de rangos múltiples de Tukey al 0.05 de probabilidad. Naranjo, (2008)

Se concluyó que para obtener mayor población de lombrices por m² usar la mezcla de un 70% de estiércol bovino más 30% residuos forrajeros. El

estiércol de caballo es de muy fácil manejo para la alimentación de las lombrices, posee buenas características físicas y químicas; y no produce intoxicación en ellas. Para tener una mayor producción de lombríhumus usar estiércol equino en proporciones de 70% Estiércol equino más 30% Residuos forrajeros; pero asimismo puede usarse solo estiércol bovino para la producción del humus de lombriz. Naranjo, (2008)

Con el objetivo de evaluar cuatro métodos de producción de humus utilizando estiércol bovino bajo dos densidades de lombrices, se realizó un trabajo investigativo bajo un diseño de parcela dividida, en ocho tratamientos y cuatro repeticiones, se evaluaron cuatro métodos de producción de humus: método tradicional (lecho de cemento), método rústico (lecho de caña guadua), método composteras (lechos tipo compostera) y método de gavetas (gavetas plásticas perforadas) y dos densidades de lombrices: 1 y 2 kg/m². En esta investigación se evaluó la producción de humus en kg/m², altura de la cama (cm), índice de transformación de materia orgánica a humus, densidad poblacional final de lombrices/m². Benalcázar, (2009)

En todas aquellas se realizó el análisis de varianza y los promedios fueron sometidos a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, además se efectuó un análisis económico de los tratamientos. La producción en la D1 (198,55 kg/m²) y D2 (197,83kg/m²). La altura D1 (24,13 cm) y D2 (25,50 cm). El índice de transformación de materia orgánica a humus D1 (1,48) D2 (1,49). La densidad poblacional final de lombrices por m², D1 (71914,63 lombrices/m²) y D2 (77934,63 lombrices/m²). El índice de transformación no reportó diferencias entre densidades. En esta investigación se concluyó destacando que las densidades de lombrices no incidieron en las variables: producción de humus, altura de la cama, índice de transformación orgánica a humus y densidad poblacional final de lombrices/m². Benalcázar, (2009)

Se llevó a cabo un experimento en orden a establecer el efecto de cinco densidades poblacionales iniciales y dos ambientes de crecimiento sobre el crecimiento, desarrollo y reproducción de *Eisenia foetida*. En 5 envases

plásticos de 250 ml. de capacidad conteniendo 100 gramos de estiércol bovino pre – compostado durante 17 días, se colocaron 1, 2, 4, 8 y 16 lombrices juveniles pesando entre 50 y 80 miligramos, obteniendo las cinco densidades poblacionales iniciales. Estos envases fueron colocados al aire libre en un predio ubicado a 23 km. al Este de Temuco en la IX Región de Chile. Aguilera, (2004)

El experimento contó con 4 repeticiones. Paralelamente otros recipientes conteniendo las mismas densidades y con igual número de repeticiones fueron colocados al interior de un invernadero en el mismo predio. La humedad se mantuvo a un 80%. Quincenalmente y por un periodo de 3 meses (Diciembre de 2003 – Febrero de 2004) se registró el peso individual, longitud individual, diámetro del clitelio y número de cocones producidos. Transcurridos 29 días de cultivo se produjo la muerte del 100% de los individuos que crecían en el invernadero situación que se explica principalmente por la temperatura producto de la radiación incidente y por el tamaño de los envases. Aguilera, (2004)

Al aire libre fue posible demostrar que densidades bajas resultan en las más altas tasas de crecimiento y reproducción. Sin embargo, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos con 1 y 2 individuos. El mayor peso promedio registrado alcanzó los 765 mg con densidades de 1 lombriz por contenedor. Se demostró, además, que la mayor eficiencia en términos de biomasa por unidad de alimento se logra a densidades altas alcanzando un máximo 3,65 gramos en densidades de 16 lombrices por contenedor. No obstante, la mayor eficiencia en términos de porcentaje de biomasa lograda respecto de la biomasa inicial y en una relación de tiempo menor se obtuvo a densidades bajas. Aguilera, (2004)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y duración del experimento

La investigación se realizó en la Granja “La Campiña”, del señor Gerardo Fanguiño, la propiedad está situada en el Km.9 de la vía Santo Domingo – Quinindé, provincia de Santo Domingo de Tsáchilas. El lugar se encuentra ubicado geográficamente a 00°14, latitud Sur, 79°12' Longitud Oeste La investigación tuvo una duración de 4 meses.

3.2. Condiciones meteorológicas de la zona

A continuación en el cuadro 3 se detallan las condiciones meteorológicas de la zona.

Cuadro 3: Datos meteorológicos de la zona

Parámetros	Promedios anuales
Temperatura (° C)	24,12
Heliofania (horas de sol / año)	729,11
Humedad relativa (%)	87,50
Precipitación (mm)	3.091,00
Evaporación (mm)	848,04
Altitud (m.s.n.m)	522.00

Fuente: INAMHI. Estación Meteorológica La Concordia, 2010

3.3 Materiales y equipos

Material	Cantidad
• Compost de abacá(kg)	2240
• Lombriz californiana (kg)	56
• Trinches	1
• Carretilla	1
• Palas	2
• Balanza grande	1
• Balanza gramera	1
• Regaderas	1
• Caña guadua	10
• Machete	1
• Baldes	2
• Saquillos	50
• Plástico (m ²)	30
• Tablas	20
• Martillo	1
• Clavos (lb)	2
• Letreros de identificación	20
• Computadora	1
• Calculadora	1
• Impresiones	10
• Fotografías	20

3.4 Tratamientos

Para ejecutar este trabajo investigativo, se emplearon cuatro tratamientos con cuatro repeticiones, los cuales resultaron de inocular cuatro densidades poblacionales de lombriz californiana por metro cuadrado, quedando conformados de la siguiente manera:

T1: 2 kg de lombriz californiana / m²

T2: 3 kg de lombriz californiana / m²

T3: 4 kg de lombriz californiana / m²

T4: 5 kg de lombriz californiana / m²

3.5 Unidades Experimentales

Tratamientos	UE	R	m ² /Tra
T1: 2 kg de lombriz californiana/m ²	1 m ²	4	4
T2: 3 kg de lombriz californiana/m ²	1 m ²	4	4
T3: 4 kg de lombriz californiana/m ²	1 m ²	4	4
T4: 5 kg de lombriz californiana/m ²	1 m ²	4	4
Total			16 m²

3.6 Diseño Experimental

En la investigación se dispuso un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Para el análisis estadístico se empleó la Prueba de Significación de Duncan al 5% de probabilidad. En el cuadro 4 se detalla el esquema del análisis de la varianza.

Cuadro 4: Esquema del Análisis de la Varianza (ADEVA)

F de V	Fórmula	g.l.
Tratamientos	(t-1)	3
Error	t*(r-1)	12
Total	(t*r)-1	15

3.7 Mediciones experimentales

3.7.1 Altura de la cama

Al momento de realizar la cosecha, se registró esta variable en cm, midiendo la altura de las camas de cada repetición de todos los tratamientos, se realizó un hoyo en el centro de la cama y usando un flexómetro fue introducido hasta la base del lecho.

3.7.2 Producción de humus

Luego de cosechar, secar y tamizar el humus, se obtuvo el rendimiento final en kg por cada unidad experimental.

3.7.3 Índice de transformación de materia orgánica

Se registró el índice de transformación del compost de abacá, dividiendo el total del alimento suministrado en cada cama para la producción de humus acumulado por tratamiento luego del proceso de la cosecha.

3.7.4 Densidad de población final de lombrices por m²

Al final de la investigación, se tomó cuatro muestras en cada tratamiento, para la toma de estas muestras se usó un tubo plástico de 3 pulgadas, este se introdujo hasta la base de la cama, luego se pesó las lombrices encontradas por muestra.

3.7.5 Composición físico-química del humus

Para determinar la composición físico-química (pH, materia orgánica, RC/N, N, P, K, Ca, S) se tomó sub-muestras provenientes de las repeticiones, con éstas se formó una sola muestra general de un kilo por tratamiento, luego se lo envió al laboratorio para realizar el respectivo análisis químico. El análisis estadístico fue descriptivo.

3.8 Manejo del experimento

3.8.1 Preparación de lechos

Los lechos se ubicaron bajo una cubierta construida de caña guadua con plástico, los cajones fueron hechos de tabla sin fondo clavadas en la tierra, las medidas son: 1 m de largo por 1 m de ancho y 0,2 m de alto, estos se separaron a 50 cm entre repeticiones.

3.8.2 Preparación del alimento

La materia prima para alimentar las lombrices, fueron los desechos descompuestos de abacá, depositados y acumulados a la intemperie por varios años en el área de desfibrado de este producto. Los residuos después de transportarse hasta el sitio del ensayo, se esparcieron bajo cubierta sobre el suelo por 15 días para que se airee, evacuen malos olores y disminuya el exceso de humedad que poseían.

3.8.3 Colocación del sustrato en lechos

El sustrato inicial fue extendido en el fondo del lecho hasta formar una capa, éste tuvo una humedad del 69,52% y pH 6,69 (Ver Anexo 6) antes de inocular las lombrices.

3.8.4 Siembra de lombrices

Previo a la siembra, se realizó la prueba de supervivencia que consiste en colocar 50 lombrices en una caja de madera de 30 cm x 30 cm x 15 cm, con suficiente alimento, se esperó 24 horas para verificar la supervivencia, si morían más de 2 lombrices, quería decir que el alimento no reunía la condiciones adecuadas, en este caso no murió ninguna lombriz. Luego de esto se procedió a inocular de acuerdo a las densidades por metro cuadrado definido para cada tratamiento.

3.8.5 Alimentación

La alimentación se efectuó cada siete días, con los sustratos descompuestos y aireados de abacá, la alimentación fue igual para todos los tratamientos, para determinar la cantidad tomamos como referencia la recomendación del Grupo Latino, (2004): 20 kg de sustrato semanalmente.

Cuadro 5: Alimento total suministrado a los tratamientos

Tratamiento	Densidad / m ²	Alimento (kg)
T1	2 kg	560
T2	3 kg	560
T3	4 kg	560
T4	5 kg	560

3.8.6 Riego

Se realizó semanalmente con regadera rociando agua fresca y limpia, al momento de voltear y airear el sustrato.

3.8.7 Volteos y control sanitario

Para favorecer la aireación se volteó cada semana con la ayuda de un trinche de punta redonda para no lastimar a las lombrices.

Se mantuvo limpio el lugar de malezas que pudiesen haber refugiado plagas como hormigas y babosas, ciempiés, estos se controlaron en forma manual, además se aplicó cal en polvo sobre el suelo de los pasillos para evitar incidencia de planaria.

3.8.8 Cosecha

Esta actividad se realizó a los 64 días, antes de la cosecha, se separó las lombrices con trampas, luego se recogió el humus, secó, tamizó para pesar y obtener el producto final.

3.8.9 Costos de producción

El análisis se hizo en función del rendimiento del humus y los costos por cada tratamiento, mediante la aplicación de la fórmula de la relación beneficio – costos, se determinó la rentabilidad del ensayo.

$$\text{Fórmula: } RB/C = \frac{\text{Ingresos Totales}}{\text{Costos Totales}}$$

IV. RESULTADOS

4.1 Altura de la cama

La altura de la cama, no muestra diferencias estadísticas significativas (Anexo1), según los promedios que se encuentran en el Cuadro 6, se nota que el T3, obtuvo la mayor altura con 17,75 cm, en cambio el T2 arroja el menor promedio con 16,75 cm de altura.

Cuadro 6: Altura de la cama, en el efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textilis Nèe*) para la obtención de humus. 2011

Tratamientos	Altura (cm)
T1: 2 kg de lombriz californiana/m ²	17,25 a
T2: 3 kg de lombriz californiana/m ²	16,75 a
T3: 4 kg de lombriz californiana/m ²	17,75 a
T4: 5 kg de lombriz californiana/m ²	17,38 a
CV (%)	8,43

Promedios con letras iguales, no difieren estadísticamente según Duncan al 5% de confianza

4.2 Producción de humus

La producción de humus no difiere estadísticamente entre las cantidades conseguidas por cada tratamiento (Anexo 2), de acuerdo a los promedios (Cuadro 7), se establece que la mayor producción (75,03 kg) se encuentra en el T3 y la menor (68,83 kg) se halla en el T1.

Cuadro 7: Producción de humus, en el efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textilis Nèe*) para la obtención de humus. 2011

Tratamientos	Producción (kg)
T1: 2 kg de lombriz californiana/m ²	68,53 a
T2: 3 kg de lombriz californiana/m ²	73,61 a
T3: 4 kg de lombriz californiana/m ²	75,03 a
T4: 5 kg de lombriz californiana/m ²	73,21 a
CV (%)	5,44

Promedios con letras iguales, no difieren estadísticamente según Duncan al 5% de confianza

4.3 Índice de transformación de materia orgánica

Los índices de transformación son iguales estadísticamente (Anexo 3), en forma descriptiva observando los resultados del Cuadro 8, se puede mencionar que el valor del T3, alcanza el menor índice de transformación (1,87); en su defecto el T1, obtiene el mayor índice (2,05)

Cuadro 8: Índice de transformación de materia orgánica, en el efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textilis Nèe*) para la obtención de humus. 2011

Tratamientos	Índice de transformación
T1: 2 kg de lombriz californiana/m ²	2,05 a
T2: 3 kg de lombriz californiana/m ²	1,91 a
T3: 4 kg de lombriz californiana/m ²	1,87 a
T4: 5 kg de lombriz californiana/m ²	1,92 a
CV (%)	5,54

Promedios con letras iguales, no difieren estadísticamente según Duncan al 5% de confianza

4.4 Densidad poblacional final de lombrices por m²

Dentro de esta variable, existen diferencias estadísticas entre tratamientos (Anexo 4), en el cuadro 9, según la prueba de Duncan al 5%, hay diferencias significativas entre la densidad final (5,16 kg/m²) del T3, frente a la densidad del T4 que quedó con 4,08 kg/m² y a la densidad del T1 que obtuvo la menor densidad poblacional final con 2,39 kg/m².

Cuadro 9: Densidad poblacional final de lombrices/m², en el efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textilis Nèe*) para la obtención de humus. 2011

Tratamientos	Densidad Final (Kg/m ²)
T1: 2 kg de lombriz californiana/m ²	2,39 c
T2: 3 kg de lombriz californiana/m ²	4,73 a
T3: 4 kg de lombriz californiana/m ²	5,16 a
T4: 5 kg de lombriz californiana/m ²	4,08 b
CV (%)	7,86

Promedios con letras diferentes, difieren estadísticamente según Duncan al 5% de confianza

4.5 Composición físico - química del humus

Según los resultados de los análisis químicos (Anexos 7 -10) que se les practicó a los cuatro tratamientos, de los resultados (Cuadro 10) y los datos estadísticos que se pueden observar en el Cuadro 11, se describe lo siguiente:

El promedio global de la acides es 5,86, como valor máximo tenemos 5,89 en el T3 y el pH mínimo está en T2 con 5,79, la diferencia entre los dos es 0,10 y la desviación estándar es 0,05.

La materia orgánica en promedio arroja 29,09%, el mayor porcentaje se encuentra en el T1 con 30,49 y el menor (26,13) en el T3, la diferencia entre estos dos tratamientos es 4,36 puntos y la desviación estándar 1,99.

La relación carbono – nitrógeno es 7,27 en promedio, cuyo valor máximo llega a 8,59 en el T1 y como mínimo lo obtiene el T3 con 4,06, el rango es 4,53 y la desviación estándar se ubica en 2,15.

El nitrógeno en promedio se halla con 2,51%, la concentración más alta (3,74%) la obtuvo el T3, la más baja (2,06%) en el T1, estos valores tienen un rango de 1,68 y la desviación estándar queda en 0,82.

El fósforo resulta en promedio 0,12%, la cantidad superior (0,13) consigue el T2 y el resto de tratamientos tienen concentraciones ligeramente inferiores (0,12%), la diferencia de la superior e inferior concentración es mínima (0,01) y la desviación estándar es 0,01.

El potasio tiene en promedio 0,45%, el porcentaje máximo llega a 0,62 en el T1 y el mínimo 0,21 en el T2, estos dos tratamientos se diferencian con 0,41 puntos y la desviación estándar es 0,18.

El calcio obtiene como promedio general 2,48%, la mejor concentración se encuentra en el T4 con 3,24% y la inferior a todos (0,56) en el T2, el rango entre estos dos tratamientos es 2,68 puntos y la desviación estándar es 1,28.

El magnesio en promedio da 0,25%, el valor mayor (0,26%) se encuentra en el T1 y T3 y el mínimo (0,23%) en el T4, estos dos valores se diferencian en 0,03 puntos y la desviación estándar llega a 0,02.

El azufre se encuentra en promedio 0,18%, el porcentaje más elevado está en el T3 con 0,21 y el menor en el T2 con 0,13, el rango es 0,08 puntos y la desviación estándar 0,04.

Cuadro 10: Composición físico-química de los tratamientos, en el efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textilis* Nèe) para la obtención de humus. 2011

Tratamientos	pH	M.O	R C/N	Valores (%)					
				N	P	K	Ca	Mg	S
T1	5,87	30,49	8,59	2,06	0,12	0,62	2,99	0,26	0,20
T2	5,79	29,87	8,21	2,11	0,13	0,21	0,56	0,24	0,13
T3	5,89	26,13	4,06	3,74	0,12	0,42	3,13	0,26	0,21
T4	5,88	29,87	8,21	2,11	0,12	0,56	3,24	0,23	0,16

Fuente: AGRO LAB 2011

Cuadro 11: Resultados estadísticos, en el efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textilis* Nèe) para la obtención de humus. 2011

	pH	M.O	R C/N	N	P	K	Ca	Mg	S
Promedio	5,86	29,09	7,27	2,51	0,12	0,45	2,48	0,25	0,18
Valor Máximo	5,89	30,49	8,59	3,74	0,13	0,62	3,24	0,26	0,21
Valor mínimo	5,79	26,13	4,06	2,06	0,12	0,21	0,56	0,23	0,13
Rango	0,10	4,36	4,53	1,68	0,01	0,41	2,68	0,03	0,08
Desviación	0,05	1,99	2,15	0,82	0,01	0,18	1,28	0,02	0,04

Fuente: AGRO LAB 2011

4.6 Costos y rentabilidad

Los menores costos productivos están en el T1 (2 kg de lombriz/m²) con \$61,67 y el mayor, se da en el T4 (5 kg/m²) con \$105,17. El beneficio por venta de humus y lombrices es mejor en el T1 y T2, arrojando un beneficio costo de \$1,49 (T1) y \$1,63 (T2).

Cuadro 12: Costos y rentabilidad en el efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textilis* Née) para la obtención de humus. 2011

Costos	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Mano de Obra				
Recolección sustrato	5,00	5,00	5,00	5,00
Recolección y siembra de lombrices	5,00	7,50	10,00	12,50
Alimentación lombrices	2,50	2,50	2,50	2,50
Volteos y riegos	2,50	2,50	2,50	2,50
Cosecha	5,00	5,00	5,00	5,00
Subtotal	20,00	22,50	25,00	27,50
Insumos				
Lombrices	24,00	36,00	48,00	60,00
Servicios				
Transporte	7,50	7,50	7,50	7,50
Depreciación umbráculo	8,89	8,89	8,89	8,89
Depreciación herramientas	1,28	1,28	1,28	1,28
Subtotal	17,67	17,67	17,67	17,67
Costo Total (\$)	61,67	76,17	90,67	105,17
Costo / kg (\$)	0,22	0,26	0,30	0,36
Ingresos	T1	T2	T3	T4
Precio kg de humus (\$)	0,23	0,23	0,23	0,23
Producción humus (kg)	274,13	294,45	300,10	292,82
Venta de Humus (\$)	63,05	67,72	69,02	67,35
Venta lombriz (\$)	28,68	56,76	61,92	48,96
Ingreso Total (\$)	91,73	124,48	130,94	116,31
Relación B/C (\$)	1,49	1,63	1,44	1,11

V. DISCUSION

Dentro de las variables (altura de la cama, producción de humus e índice de transformación de materia orgánica), no existen diferencias notorias y relevantes, pues se puede observar que el T1 en el cual se sembró la menor cantidad (2 kg de lombriz/m²) tienen una desventaja mínima en altura de la cama (0,5 cm), producción de humus (6,5 kg) y 0,18 en transformación de materia orgánica a humus con respecto al tratamiento tres (4 kg de lombriz/m²) que alcanzó mayores promedios, esto demuestra que duplicar la densidad poblacional de 2 a 4 kg/m², no incide significativamente sobre las variables antes citadas y concuerda con los resultados obtenidos por Benálcazar (2009), quien ensayó dos densidades poblacionales de lombrices (1 y 2 kg/m²), donde concluye que las densidades poblacionales no incidieron en las variables: producción de humus, altura de la cama e índice de transformación de materia orgánica a humus.

En la densidad poblacional final, existe una diferencia significativa, esto es consecuencia lógica del propio ensayo que a propósito por ejemplo en el T1 (2 kg/m²) termina con 2,39 kg/m², aumentando 19,50%; el T2 (3 kg/m²) finaliza con 4,73 kg/m², incrementando 57,67%, el T3 (4 kg/m²) concluye con 5,16 kg/m² subiendo la densidad (29%) y el T4 (5 kg/m²) culmina con 4,08 kg/m², disminuyendo en 18,40%. Se puede observar que los tratamientos (T1 y T2) con menor densidad poblacional inicial aumentan; en cambio donde la densidad poblacional inicial fue mayor (T3, T4), disminuye incluso se perdió biomasa, hay que precisar, en este ensayo el alimento suministrado no se correlacionó con la densidad, sino la cantidad fue igual para todos los tratamientos, debemos recordar lo manifestado por Schuldt, (2004): Las lombrices son voraces, ingieren diariamente una cantidad de comida equivalente a su propio peso y expelen el 60% transformado en humus de lombriz. Además estos resultados coinciden con la conclusión de Aguilera (2004): La mayor eficiencia en términos de porcentaje de biomasa lograda respecto de la biomasa inicial y en una relación de tiempo menor se obtuvo a densidades bajas. Aguilera, (2004)

En el contenido físico-químico (Cuadro 10) podemos acotar que el tratamiento con menor densidad poblacional por m^2 (T1), se destaca en: materia orgánica (30,90%); relación carbono/nitrógeno (8,59), concentración de potasio (0,62%) igualmente en magnesio con 0,26%, superando estos datos al T3 que se le duplicó la densidad inicial de siembra (4 kg de lombriz/ m^2), este arrojó los menores valores en materia orgánica (26,13%) y relación carbono/nitrógeno (4,06).

Luego del proceso de transformación del subproducto de abacá a humus, se detecta una mejoría en la relación carbono/nitrógeno del T1 8,59, con respecto a la relación inicial que este mantenía (19,72), así mismo el nitrógeno pasa de 0,84% a 2,06, el fósforo de 0,02 a 0,12%, el calcio de 1,42 a 2,99% y el azufre de 0,14 a 0,20%, esto concuerda con lo manifestado por Grupo Latino (2004). La lombricultura constituye un medio de descontaminación ambiental al utilizar una serie de materiales biodegradables a los que da un valor agregado para la utilización final.

El resultado final de la composición del humus de subproductos de abacá producido con 2 kg de lombriz / m^2 , es bueno si se lo compara con el humus de estiércol bovino obtenido en la Granja "La Campiña", incluso lo supera en ciertos elementos como materia orgánica de 22,62 a 30,49%, relación carbono/nitrógeno de 14,42 a 8,59%, el nitrógeno de 0,91 a 2,06% y el azufre de 0,05 a 0,20%.

La cosecha (recolección, secado, tamizado y empaquetado) se realizó en un mismo período (64 días) en todos los tratamientos, lo que denota que los subproductos de abacá descompuestos son un buen sustrato para albergar y alimentar las lombrices. El humus de este trabajo investigativo tomando como referencia el T1 con menor densidad (2 kg lombriz/ m^2) y el de mayor densidad T4 (5 kg/ m^2), obtuvieron la siguiente composición (Cuadro 10): pH T1 (5,87), T4 (5,88); materia orgánica: T1 (30,49%), T4 (29,87%); relación carbono/nitrógeno: T1 (8,59), T4 (8,21) y nitrógeno: T1 (2,06), T4 (2,11). Estos resultados similares

entre sí nos permiten expresar que a los 64 días fue el tiempo apropiado para cosechar el humus, esta situación concuerda con Infoagro (2007):

Para determinar que el producto que cosechamos es de buena calidad debemos tener en cuenta parámetros como pH neutro (6,7 a 7,3), contenido de materia orgánica superior a 28%, nivel de nitrógeno superior a 2%, relación C/N en un rango entre 9 y 13. Además añade Shuldt (2004): La velocidad de degradación de la materia orgánica depende, entre otros de la composición química del sustrato, la relación C/N, el contenido de N, S, P, Ca, Mg y K del material, así como las condiciones de temperatura, humedad, aireación, pH del suelo, son factores que influyen sobre la mineralización de la materia orgánica. Grupo Latino (2004) agrega: Entre más depurado y descompuesto sea el sustrato, más rápida será la degradación; por lo tanto, el tiempo empleado para producir será más corto. Por lo tanto ante estos resultados se rechaza la hipótesis planteada: Con cinco kilogramos de lombriz californiana/m², se obtendrá humus en menor tiempo de los subproductos de abacá.

VI. CONCLUSIONES

- El tiempo de transformación de los subproductos de abacá en humus fue el mismo en todos los tratamientos con diferentes poblaciones de lombrices californianas.
- La mejor población de lombriz roja californiana, no influyo significativamente sobre la altura de la cama, producción de humus y eficiencia en la transformación de materia orgánica a humus.
- El análisis químico demuestra que la composición macroquímica del humus de los subproductos de abacá fue favorecida utilizando dos kg de lombriz/m², pues mejoró su calidad en cuanto a: relación carbono/nitrógeno, contenido de nitrógeno, fósforo, calcio y azufre.
- El menor costo productivo se obtuvo en el T1 con \$61,67 cuya relación beneficio costo fue \$1,49 y la mayor relación B/C ocurrió en el T2 con \$1,63, esto debido a la venta de lombrices que incrementa el ingreso total.

VII. RECOMENDACIONES

- Utilizar dos kilos de lombriz roja californiana por metro cuadrado, para producir humus a partir de los subproductos descompuestos de abacá.
- Ensayar densidades poblacionales de lombriz roja californiana inferiores a 2 kg/m².
- Investigar la obtención de humus de subproductos de abacá combinándolos con residuos vegetales y animales.
- Investigar métodos de compostación que aceleren la descomposición de los subproductos frescos de abacá para alimentar lombrices.
- Evaluar efectos del humus de subproductos de abacá en producción de especies hortícolas.

VIII. RESUMEN

El presente trabajo se efectuó en la granja La Campiña, ubicada en la vía Santo Domingo - Quinindé, km 9, perteneciente al cantón Santo Domingo, provincia Santo Domingo de Tsáchilas. La Granja se encuentra a una altitud de 552 msnm y ubicada a 00°14' latitud oeste y 79°12' longitud oeste, el ensayo duró 4 meses.

En la investigación se planteó el objetivo general: evaluar el efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textilis* Née) para obtener humus, y objetivos específicos: Determinar el tiempo de descomposición de los subproductos de abacá con diferentes poblaciones de lombrices; establecer la mejor población de lombrices por m² en la descomposición; determinar la composición macroquímica del humus y establecer la relación beneficio / costo.

En la investigación se realizaron 4 tratamientos definidos así: T1 (2 kg de lombriz californiana/m²), T2 (3 kg de lombriz californiana/m²), T3 (4 kg de lombriz californiana/m²) y T4 (5 kg de lombriz californiana/m²). Las mediciones experimentales fueron: altura de la cama, producción de humus, índice de transformación de materia orgánica, densidad poblacional de lombrices por m² y composición físico-química del humus.

Los tratamientos fueron dispuestos en el campo bajo un diseño completamente aleatorio, con 4 tratamientos y 4 cuatro repeticiones, para el análisis estadístico de los promedios se empleó la prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad.

En los resultados el T3, arrojó la mayor altura de cama, producción de humus, e índice de transformación de materia orgánica, densidad poblacional final de lombrices, la composición macroquímica fue similar en los cuatro tratamientos, los costos productivos menores se consiguió en el T1 y la mayor relación beneficio costo estuvo en el T1 y T2.

Como conclusión se expresó: el tiempo de transformación del subproducto de abacá no se redujo al aumentar la densidad de siembra, las mayores poblaciones de lombriz, no influyeron en altura de cama, producción de humus e índice de transformación de materia orgánica a humus, usando dos kilos de lombriz/m², se mejoró la calidad del humus.

Se terminó recomendando utilizar dos kg de lombriz roja californiana por metro cuadrado para producir humus a partir de los subproductos descompuestos de abacá.

IX. SUMMARY

The present work was made in the farm The Campiña, located in the road Domingo - Quinindé, km 9, in the Santo Domingo city, county Santo Domingo of Tsachilas. The Farm is to an altitude of 552 msnm and located at 00°14' latitude west and 79°12' longitude west, the rehearsal lasted 4 months.

In the investigation thought about the general objective: to evaluate population's of Californian worms effect in the decomposition of abaca by-products (*Musa textillis* Née) to obtain humus, and specific objectives: To determine the time of decomposition of the abaca by-products with different populations of worms; to establish the best population of worms for m² in the decomposition; to determine the composition chemical macro of the humus and to establish the relationship benefit / cost.

In the investigation they were carried out this way 4 defined treatments: T1 (2 kg of worm californiana/m²), T2 (3 kg of worm californiana/m²), T3 (4 kg of worm californiana/m²) and T4 (5 kg of worm californiana/m²). The experimental mensurations were: height of the bed, production of humus, index of transformation of organic matter, populational density of worms for m² and physical-chemical composition of the humus.

The treatments were prepared in the low field a totally random design, with 4 treatments and 4 four repetitions, for the statistical analysis of the averages the significance test was used from Duncan to 5% of probability.

In the results the T3, claimed the biggest bed height, production of humus, and index of transformation of organic matter, density populational end of worms, the composition chemical macro it was similar in the four treatments, the smallest productive costs were gotten in the T1 and the biggest relationship I benefit cost it was in the T1 and T2.

As conclusion it was expressed: the time of transformation of the abaca by-product didn't decrease when increasing the seemendage density, the biggest

worm populations, they didn't influence in bed height, production of humus and index of transformation of organic matter to humus, using two kilos of lombriz/m², he/she improved the quality of the humus.

Ended recommending to use two kg of Californian red worm for square meter to produce humus starting from the insolent by-products of abaca.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, L. 2004. Evaluación del efecto de la densidad poblacional inicial y dos ambientes sobre el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en la IX Región. Tesis de grado. Escuela de agronomía. Universidad Católica de Temuco. Chile.
- Benalcázar, S. 2009. Evaluación de cuatro métodos de producción de humus con la utilización de estiércol bovino con 2 densidades de lombrices en la finca experimental El Oasis Santo Domingo de los Colorados. Universidad Tecnológica Equinoccial. Tesis de Grado. Ingeniería Agropecuaria. Santo Domingo – Ecuador.
- Ferruzi, C. 2001. Manual de lombricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Artes Gráficas Cuesta S.A. Madrid – España. pp 13
- Fundación de Hogares Juveniles. 2002. Manual Agropecuario. Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Editorial Quebecor. Bogotá-Colombia. pp. 428, 485, 499
- García, J. 2007. Fibras papeleras. Musa textiles. Barcelona - España. Consultado el 13 de octubre del 2010. Disponible en www.es.wikipedia.org/wiki/Musa_textilis
- Grupo Latino. 2004. Volvamos al campo. Manual de Cultivos Orgánicos y Alelopatía. Stilo Impresores. Colombia. pp. 341
- Gunadi, B. y Edwards, C. 2003. The effects of multiple applications of different organic wastes on the growth, fecundity and survival of *Eisenia foetida* (Savigny) (Lumbricidae). Pedobiología . pp.9
- Infoagro. 2007. La lombricultura. Consultado 18 marzo del 2011. Disponible en <http://www.infoagro.com/abonos/lombricultura.htm>

- Larico, C. 2009. El abacá. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería química y Textil. Costa Rica. Consultado 13 de octubre del 2010. Disponible en www.scribd.com/doc/30079672/monografia-de-fibra-de-abaca
- Martínez, F. 2009. Gestión y tratamiento de residuos agrícolas. Escuela Superior de Agricultura de Barcelona. Universidad Politécnica de Catalunya. Consultado el 12 de octubre del 2010, disponible en http://www.infoagro.com/hortalizas/residuos_agricolas2.htm
- Naranjo, N. 2008. Comparación de dos estiércoles: bovino y equino; y residuos forrajeros en la calidad del humus en la granja UTE. Universidad Tecnológica Equinoccial. Tesis de Grado. Ingeniería Agropecuaria. Santo Domingo – Ecuador.
- Schuld, M. 2004. Manual de lombricultura. Consultado el 18 de julio del 2011. Disponible en www.manualdelombricultura.com
- Shuld, M. 2006. Lombricultura teoría y práctica. Ediciones Mundi-Prensa. Editorial Aedos. Madrid. España. pp 49

IX. ANEXOS

Anexo 1: Análisis de la varianza de la altura de la cama, en el Efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textilis* Nèe) para la obtención de humus. 2011

F de V	GI	SC	CM	F Calculado	F Tabla 0,05
Tratamientos	3	2,05	0,682	0,32ns	3,49
Error	12	25,44	2,120		
Total	15	27,48			
CV (%)	8,43				

ns: no significativa

CV: Coeficiente de variación

Anexo 2: Análisis de la varianza de la producción de humus, en el Efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textilis* Nèe) para la obtención de humus. 2011

F de V	GI	SC	CM	F Calculado	F Tabla 0,05
Tratamientos	3	95,31	31,768	2,03ns	3,49
Error	12	187,37	15,61		
Total	15	282,68			
CV (%)	5,44				

ns: no significativa

CV: Coeficiente de variación

Anexo 3: Análisis de la varianza del índice de transformación de materia orgánica, en el Efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textilis Nèe*) para la obtención de humus. 2011

				F	F Tabla
F de V	GI	SC	CM	Calculado	0,05
Tratamientos	3	0,07	0,024	2,07ns	3,49
Error	12	0,14	0,011		
Total	15	0,21			
CV (%)	5,54				

ns: no significativa

CV: Coeficiente de variación

Anexo 4: Análisis de la varianza de la densidad poblacional final, en el Efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textilis Nèe*) para la obtención de humus. 2011

				F	F Tabla
F de V	GI	SC	CM	Calculado	
Tratamientos	3	17,78	5,926	57,32*	3,49
Error	12	1,24	0,103		
Total	15	19,02			
CV (%)	7,86				

*: Significativo

CV: Coeficiente de variación

Anexo 5: Composición química del subproducto descompuesto de abacá, del Humus de subproductos de abacá (T1) y del humus de estiércol bovino, en el Efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textilis Née*) para la obtención de humus. 2011

Producto	pH	M.O	CN	N	P	K	Ca	Mg	S
Subproducto descompuesto de Abacá	6,69	29,87	19,72	0,84	0,02	0,88	1,42	0,23	0,14
Humus de subproductos de abacá (T1)	5,87	30,49	8,59	2,06	0,12	0,62	2,99	0,26	0,20
Humus de estiércol bovino (Granja La Campiña)	7,38	22,62	14,42	0,91	0,12	0,75	4,74	0,24	0,05

Fuente: AGRO LAB. 2011

Anexo 6: Análisis químico de los residuos de abacá en el Efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textilis Nèe*) para la obtención de humus. 2011



Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sr. Mecías Trejo	Numero de muestra:	2891
Identificación:	Subproductos de Abacá	Fecha de Ingreso:	13 de marzo del 2011
Muestra:	Abono Orgánico	Fecha de Entrega:	30 de marzo del 2011
Edad :		No. Laboratorio: Desde:	0001Hasta:

VALORES	MATERIA SECA (%)						pH	C.E ds/m
	N	P	K	Ca	Mg	S		
Tiene	0.84	0.02	0.88	1.42	0.23	0.14	6.69	0.83
Interpretación							P.N	N.S.

VALORES	ppm					M.O	HUMEDAD	Materia seca
	Cu	B	Fe	Zn	Mn	%	%	%
Tiene	7.00	34.86	170.0	11.00	1.00	29.87	69.52	30.48
Interpretación						A		

VALORES	RELACIONES					BASES (%)	
	N/k	K/P	Mg/k	Ca/Mg	(Ca+Mg)/k	C/N	(K+Ca+Mg)
	R1	R2	R4	R3	R3	R	SUMATORIA
Tiene	0.95	44.00	0.26	6.17	1.88	17.55/0.89	2.53

Interpretación
D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso



Dra. Luz María Martínez

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA

Dirección:
 Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras
 de la Clínica Araujo margen izquierdo)
 Teléfono: 2752-607 Cel. 093 095 309 / 099 164 889

e-mail: lmartinezagrolab@yahoo.com
 enjarba@yahoo.com

Anexo 7: Análisis químico de tratamiento uno, en el Efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textilis Nèe*) para la obtención de humus. 2011



Datos del cliente		Referencia	
Ciente :	Sr. Mecias Trejo Guzmán	Numero de muestra:	3077
Identificación:	T1	Fecha de Ingreso:	11/07/2011
Muestra:	Humus de Subproductos de Abaca	Fecha de Entrega:	26/07/2011
Edad :		No. Laboratorio: Desde:	0001Hasta:

VALORES	MATERIA SECA (%)						pH	C.E ds/m
	N	P	K	Ca	Mg	S		
Tiene	2.06	0.12	0.62	2.99	0.26	0.20	5.87	2.81
Interpretación							MeAc	L.S

VALORES	ppm					M.O	HUMEDAD	Materia seca
	Cu	B	Fe	Zn	Mn	%	%	%
Tiene	9.00	36.35	986.0	129.00	162.00	30.49	66.29	33.71
Interpretación						A		

VALORES	RELACIONES						BASES (%)
	N/k	K/P	Mg/k	Ca/Mg	(Ca+Mg)/k	C/N	(K+Ca+Mg)
	R1	R2	R4	R3	R3	R	SUMATORIA
Tiene	3.32	5.17	0.42	11.50	5.24	17.69/2.06	3.87

Interpretación

D: Deficiente

N: Normal

E: Exceso




Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA

Dirección:
Calle Río Chambrá N° 602 y Zamora. (A dos cuadras
de la Clínica Aranjó margen izquierdo)
Teléfono: 2752-607 Cel. 093 095 309-099 164 889

e-mail: lmartinezagrolab@yahoo.com
enjarb@yahoo.com

Anexo 8: Análisis químico del tratamiento dos, en el Efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textiles Nèe*) para la obtención de humus. 2011



RESULTADOS: ANÁLISIS DE ABONO ORGÁNICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sr. Mecias Trejo Guzmán	Numero de muestra:	3078
Identificación:	T2	Fecha de Ingreso:	11/07/2011
Muestra:	Humus de Subproductos de Abaca	Fecha de Entrega:	26/07/2011
Edad :		No. Laboratorio: Desde:	0001Hasta:

VALORES	MATERIA SECA (%)						pH	C.E ds/m
	N	P	K	Ca	Mg	S		
Tiene	2.11	0.13	0.21	0.56	0.24	0.13	5.79	3.22
Interpretación							MeAc	L.S

VALORES	ppm					M.O %	HUMEDAD %	Materia seca %
	Cu	B	Fe	Zn	Mn			
Tiene	14.00	56.27	996.0	164.00	174.00	29.87	66.14	33.86
Interpretación						A		

VALORES	RELACIONES						BASES (%)
	N/k	K/P	Mg/k	Ca/Mg	(Ca+Mg)/k	C/N	(K+Ca+Mg)
	R1	R2	R4	R3	R3	R	SUMATORIA
Tiene	10.05	1.62	1.14	2.33	3.81	17.33/2.11	1.01

Interpretación
D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso



Dra. Luz María Martínez
Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA

Dirección:
Calle Río Chumbira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono: 2752-607 Cel. 093 095 309 / 099 164 889

e-mail: lmartinezagrolab@yahoo.com
enjarbo@yahoo.com

Anexo 9: Análisis químico del tratamiento tres, en el Efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textiles Néé*) para la obtención de humus. 2011



RESULTADOS: ANÁLISIS DE ABONO ORGÁNICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sr. Mecias Trejo Guzmán	Numero de muestra:	3079
Identificación:	T3	Fecha de Ingreso:	11/07/2011
Muestra:	Humus de Subproductos de Abaca	Fecha de Entrega:	26/07/2011
Edad :		No. Laboratorio. Desde:	0001Hasta:

VALORES	MATERIA SECA (%)						pH	C.E ds/m
	N	P	K	Ca	Mg	S		
Tiene	3.74	0.12	0.42	3.13	0.26	0.21	5.89	3.50
Interpretación							MeAc	L.S

VALORES	ppm					M.O %	HUMEDAD %	Materia seca %
	Cu	B	Fe	Zn	Mn			
Tiene	16.00	37.35	987.0	125.00	147.00	26.13	65.90	34.10
Interpretación						A		

VALORES	RELACIONES						BASES (%)	
	N/k	K/P	Mg/k	Ca/Mg	(Ca+Mg)/k	C/N	(K+Ca+Mg)	
	R1	R2	R4	R3	R3	R	SUMATORIA	
Tiene	8.90	3.50	0.62	12.04	8.07	15.17/3.74	3.81	

Interpretación

D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso



[Signature]
Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA

Dirección:
Calle Río Chamba N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Arriaga margarita requierdo)
Teléfono: 2752-607 Cel. 093 995 309 / 099 164 829

e-mail: lmartinezagrolab@yahoo.com
enpar@yahoo.com

Anexo 10: Análisis químico del tratamiento cuatro, en el Efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textilis Nèe*) para la obtención de humus. 2011



RESULTADOS: ANÁLISIS DE ABONO ORGÁNICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sr. Mecias Trejo Guzmán	Numero de muestra:	3080
Identificación:	T4	Fecha de Ingreso:	11/07/2011
Muestra:	Humus de Subproductos de Abaca	Fecha de Entrega:	26/07/2011
Edad :		No. Laboratorio: Desde:	0001Hasta:

VALORES	MATERIA SECA (%)						pH	C.E ds/m
	N	P	K	Ca	Mg	S		
Tiene	2.11	0.12	0.56	3.24	0.23	0.16	5.88	3.30
Interpretación							MeAc	L.S

VALORES	ppm					M.O	HUMEDAD	Materia seca
	Cu	B	Fe	Zn	Mn	%	%	%
Tiene	14.00	37.85	998.0	118.00	140.00	29.87	63.85	38.15
Interpretación						A		

VALORES	RELACIONES						BASES (%)
	N/k	K/P	Mg/k	Ca/Mg	(Ca+Mg)/k	C/N	(K+Ca+Mg)
	R1	R2	R4	R3	R3	R	SUMATORIA
Tiene	3.77	4.67	0.41	14.09	6.2	17.33/2.11	4.03

Interpretación
D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso



Dra. Luz María Martínez
Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA

Dirección:
Calle Río Chambira Nº 602 y Zamora. (A dos cuadras
de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono: 2752-607 Cel. 093 095 309 / 099 164 889

e-mail: lmartinezagrolab@yahoo.com
emjar6@yahoo.com

Anexo 11: Análisis químico del humus de estiércol bovino (Granja La Campiña), en el Efecto de población de lombrices californianas en la descomposición de subproductos de abacá (*Musa textilis Nèe*) para la obtención de humus. 2011



Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sr. Gerardo Fandiño	Numero de muestra:	2948
Identificación:	Humus de lombriz	Fecha de Ingreso:	18 de abril del 2011
Muestra:	Abono Orgánico	Fecha de Entrega:	03 de mayo del 2011
Edad :		No. Laboratorio: Desde:	

MATERIA SECA (%)							pH	C.E ds/m
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S		
Tiene	0.81	0.12	0.75	4.74	0.24	0.05	7.38	4.26
Interpretación							P.N	M.S

ppm						M.O	HUMEDAD	Materia seca
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	%	%	%
Tiene	16.00	17.87	905.0	66.00	91.00	22.62	48.34	51.66
Interpretación						A		

RELACIONES							BASES (%)
VALORES	N/k	K/P	Mg/k	Ca/Mg	(Ca+Mg)/k	C/N	(K+Ca+Mg)
	R1	R2	R4	R3	R3	R	SUMATORIA
Tiene	1.21	6.25	0.32	19.75	6.64	13.12/0.91	5.73

Interpretación
D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso


Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA



Dirección:
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono: 2752-607 Cel. 093 095 309 / 099 164 889

e-mail: lmartinezagrolab@yahoo.com
enjarb@yahoo.com

FOTOGRAFIAS

Foto 1: Preparación del sustrato para sembrar lombrices



Foto 2: Siembra de lombrices en lechos



Foto 3: Pesaje de lombrices



Foto 4: Visita de Director de Tesis



Foto 5: Cosecha y secado de humus



Foto 5: Producto terminado

