



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA AGRÍCOLA**

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AGRÍCOLA**

**TEMA:**

**RESPUESTA AGROPRODUCTIVA DE TRES ÁREAS DE  
PRODUCCIÓN DE LA ESPAM MFL A LA APLICACIÓN DE  
VERMICOMPOST.**

**AUTORAS:**

**LÓPEZ ALAVA LÍDICE LORENA  
NAVIA BERMUDEZ ELIANA DANIELA**

**TUTOR:**

**ING. ÁNGEL FROWEN CEDEÑO SACÓN, M.Sc**

**CALCETA, NOVIEMBRE 2015**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

**Lídice Lorena López Álava y Eliana Daniela Navia Bermúdez**, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de propiedad Intelectual y su reglamento.

\_\_\_\_\_  
**LÓPEZ ÁLAVA LÍDICE LORENA**

\_\_\_\_\_  
**NAVIA BERMÚDEZ ELIANA DANIELA**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

**Ángel Frowen Cedeño Sacón** certifica haber tutelado la tesis **RESPUESTA AGROPRODUCTIVA DE TRES ÁREAS DE PRODUCCIÓN DE LA ESPAM MFL A LA APLICACIÓN DE VERMICOMPOST**, que ha sido desarrollada por **Lídice Lorena López Álava y Eliana Daniela Navia Bermúdez**, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

**ING. ÁNGEL FROWEN CEDEÑO SACÓN, M.Sc**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** la tesis **RESPUESTA AGROPRODUCTIVA DE TRES ÁREAS DE PRODUCCIÓN DE LA ESPAM MFL A LA APLICACIÓN DE VERMICOMPOST**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por **Lídice Lorena López Álava y Eliana Daniela Navia Bermúdez**, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

**ING. JESÚS E.CHAVARRÍA PÁRRAGA, M.Sc**

**MIEMBRO**

**ING. GALO A.CEDEÑO GARCÍA, M.Sc**

**MIEMBRO**

**ING. JAIRO J. CEDEÑO DUEÑAS, M.Sc**

**PRESIDENTE**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” por darnos la oportunidad de formarnos con una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos día a día en el ámbito profesional.

A la dirección de la carrera de Ingeniería Agrícola que tiene a su cargo el Ing. Leonardo Vera Macías

Al Ing. Ángel Frowen Cedeño Sacón, por el apoyo brindado durante este trabajo de investigación en calidad de tutor.

A los señores ingenieros miembros del tribunal de tesis por aportar con sus conocimientos en la adecuación y desarrollo de la presente investigación.

A la Lic. Katty Ormaza Cedeño por su apoyo y guía para la realización de este trabajo.

A nuestras familias por el constante apoyo durante toda la vida y más aún durante la vida académica, siendo los artífices de nuestros momentos exitosos.

**LÍDICE L. LÓPEZ ÁLAVA**

**ELIANA D. NAVIA BERMÚDEZ**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Jehová, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi padre, por su amor, sacrificio, dedicación y por ser el pilar más importante en mi vida; porque siempre has estado a mi lado y sé que todos los triunfos alcanzados hasta hoy, han sido gracias a ti.

A mis hermanos por el apoyo incondicional que me brindaron, dispuestos siempre a ayudarme en todo momento.

A mi familia en general por darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los inconvenientes que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi compañera Lorena porque sin el equipo que formamos, no habiéramos logrado esta meta.

A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

**ELIANA D. NAVIA BERMÚDEZ**

## DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mis padres por ser el pilar más importante de mi vida durante todo mi trayecto estudiantil, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mis hermanas que siempre han estado junto a mí brindándome su apoyo. A mis tías quienes han velado por mí durante este arduo camino para convertirme en una profesional.

A mis abuelos que aunque no estén, han estado siempre cuidándome y guiándome desde el cielo.

A mis familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

A mi compañera de tesis porque sin el equipo que fórmanos, no hubiéramos logrado esta maravillosa meta.

A todos los Ingenieros de la Carrera Agrícola, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

**LÍDICE L. LÓPEZ ÁLAVA**

## CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA .....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	xi
RESUMEN .....	xii
PALABRAS CLAVES.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
KEY WORDS .....	xiii
CAPITULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS .....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.4. HIPOTESIS.....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	4
2.1. GENESIS DEL SUELO.....	4
2.2. SUELO.....	4
2.2.1 TEXTURA.....	5
2.2.2. MATERIA ORGÁNICA (M.O).....	5
2.2.3. pH.....	5
2.2.4. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA .....	6
2.2.5. MACRO Y MICRO NUTRIENTES.....	6
2.3. VERMICOMPOST .....	7
2.3.1. IMPORTANCIA DEL VERMICOMPOST.....	8

2.3.2. FACTORES QUE REGULAN EL PROCESO DE VERMICOMPOST .....	10
2.4. EXPERIENCIAS UTILIZANDO VERMICOMPOST .....	10
2.5. BRACHIARIA BRIZANTHA .....	12
CAPITULO III. DISEÑO METODOLÓGICO.....	13
3.1. UBICACIÓN.....	13
3.2. DURACION DEL TRABAJO .....	13
3.3 TIPO DE EXPERIMENTO .....	13
3.4. FACTORES EN ESTUDIO .....	13
3.5. NIVELES DEL FACTOR EN ESTUDIO .....	14
3.6. TRATAMIENTOS.....	14
3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	14
3.8. UNIDAD EXPERIMENTAL .....	15
3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	15
3.9.1. ESQUEMA DE ANALISIS DE VARIANZA (ADEVA) .....	15
3.10. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	15
3.10.1. MATERIAL DE SIEMBRA .....	15
3.10.2. RECOLECCION DE LAS MUESTRAS DE SUELO.....	15
3.10.3. TRATAMIENTO DE LAS MUESTRA .....	16
➤ SECADO.....	16
➤ MOLIENDA .....	16
➤ TAMIZADO .....	16
3.11. ANÁLISIS FÍSICOS.....	16
3.11.1. DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA .....	16
3.12. ANÁLISIS QUÍMICO .....	17
3.12.1. DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA .....	17
3.12.2. DETERMINACIÓN DE pH .....	18
3.12.3. DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA .....	18
3.12.4 DETERMINACIÓN DE MACRO Y MICRO NUTRIENTES. ....	18
3.14. CONSTRUCCIÓN DEL VIVERO .....	19
3.15. LLENADO DE LAS MACETAS .....	19
3.16. SIEMBRA DEL PASTO <i>Brachiaria brizantha</i> .....	19
3.17. RIEGO DE LOS TRATAMIENTOS.....	19
3.18. CONTROL DE MALEZA .....	20
3.19. VARIABLES A MEDIR.....	20
3.19.1. ALTURA DE PLANTAS A LOS 12, 20 Y 25 DÍAS DE GERMINACIÓN .....	20

3.19.2. PESO DE BIOMASA FRESCA AL CORTE (gr).....	20
3.19.3. PESO DE BIOMASA SECA (gr) .....	20
3.19.4. CONVERSIÓN DE LOS MEJORES RESULTADO DE LAS DOSIS DE VERMICOMPOST A TONELADAS POR HECTAREAS (Tn/ha).....	21
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>22</b>
4.1. EVALUACIÓN DE LAS DOSIS DE VERMICOMPOST EN LAS ÁREAS DE PRODUCCIONES DE LA ESPAM MFL .....	22
4.1.1. ÁREA CONVENCIONAL .....	22
4.1.2. ÁREA ORGÁNICA .....	23
4.1.3. ÁREA DE CACAO.....	24
4.2. USO DEL VERMICOMPOST EN PLANES DE FERTILIZACIÓN.....	26
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>28</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	28
5.2. RECOMENDACIONES .....	28
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>29</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>33</b>

## CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

<b>Cuadro 3.1.</b> Caracterización química del vermicompost utilizado en el experimento. Calceta, Manabí, 2015.....	19
<b>Cuadro 4.1.</b> Influencia de varias concentraciones de vermicompost aplicadas a un suelo de Convencional sobre la altura de planta de <i>Brachiaria brizantha</i> a los 12, 20 y 25 días después de la emergencia. Calceta, Ecuador, 2015 .....	22
<b>Cuadro 4.2.</b> Influencia de varias concentraciones de vermicompost aplicadas a un suelo de Orgánica sobre la altura de planta de <i>Brachiaria brizantha</i> a los 12, 20 y 25 días después de la emergencia. Calceta, Ecuador, 2015.....	23
<b>Cuadro 4.3.</b> Influencia de varias concentraciones de vermicompost aplicadas a un suelo de cacao sobre la altura de planta de <i>Brachiaria brizantha</i> a los 12, 20 y 25 días después de la emergencia. Calceta, Ecuador, 2015.....	24
<b>Figura 1.</b> Influencia de varias concentraciones de vermicompost aplicadas a un suelo convencional sobre el peso fresco y seco de <i>Brachiaria brizantha</i> . Calceta, Ecuador, 2015.....	22
<b>Figura 2.</b> Influencia de varias concentraciones de vermicompost aplicadas a un suelo orgánico sobre el peso fresco y seco de <i>Brachiaria brizantha</i> . Calceta, Ecuador, 2015.....	23
<b>Figura 3.</b> Influencia de varias concentraciones de vermicompost aplicadas a un suelo de cacao sobre el peso fresco y seco de <i>Brachiaria brizantha</i> . Calceta, Ecuador, 2015.....	25

## RESUMEN

La presente investigación planteo como objetivo determinar la respuesta agroproductiva de tres áreas de producción de la ESPAM MFL a la aplicación de vermicompost. El experimento se realizó en vivero, donde se evaluó la mezcla de vermicompost en proporciones de 0%, 25%, 50%, 75% en suelos de tres áreas de producción de la carrera agrícola (convencional, orgánica y cacao), en macetas de 3520 cm<sup>3</sup> y se utilizó *Brachiaria brizantha* como planta indicadora. Se construyó un invernadero de 25 m<sup>2</sup> donde se aplicó un distanciamiento de 0.60 metros entre tratamiento y 0.4 cm. Se realizaron mediciones de altura de planta a los 12, 20, 25 días y de biomasa vegetal fresca y seca, en las que se observaron efectos positivos a la aplicación de vermicompost. Los resultados indican que las variables altura de planta y peso de biomasa en las tres áreas en estudio se incrementaron significativamente con las proporciones de 50% y 75 % de vermicompost; estas proporciones representan una incorporación al suelo de 687,5 y 1031,25 Tn/ha respectivamente. Se notó que el área de cacao alcanzó los promedios más altos en cuanto a las variables estudiadas, debido a la incorporación continúa de materia orgánica por la senescencia foliar que presenta el cultivo de cacao. Los resultados demuestran que el vermicompost tiene el potencial de mejorar la fertilidad del suelo y lograr un buen desarrollo vegetal.

## PALABRAS CLAVES

Enmiendas orgánicas, pasto de pastoreo, producción de cultivo.

## ABSTRACT

The agricultural production of the soil response of three production area of ESPAM MFL, the application of vermicompost was studied. The experiment was conducted in nursery where vermicompost mixture was evaluated in proportions of 0%, 25%, 50%, 75% in three floors production areas (conventional, organic and cocoa) agricultural race, in potted 3520 cm<sup>3</sup> and *Brachiaria brizantha* was used as indicator plant. A greenhouse of 25 m<sup>2</sup> where a spacing of 0.60 meters between treatment and 0.4 cm between pots was applied was built. Plant height measurements at 12, 20, 25 days and fresh and dried plant biomass, where the application of positive effects were observed vermicompost were made. The results indicate that the variables plant height and weight of biomass in the three areas under consideration increased significantly with the proportions of 50% and 75% of vermicompost in the three areas assessed; you are proportions represent a soil incorporation and 1031.25 687.5 tons / ha respectively. It was noted that the area of cocoa reached the highest averages in terms of the variables studied due to the continuous incorporation of organic matter from leaf senescence featuring the cultivation of cocoa. The results show that vermicompost has the potential to improve soil fertility and achieve a good plant growth.

## KEY WORDS

Organic amendments, grazing pasture, crop production

## **CAPITULO I. ANTECEDENTES**

### **1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Después de cinco décadas del inicio de la revolución verde en la agricultura ecuatoriana, gran parte de los suelos del país se han visto seriamente deteriorados por el uso de tecnologías inadecuadas a nuestra realidad económica, ecológica y socio cultural, propiciando bajos rendimientos en la mayoría de cultivos, severos desbalances en los agroecosistemas, y contaminación ambiental, con impactos negativos en la salud de los agricultores y consumidores finales (Suquilanda, 2009).

El desarrollo de la agricultura, principalmente en Manabí, ha tenido una tecnificación inadecuada, sometiendo a los suelos no solo a la utilización de químicos sintéticos sino también a técnicas como la labranza convencional; (Jaramillo, 2005) la cual puede perjudicar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, ocasionando pérdida de fertilidad; y, por ende la disminución de los rendimientos de los cultivos.

A pesar de esta problemática los productores del valle del río Carrizal no se interesan en la aplicación de abonos o enmiendas orgánicas, para mitigar las consecuencias futuras por el mal manejo de suelos. Para disminuir el creciente deterioro de las propiedades del suelo, se ha sugerido el uso enmiendas orgánicas como el vermicompost, que es un abono orgánico que influye positivamente sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo, sin ocasionar daños al ambiente. Además, es un producto de bajo costo para su elaboración, ya que se puede utilizar cualquier material orgánico que sea biodegradable, por lo tanto, se formula la siguiente pregunta:

¿Cómo influye la incorporación de vermicompost en la capacidad productiva de las áreas del campus de la ESPAM MFL?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día existe la creciente necesidad de reducir el deterioro ambiental generado en el proceso agroproductivo, que aún se basa en el modelo propuesto por la revolución verde. Por ello, el uso de tecnologías agrícolas sostenibles que ayuden a mitigar y disminuir el uso excesivo de agroquímicos es una necesidad urgente. Investigaciones recientes han demostrado la importancia que tienen los abonos orgánicos en el desarrollo de los cultivos, la obtención de producciones más sanas a partir de una mejor disponibilidad de nutrientes en la solución del suelo.

Entre las nuevas tecnologías se encuentra el uso del vermicompost, el cual crea un medio más favorable para el desarrollo vegetal debido a que estimula y multiplica la actividad de los microorganismos benéficos del suelo, contiene nutrientes que se encuentran a mayor disponibilidad para las plantas, promueve la producción de sustancias reguladoras del crecimiento y tiene efectos positivos sobre la producción de los cultivos, así como por su posible uso como complemento de los fertilizantes sintéticos. (Castro *et al.* 2009).

Sin embargo en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí M.F.L. no se ha generado información sobre el uso del vermicompost en los diferentes tipos de suelos, no solo como fuente de nutrientes para las plantas sino también como mejorador de sustratos para propagación y aclimatización de plántulas y de pequeñas superficies de cultivo como platabandas, cultivos bajo cubierta o como alternativa para ser usado en huertos. Por lo tanto resulta interesante y valioso conocer sus propiedades para asentar bases que permita realizar estudios posteriores sobre la aplicación del vermicompost, y que puedan servir de referencia a los pequeños agricultores locales que deseen iniciarse en una agricultura ecológica.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la respuesta agroproductiva de varias áreas de producción del campus de la ESPAM MFL a la aplicación de dosis crecientes de vermicompost.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer la dosis óptima de vermicompost en tres áreas de la ESPAM MFL.
- Elaborar recomendaciones para el uso de vermicompost en planes de fertilización considerando su composición química y los diferentes tipos de suelos de las áreas de producción de la ESPAM MFL.

## **1.4. HIPOTESIS**

¿Al menos una de las dosis aplicadas de vermicompost mejorará el potencial agroproductivo de las áreas de producción evaluadas?

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. GENESIS DEL SUELO

El término de Génesis de los suelos tuvo una aceptación muy destacada en la pedología mundial a partir de los trabajos de Dokuchaev, a finales del siglo XIX, antes todo hay que interpretar que quiere decir la palabra Génesis de los suelos, en sentido general se admite como el origen de los suelos. Es decir, la génesis de los suelos tiene que ver con aquellas causas que dieron lugar a la formación de los suelos (Hernández, *et al.* 2006).

### 2.2. SUELO

El suelo es un recurso indispensable para la vida que permite el desarrollo de las plantas, los animales y el hombre. Sin embargo, aún no se reconocen todas las funciones que realiza, por lo que el concepto general de suelo fértil se refiere más bien a sus propiedades químicas, específicamente a la disponibilidad de los macroelementos primarios (nitrógeno, fósforo y potasio). En los últimos años se han propuesto nuevas definiciones que integran las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, así como su capacidad de ser sostenibles, producir alimentos sanos y mitigar la contaminación medioambiental. No obstante, aún no existen criterios universales para evaluar los cambios en la calidad del suelo, y para ello se utilizan indicadores que son atributos edáficos sensibles al manejo y a las condiciones edafoclimáticas, entre otras características, que permiten valorar su estado (García *et al.*, 2012).

En las últimas décadas se ha hecho más evidente que el crecimiento urbano y en general, las actividades humanas provocan un desequilibrio en la ecología, y cada vez se hace más difícil que los cultivos se desarrollen y se obtengan buenas cosechas. Por lo tanto, para un manejo adecuado del suelo es necesario conocer las cantidades de los diferentes minerales (nutrientes inorgánicos) que éste contiene, para así fertilizar los terrenos de manera adecuada y compensar la degradación de éste debido a la erosión y mala rotación de los cultivos (Pérez, 2013).

### **2.2.1 TEXTURA**

El término textura hace referencia a la proporción relativa de arena, limo y arcilla, en la masa del suelo, es decir, a las partículas inferiores a 2 mm de diámetro equivalente (Giménez, 2009).

La textura del suelo es una de las características físicas más importantes, pues a través de ella, se puede predecir el comportamiento físico del suelo, haciendo inferencias acerca del movimiento del agua en el perfil, la facilidad de manejo y la cantidad de nutrientes (Alcalá y Flores, 2010).

### **2.2.2. MATERIA ORGÁNICA (M.O)**

El contenido de MO en suelos es una de las propiedades de mayor interés debido a su papel en la estructura y su reconocida influencia en la dinámica de solutos (Acevedo *et al*, 2014).

La MO es uno de los parámetros más aceptados como indicador de cambios en la calidad del suelo; sin embargo, sus fracciones dinámicas pueden ser aún más sensibles a los efectos del tipo de manejo y tipo de vegetación (Flores *et al*, 2010).

Se hace una revisión actualizada de los conocimientos relacionados con el comportamiento de la materia orgánica en los suelos (MOS) de pastizales tropicales. Entre los principales factores que inciden en la cantidad y las características de la MOS en estos ecosistemas se identifican la hojarasca, intensidad de manejo, degradación del pastizal, sistema radicular de los pastos, población de lombrices, propiedades físicas del suelo, uso del mismo y naturaleza de la materia orgánica (Crespo, 2011).

### **2.2.3. pH**

La disponibilidad de nutrientes está ampliamente condicionada por el pH de la solución del suelo. El suelo tiene gran poder tampón ante las variaciones de pH y se debe, en gran parte, a los compuestos orgánicos del complejo de cambio,

a la abundancia y tipo de arcilla y a la abundancia de calcio y otras bases. Esta característica le da estabilidad a la actividad microbiana y a la nutrición de las plantas (Fernández, 2009).

#### **2.2.4. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA**

La conductividad eléctrica es la habilidad que tiene una sustancia para transmitir o conducir una corriente eléctrica; generalmente se expresa en unidades de milisiemens por metro (mS/m). En algunas ocasiones se reporta la CE en unidades de decisiemens por metro (dS/m), que equivalen al valor de mS/m dividido por 100 (Doerge, *et al* 2009). Para conocer la conductividad eléctrica de un suelo, es necesario ponerlo en suspensión acuosa y medirla con un conductímetro (De La Rosa *et al* 2007).

#### **2.2.5. MACRO Y MICRO NUTRIENTES**

Los macro nutrientes son aquellos elementos que existen a niveles importantes en la biomasa y en los fluidos de las plantas. Los micronutrientes son elementos que son esenciales solo a bajas concentraciones, y generalmente son requeridos para reacciones enzimáticas (Stanley, 2007).

Los macronutrientes primarios que son absorbidos en cantidades generalmente mayores a las que hay en el suelo son: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Los macronutrientes secundarios de los que suele haber suficiente cantidad en el suelo, azufre (Z), magnesio (Mg), calcio (Ca); al H, C y O, se les puede denominar elementos esenciales no minerales. Los micronutrientes son: hierro (Fe), cobre (Cu), cloro (Cl), manganeso (Mn), zinc (Zn), molibdeno (Mo), boro (B) y níquel (Ni). Para algunas plantas pueden resultar necesarios algunos más como el caso del silicio para las plantas (López *et al* 2013).

### 2.3. VERMICOMPOST

La vermicompost es el producto resultante de la transformación digestiva y metabólica de la materia orgánica, mediante la crianza sistemática de lombrices de tierra, denominada lombricultura, que se utiliza fundamentalmente como mejorador, recuperador o enmienda orgánica de suelos, abono orgánico, inoculante microbiano (Rosales *et al*, 2012).

El vermicompostaje es un proceso que consiste en la transformación de la materia orgánica a través de la acción degradante de las lombrices. Éstas, a través de su tubo digestivo, convierten los restos en un producto estable, llamado vermicompost, idóneo para el abonado de las plantas (De Santos y Urquiaga, 2013).

De acuerdo Arancibia y Bradasic, (2007), el vermicompost se obtiene como resultado de la degradación de materia orgánica al ser digerida por lombrices, las que finalmente evacuan el material degradado con características nutricionales adicionales a las iniciales es importante que el material que sea entregado para la alimentación de las lombrices, se encuentre en proceso de descomposición, para facilitar su digestión y rápida descomposición.

Numerosos estudios han demostrado que la adición de vermicompost a los sustratos de cultivo tiene efectos beneficiosos sobre el crecimiento y desarrollo de gran cantidad de especies vegetales. Los mecanismos a través de los que se produce esta estimulación incluyen el aporte de nutrientes, la mejora de las propiedades físicas del sustrato y el aporte de microorganismos beneficiosos para el desarrollo vegetal capaces de aumentar la disponibilidad de nutrientes y producir sustancias con efectos fitohormonales (Domínguez *et al*, 2010a).

Según Daza *et al*, (2013) dice que la combinación de vermicompost y fertilizante inorgánico tuvieron un efecto positivo sobre las propiedades del suelo y sobre las variables agronómicas del cultivo de frijol.

### 2.3.1. IMPORTANCIA DEL VERMICOMPOST

El vermicompost posee ciertas características tales como: color oscuro, con un agradable olor a mantillo de bosque, su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción, contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos, liberándolos en forma paulatina, facilita su asimilación por las raíces e impide que estos sean lixiviados con el agua de riego manteniéndolos disponibles por más tiempo en el suelo (Rosales *et al*, 2012).

El uso de vermicompost, como alternativa de fertilización, es una de las posibilidades con que se cuenta para el manejo de la nutrición vegetal. Las ventajas que trae la aplicación de vermicompost a los cultivos son muchos, entre ellas, la corrección y mejora de las condiciones físicas, química y biológica del suelo (Gloria, 2007).

A diferencia de los fertilizantes minerales, el vermicompost constituye una fuente de nutrientes de liberación lenta, que se van poniendo a disposición de la planta a medida que ésta los va necesitando (Chaoui *et al*. 2003).

La valorización más común e importante que se le da al vermicompost es su uso como enmienda orgánica en sistemas agrarios. El vermicompost se puede utilizar tanto en forma sólida como líquida, siendo particularmente importante su aplicación en la preparación de suelos y producción de hortalizas, frutales o flores ornamentales (Fernández, 2009).

Las sustancias húmicas afectan la permeabilidad de las membranas, facilitando el transporte de elementos esenciales dentro de la raíz mediante la activación de las proteínas carrier. Asimismo, las moléculas húmicas crean un microambiente idóneo para la proliferación de numerosos microorganismos en el suelo de la rizosfera, los cuales contribuyen a sostener energéticamente el sistema, filtrando y neutralizando las sustancias tóxicas (Vargas *et. al*, 2014).

La calidad vermicompost dependerá de la materia orgánica utilizada en su producción, teniendo humus con diferentes características fisicoquímicas al igual que microbiológicas, por lo que mientras mayor sea la diversidad de elementos que dan origen a dicho humus mayor será su contenido de nutrientes y de microorganismos. Existen diferentes procesos de producción de humus, están las compostas de superficie, el vermicompost, el bocashi, el nutribora, y también tenemos ciertos elementos que van a enriquecer ese humus, como son las harinas y los bioles o fermentos, todo esto con la finalidad de tener un humus de mejor calidad y que mejore la fertilidad del suelo (Félix *et al*, 2008).

Además, el vermicompost constituye una fuente de nutrientes de liberación lenta, que se van poniendo a disposición de la planta a medida que ésta los va necesitando, y su aplicación puede aumentar la producción de compuestos fenólicos en la misma, haciéndola más resistente a la herbivoría (Domínguez *et al*, 2010b).

El uso inadecuado de agroquímicos disminuye la productividad de los suelos agrícolas, mientras que los fertilizantes de origen orgánico mejoran sus propiedades físico-químicas. La vermicomposta es una alternativa viable para mejorar la estructura y cantidad de nutrientes del suelo (Camacho *et al*, 2014).

Además de contener nutrientes, el vermicompost es un fertilizante orgánico nutritivo, rico en microorganismos benéficos del suelo, bacteria fijadoras de nitrógeno, bacteria solubilizadoras de fosfato, actinomicetos y hormonas de crecimiento, auxinas, citosinas, giberelinas, entre otras (Adhikary, 2012).

## **2.3.2. FACTORES QUE REGULAN EL PROCESO DE VERMICOMPOST**

### **2.3.2.1 TEMPERATURA**

La temperatura junto con la humedad, es el factor que más afecta a la actividad, metabolismo, crecimiento y reproducción de las lombrices. Los sistemas de vermicompostaje deben llevarse cabo a temperaturas comprendidas entre 10 y 35° C. *Eisenia fetida* y *E. andery* se desarrollan óptimamente a 25°C, aunque por su carácter epígeo les permite sobrevivir entre los 0 y 35°C. (Domínguez y Vargas, 2008).

### **2.3.2.2 HUMEDAD**

La humedad debe oscilar entre el 85 y 95%. Frente a la sequía la lombriz se defiende mejor, pudiendo permanecer aletargada por periodos prolongados en terrenos con menos del 50% de humedad (Schuldt, 2006).

Los beneficios de la aplicación de enmiendas orgánicas en la agricultura son conocidos a nivel mundial; sin embargo, existen muy pocos estudios sobre los contenidos nutricionales y actividad biológica de estos fertilizantes orgánicos (Céspedes *et al*, 2008).

## **2.4. EXPERIENCIAS UTILIZANDO VERMICOMPOST**

Durán y Henríquez, (2010) estudiaron el efecto del vermicompost sobre algunas propiedades del suelo y la biomasa vegetal el cual tuvo como resultado que la mayor acumulación de biomasa se alcanzó en la proporción de 50% de vermicompost mientras que proporciones mayores provocaron una disminución.

Se estudió el efecto del uso de un vermicompost de estiércol de conejo sobre distintas fracciones de carbono orgánico en función del tiempo y la profundidad, concluyendo que el uso de este tipo de enmiendas orgánicas, aplicadas en

forma de pila, es una importante estrategia de secuestro de Carbono (enriquecimiento) de C en suelos degradados (Campitelli *et al*, 2011).

Mogollón *et al*, (2011) desarrolló una investigación cuyo propósito fue estudiar el efecto del vermicompost sobre las propiedades biológicas y químicas de suelos arenoso degradados por salinidad, obteniendo como resultado que la aplicación del vermicompost aumentó la actividad enzimática y la respiración edáfica, y redujo el pH y la conductividad eléctrica. Los suelos tratados con el abono orgánico tuvieron una mayor tasa de mineralización del nitrógeno, lo cual se evidenció observado mayores valores de  $\text{NH}_4^+$  intercambiable así como la mayor actividad de la ureasa.

Campos, (2010) evaluó el efecto de los abonos orgánicos, bocashi, vermicompost y casting en el comportamiento de *la Brachiaria brizantha* determinando que la mayor producción de forraje verde se alcanzó al aplicar 4Tn/ha/año de vermicompost.

Acevedo y Pire, (2004) evaluaron los efectos del vermicompost, obtenido a partir de estiércol de ganado vacuno y pergamino de café, como enmendante de sustratos en el crecimiento de la planta de papaya en proporciones de 0, 5, 10, 15, 20 y 25% a un sustrato base compuesto por concha de arroz, aserrín de coco y arena fina, en partes iguales. Las mejores respuestas se encontraron en los sustratos con las mayores proporciones de vermicompost sin fertilizante nitrogenado y las dosis medias originaron mayores valores de las variables de crecimiento cuando se utilizó combinado con un fertilizante nitrogenado.

Daza *et al*, (2013) estudiaron el efecto del vermicompost en las propiedades del suelo y en la productividad del frijol (variedad cargamanto rojo) Los tratamientos aplicados fueron: vermicompost; fertilizante inorgánico; vermicompost más fertilizante inorgánico y testigo sin ninguna aplicación. Los resultados mostraron que el aporte de vermicompost producido por los agricultores de la región combinado con el fertilizante inorgánico ofreció mejores resultados, tanto en las propiedades del suelo como en el rendimiento del frijol.

Moreno, *et. al*, (2005) evaluaron el desarrollo del tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) bajo condiciones de invernadero concluyendo que las mezclas de vermicompost/arena con los niveles 25:75 y 50:50 (% en peso), lograron satisfacer la demanda nutritiva del cultivo de tomate.

## **2.5. BRACHIARIA BRIZANTHA**

Stern y Nicolayersky (2001), menciona que la *Brachiaria Brizantha* tiene las siguientes características morfológicas: Es una gramínea perenne, cespitosa, estolonífera, con sistema radicular profundo, posee rizomas cortos y abundantes. Forma macollas gruesas que pueden alcanzar hasta 2 metros de altura, posee hojas erectas, largas y levemente pilosas de color verde intenso.

- ❖ Tiene excelente relación hoja-tallo.
- ❖ Se adapta bien en suelos de mediana y alta fertilidad, responde bien a la aplicación de fertilizantes.
- ❖ Se adapta bien en suelos con pH bajo y tolera suelos con ligera toxicidad por aluminio.
- ❖ Precipitación mínima de 700 mm/año y de 0–1800 msnm.
- ❖ Baja resistencia al encharcamiento.
- ❖ Germinación de 4 a 20 días después de la siembra.
- ❖ Resistente a la sequía, conservando buena cantidad de materia verde.

## **CAPITULO III. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **3.1. UBICACIÓN.**

La presente investigación se realizó en el Campus de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, ubicada en el sitio El Limón, parroquia Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí, situado geográficamente entre las coordenadas 0°49'27,9" de Latitud Sur y 80°10'47,2" de Longitud Oeste con una elevación de 15 msnm. /.<sup>1</sup>

### **3.2. DURACION DEL TRABAJO**

El presente trabajo se realizó durante los meses de Octubre del 2014 a Julio del 2015 teniendo una duración de 8 meses.

### **3.3 TIPO DE EXPERIMENTO**

Experimento fue uní-factorial.

### **3.4. FACTORES EN ESTUDIO**

El factor en estudio fue dosis de vermicompost aplicadas en el suelo de las áreas convencional (AC), orgánica (AO) y cacao (ACC)

1/. Estación Meteorológica ESPAM MFL. 2014

### **3.5. NIVELES DEL FACTOR EN ESTUDIO**

La investigación tuvo cuatro tratamientos con siete repeticiones.

D1= 0%

D2= 25%

D3= 50%

D4= 75%

### **3.6. TRATAMIENTOS**

**Los tratamientos para el área convencional fueron:**

D1AC = 0 %

D2AC= 25%

D3AC =50%

D4AC =75%

**Los tratamientos para el área orgánica fueron:**

D1AO= 0%

D2AO= 25%

D3AO=50%

D4AO= 75%

**Los tratamientos para el área de cacao fueron:**

D1ACC= 0%

D2ACC= 25%

D3ACC= 50%

D4ACC= 75%

### **3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño experimental utilizado fue el diseño completamente al azar (DCA) con 7 réplicas por tratamiento

### 3.8. UNIDAD EXPERIMENTAL

Ancho de la maceta:	20 cm
Largo de la maceta:	11 cm
Base de la maceta:	16 cm
Capacidad de la maceta:	3520 cm <sup>3</sup>
Distancia entre tratamiento:	0.60 m
Distancia entre macetas	0.40 m

### 3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó el análisis varianza (ANOVA) para cada una de las áreas con los diferentes tratamiento en estudio, la separación de medias se efectuó con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

#### 3.9.1. ESQUEMA DE ANALISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente de Variación	Grado de Libertad (GL)
Total	27
Tratamiento	3
Error Experimental	24

### 3.10. MANEJO DEL EXPERIMENTO

#### 3.10.1. MATERIAL DE SIEMBRA

Para observar el efecto del vermicompost sobre las propiedades del suelo se utilizó el pasto *Brachiaria brizantha* como cultivo indicador.

#### 3.10.2. RECOLECCION DE LAS MUESTRAS DE SUELO

Se tomaron muestras de suelos de cada una de las áreas, (Convencional, Orgánica, Cacao) de la ESPAM –MFL. Las muestras se tomaron utilizando el método de zigzag.

### **3.10.3. TRATAMIENTO DE LAS MUESTRA**

Las muestras de suelo fueron llevadas al laboratorio para realizar su respectivo procedimiento, el cual se detalla a continuación:

#### **➤ SECADO**

Para el secado, las muestras fueron colocadas y dispersadas en un cartón en forma de caja para su posterior desecación.

#### **➤ MOLIENDA**

La molienda se realizó utilizando el molino eléctrico.

#### **➤ TAMIZADO**

Para el tamizado se utilizó dos tamices, uno de 0.05 mm para el llenado de las macetas, y otro de 2 mm para los análisis químicos (pH, conductividad eléctrica, materia orgánica).

## **3.11. ANÁLISIS FÍSICOS**

La propiedad física que se determinó en los suelos de las diferentes áreas.

### **3.11.1. DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA**

Para esta investigación se utilizó el Método de la pipeta.

Se realizó el pesado de las muestras a las cuales se le agrego hidróxido de sodio y se dejó por 24 horas, una vez transcurrido el tiempo se licuo, se colocó las muestras en probetas, realizando el enrase requerido, se tomaron dos muestras a los 40 segundos y 4 horas, luego llevadas a estufa por un periodo de 24 horas. Una vez que se secaron las muestras se pesaron para determinar la clase textural.

El análisis determino que los suelos del área convencional y orgánica son de textura francos, mientras que el área de cacao presentó una textura franca arenosa (**ver anexo 2**).

### **3.12. ANÁLISIS QUÍMICO**

Se determinó las propiedades químicas en los suelos de las diferentes áreas de estudio (**Ver anexo 1**).

#### **3.12.1. DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA**

Se utilizó el método de combustión húmeda de Walkley-Black.

Se pesaron las muestras y se colocaron en matraces para agregarles dicromato de potasio y ácido sulfúrico, dejando reposar las muestras durante 30 minutos, transcurrido el tiempo se agregaron 4 gotas de ortofenoltaleina, para luego titular con sulfato de hierro (II). En base a los resultados de la titulación se realizaron los cálculos para determinar el porcentaje de MO.

La materia orgánica presentó bajos niveles en las áreas de producción orgánica y convencional, mientras que para el área de producción de cacao su contenido fue alto.

### **3.12.2. DETERMINACIÓN DE pH**

La determinación del pH presente en las muestras de suelos se lo realizó por método potenciométrico según la relación suelo: agua (1: 2,5), (10 gramos de suelo y 25 ml de agua). Obteniendo como resultado que el pH fue prácticamente neutro en los suelos de las tres áreas de producción.

### **3.12.3. DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA**

La conductividad eléctrica determina el contenido de sales solubles presente en el suelo, se la realizó por el método de conductimetría, relación (1:5) (10 gramos de suelo y 50 ml de agua).

### **3.12.4 DETERMINACIÓN DE MACRO Y MICRO NUTRIENTES.**

Para la determinación de macro (N, P, K) y micronutrientes (Fe, Zn, Mn), se envió las muestras rotuladas de cada área al laboratorio de suelo, tejidos vegetales y agua de la Estación Experimental Tropical "Pichilingue" INIAP para los análisis respectivos. La metodología utilizada para la realización de N, P, B fue colorimetría, mientras que para S fue Turbidimetría y para el caso de K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn por el método de absorción atómica. El extractante empleado para N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn fue olsen modificado; mientras que para el B y S fue fosfato de Calcio monobásico.

El análisis de laboratorio realizado evidenció bajos niveles de boro; niveles medios de zinc; y altos niveles de fósforo, potasio, magnesio, cobre y hierro, en los suelos de las tres áreas.

## **3.13 ANÁLISIS QUÍMICO DEL VERMICOMPOST UTILIZADO**

Los contenidos de nutrientes y materia orgánica del vermicompost utilizado en esta investigación presentó niveles medios de cobre, manganeso y amonio, altos niveles de fósforo, potasio, calcio, magnesio, zinc, azufre, hierro y boro, y presentó bajo nivel de conductividad eléctrica. Mientras que el pH fue prácticamente neutro

**Cuadro 3.1.** Caracterización química del vermicompost utilizado en el experimento. Calceta, Manabí 2015

Vermicompost	CONTENIDO DE MINERALES													
	uS/cm		(%)	Ppm			meq/100ml			ppm				
	pH	C.E	M.O	NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
	7.2	1.62	6.23	35	350	16,97	12,0	4,9	59	12,4	1,5	69	10,1	1,63
	PN	B	A	M	A	A	A	A	A	A	M	A	M	A

Realizado: En el Laboratorio de suelo, tejidos vegetales y agua de la Estación Experimental Tropical "Pichilingue" INIAP, 2015, y del laboratorio de suelo y agua de la ESPAM MFL.

PN= Prac Neutro; B= Bajo; M= Medio; A= Alto

### 3.14. CONSTRUCCIÓN DEL VIVERO

Para la construcción del vivero que se lo ubicó en el área orgánica de la carrera Agrícola, se midió un área de 5m x 5m, luego se procedió a la limpieza y a la construcción del mismo utilizando cañas guaduas y plástico.

### 3.15. LLENADO DE LAS MACETAS

Se procedió a llenar las macetas los suelo y vermicompost de acuerdo a las proporciones de los tratamientos.

### 3.16. SIEMBRA DEL PASTO *Brachiaria brizantha*

Antes de realizar la siembra se le realizó a la semilla la prueba de germinación, con la metodología del papel húmedo, el cual tuvo un porcentaje de 80%. Se humedeció uniformemente las 84 macetas llena de sustratos, y se procedió a la siembra de 25 semillas de pasto por macetas.

### 3.17. RIEGO DE LOS TRATAMIENTOS

El requerimiento hídrico del pasto *Brachiaria brizantha* para las condiciones climáticas de la zona y para las etapas de cultivos fue de 1. 28 a 2.71 mm/días. Se aplicó agua a todos los tratamientos en estudio considerando las necesidades hídricas del pasto, ya calculadas (método de la cubeta), aportando 2. 56 a 5.42 mm por cada riego realizado, con intervalo de dos días.

### **3.18. CONTROL DE MALEZA**

El control se lo realizó de forma manual a medida que se notaba la presencia de maleza en las macetas.

### **3.19. VARIABLES A MEDIR**

#### **3.19.1. ALTURA DE PLANTAS A LOS 12, 20 Y 25 DÍAS DE GERMINACIÓN**

Esta variable de crecimiento se determinó a los 12, 20 y 25 días después de la emergencia de las plántulas, se midió la altura desde el nivel de suelo hasta el punto de inserción de la última hoja, y se expresó en centímetro (cm), con ayuda de un flexometro.

#### **3.19.2. PESO DE BIOMASA FRESCA AL CORTE (gr)**

Se cortaron 25 plantas de la *Brachiaria brizantha* a ras del suelo a los 30 días de emerger las plántulas y se procedió a pesar la biomasa fresca en una balanza analítica.

#### **3.19.3. PESO DE BIOMASA SECA (gr)**

Para el peso de biomasa seca del pasto se lo introdujo en la estufa a 105°C por 24 horas, luego se pesó en una balanza analítica.

### 3.19.4. CONVERSIÓN DE LOS MEJORES RESULTADO DE LAS DOSIS DE VERMICOMPOST A TONELADAS POR HECTAREAS (Tn/ha).

La conversión se realizó tomando en cuenta la profundidad de la maceta que fue de 11 cm, y la densidad aparente de 1,25 g/ cm<sup>3</sup> del suelo. Siguiendo la siguiente ecuación:

$$P = Dap \times E \times S$$

**DONDE:**

**P**= peso en toneladas por hectárea (Tn/ha).

**Dap**= densidad aparente en gr/cm<sup>3</sup>

**E**= espesor de la capa arable en metros

**S**= superficie, referida a 1ha=10000m<sup>2</sup>

Luego se realizó una relación de proporcionalidad con las mejores dosis mediante una regla de tres:

<b>P</b> -----	<b>100%</b>
<b>X</b>	<b>50%</b>

<b>P</b> -----	<b>100%</b>
<b>X</b>	<b>75%</b>

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. EVALUACIÓN DE LAS DOSIS DE VERMICOMPOST EN LAS ÁREAS DE PRODUCCIONES DE LA ESPAM MFL

#### 4.1.1. ÁREA CONVENCIONAL

El análisis de varianza realizado a las variables altura de planta a los 12, 20, 25 días después del corte, reportó diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) entre tratamientos. El **cuadro 4.1**, muestra que para los tres casos los niveles de 50 y 75% de vermicompost mostraron la mayor altura y son estadísticamente iguales entre sí, y diferentes a los niveles de 0 y 25%.

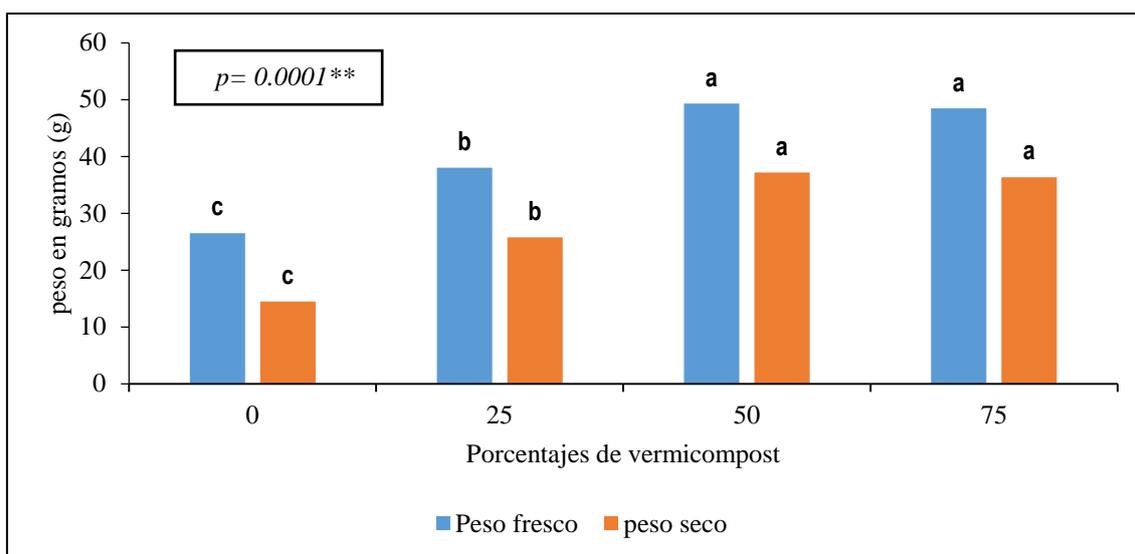
**Cuadro 4.1.** Influencia de varias concentraciones de vermicompost aplicadas a un suelo convencional sobre la altura de planta de *Brachiaria brizantha* a los 12, 20 y 25 días después de la emergencia. Calceta, Ecuador, 2015.

Porcentaje de vermicompost	Altura de planta (cm)		
	12 días	20 días	25 días
0	11,22 c <sup>1/</sup>	22,80 c	39,58 c
25	17,00 b	34,12 b	48,17 b
50	20,40 a	43,38 a	61,82 a
75	20,00 a	42,79 a	61,44 a
<b>C.V. %</b>	8,8	5,96	2,81
<b>Error estándar</b>	2,28	4,55	2,19
<b>p-valor</b>	0,0001**	0,0001**	0,0001**

<sup>1/</sup> Letras diferentes dentro de una misma columna indican diferencias estadísticas según el test de Tukey ( $p \leq 0.05$ )

\*\* Altamente significativo

Para el caso de las variables peso fresco y seco de biomasa, el ANOVA mostro diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ), donde los niveles de 50 y 75% de vermicompost mostraron los mayores promedios (**figura1**).



**Figura 1.** Influencia de varias concentraciones de vermicompost aplicadas a un suelo convencional sobre el peso fresco y seco de *Brachiaria brizantha*. Calceta, Ecuador, 2015.

#### 4.1.2. ÁREA ORGÁNICA

El análisis de varianza realizado a las variables altura de planta a los 12, 20, 25 días después del corte, reportó diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) entre tratamientos. El **cuadro 4.2**, muestra que para los tres casos los niveles de 50 y 75% de vermicompost mostraron la mayor altura y son estadísticamente iguales entre sí, y diferentes a los niveles de 0 y 25%.

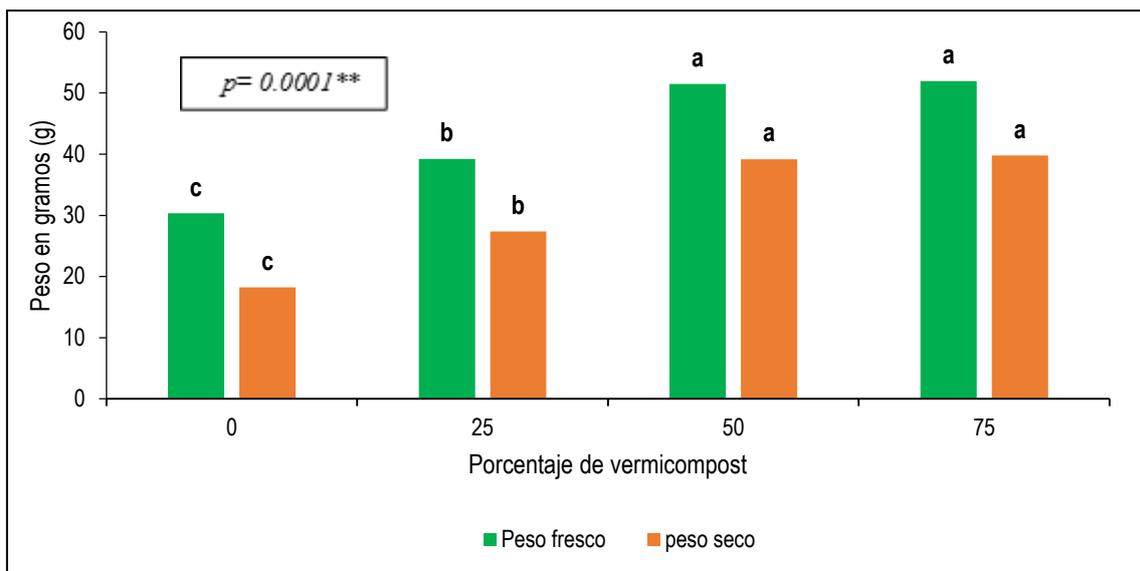
**Cuadro 4.2.** Influencia de varias concentraciones de vermicompost aplicadas a un suelo orgánico sobre la altura de planta de *Brachiaria brizantha* a los 12, 20 y 25 días después de la emergencia. Calceta, Ecuador, 2015

Porcentaje de vermicompost	Altura de planta (cm)		
	12 días	20 días	25 días
0	14,86 c <sup>1/</sup>	29,85 c	39,58 c
25	17,74 b	38,31 b	48,17 b
50	19,96 a	51,36 a	61,44 a
75	20,74 a	51,67 a	61,82 a
<b>C.V. %</b>	5,5	4,59	2,8
<b>Error estándar</b>	1,2	3,87	2,19
<b>p-valor</b>	0,0001**	0,0001**	0,0001**

<sup>1/</sup> Letras diferentes dentro de una misma columna indican diferencias estadísticas según el test de Tukey ( $p \leq 0.05$ )

\*\* Altamente significativo

Para el caso de las variables peso fresco y seco de biomasa, el ANOVA mostro diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ), donde los niveles de 50 y 75% de vermicompost mostraron los mayores promedios (**figura 2**).



**Figura 2.** Influencia de varias concentraciones de vermicompost aplicadas a un suelo orgánico sobre el peso fresco y seco de *Brachiaria brizantha*. Calceta, Ecuador, 2015.

#### 4.1.3. ÁREA DE CACAO

El análisis de varianza realizado a las variables altura de planta a los 12, 20, 25 días después del corte, reportó diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) entre tratamientos. El **cuadro 4.3**, muestra que para los tres casos los niveles de 50 y 75% de vermicompost mostraron la mayor altura y son estadísticamente iguales entre sí, y diferentes a los niveles de 0 y 25%.

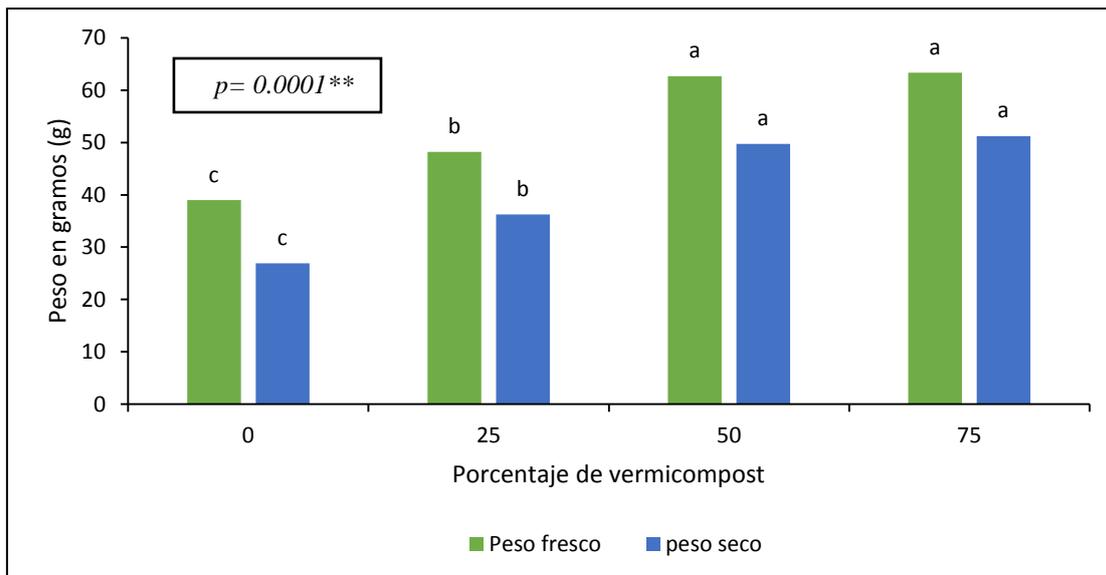
**Cuadro 4.3.** Influencia de varias concentraciones de vermicompost aplicadas a un suelo de cacao sobre la altura de planta de *Brachiaria brizantha* a los 12, 20 y 25 días después de la emergencia. Calceta, Ecuador, 2015

Porcentaje de vermicompost	Altura de planta (cm)		
	12 días	20 días	25 días
0	16,26 c <sup>1/</sup>	35,73 c	46,14 c
25	17,90 b	45,24 b	55,46 b
50	19,43 a	58,12 a	69,99 a
75	20,01 a	59,06 a	70,59 a
<b>C.V. %</b>	2,05	2,15	1,73
<b>Error estándar</b>	0,14	1,14	1,09
<b>p-valor</b>	0,0001**	0,0001**	0,0001**

<sup>1/</sup> Letras diferentes dentro de una misma columna indican diferencias estadísticas según el test de Tukey ( $p \leq 0.05$ )

\*\* Altamente significativo

Para el caso de las variables peso fresco y seco de biomasa, el ANOVA mostro diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ), donde los niveles de 50 y 75% de vermicompost mostraron los mayores promedios (**figura 3**).



**Figura 3.** Influencia de varias concentraciones de vermicompost aplicadas a un suelo de cacao sobre el peso fresco y seco de *Brachiaria brizantha*. Calceta, Ecuador, 2015.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación la respuesta de las diferentes variables estudiadas indica que la aplicación de vermicompost a las tres áreas fue positiva, lo que concuerda con Atiyeh *et al*, (2000) quienes concluyeron que la aplicación de vermicompost a los sustratos en invernaderos tiene un gran potencial para favorecer el crecimiento de diversos cultivos hortícolas. Lo cual coincide con lo encontrado por Durán y Henríquez, (2010) quienes estudiaron el efecto del vermicompost sobre algunas propiedades del suelo y la biomasa vegetal teniendo como resultado que la mayor acumulación de biomasa se alcanzó en la proporción de 50% de vermicompost. Esto se asemeja a lo mencionado por Acevedo, I y Pire, R (2004) que evaluaron los efectos del vermicompost, obtenido a partir de estiércol de ganado vacuno y pergamino de café, como enmendante de sustratos en el crecimiento de la planta de lechosa en proporciones de 0, 5, 10, 15, 20 y 25% obteniendo que las mejores respuestas se encontraron en los sustratos con las mayores proporciones de vermicompost; los resultados encontrados pueden deberse a las propiedades que posee el vermicompost ya que contiene una riqueza en flora microbiana que al ponerse en contacto con el suelo aumenta su capacidad biológica aumentando la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser fácilmente asimilables por las raíces. Además posee promotores hormonales que son sustancias que actúan como activadores fisiológicos estimulando el crecimiento de las plantas y el desarrollo de las raíces, lo que

facilita la absorción de nutrientes. En su composición están presentes todos los nutrientes en cantidades suficientes para estimular el desarrollo de las plantas, además de un alto contenido de materia orgánica, que enriquece la microbiología del sustrato. El vermicompost, tiene una alta riqueza coloidal (aniones) logrando retener cationes, evitando que sean lixiviados de la solución del suelo para dar lugar a compuestos más estables y asimilables por las plantas.

#### **4.2. USO DEL VERMICOMPOST EN PLANES DE FERTILIZACIÓN.**

Las dosis de vermicompost que se presentan a continuación no consideran la composición química de los suelos de las diferentes áreas de producción, ni la composición nutricional; se considera la dosis en proporción al peso de la capa arable de los suelos de las diferentes áreas de producción, el cual es de 1375 Tn/ha.

Elaborado el análisis estadístico de las variables se obtuvieron diferencias altamente significativas siendo los tratamientos con 50% y 75% de vermicompost los que tuvieron los niveles más altos. Por lo cual se realizó los cálculos en base a estas proporciones teniéndose que para el caso de 50% vermicompost la cantidad que se debe aplicar es de 687,5 Tn/ha, mientras que para el 75% es 1031,25 Tn/ha.

Según Vargas, *et al* 2014 aún no existe igualdad sobre la aplicación de vermicompost al suelo con el propósito de obtener rendimientos óptimos y rentables, ya que la cantidad a aplicar depende de muchos factores como características del vermicompost, tipo de agricultura, tipo de cultivo, tipo de suelo, aplicación exclusiva o con fertilizante. Por eso es de esperarse que las dosis encontradas en este experimento difieran con lo mencionado por Campos, (2010) quien evaluó el efecto de los abonos orgánicos, bocashi, vermicompost y casting en el comportamiento de *la Brachiaria brizantha* determinando que la mayor producción de forraje verde se alcanzó al aplicar 4Tn/ha/año de vermicompost.

La hipótesis planteada “Al menos una de las dosis aplicadas de vermicompost mejorará el potencial agroproductivo de las tres áreas de producción evaluadas” se acepta puesto que las variables en estudio tuvieron resultados favorables a las dosis de 50% y 75% de vermicompost.

# **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1 CONCLUSIONES**

- ❖ Las aplicación de 50% y 75% de vermicompost mostraron los mejores resultados en todas las variables evaluadas.
- ❖ El vermicompost en concentraciones de 50% y 75%, representan una incorporación al suelo de 687,5 y 1031,25 Tn/ha, respectivamente.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- ❖ Las proporciones y cantidades propuestas en esta investigación sirven de referencia para seguir modelos de agricultura ecológica en pequeñas superficies de cultivos, centrandó su aplicación a sistemas de producción bajo cubiertas, camas de cultivos o platabandas.
- ❖ Se recomienda que en investigaciones futuras se evalúen dosis de 50% y 75% de vermicompost en las áreas de producción de la ESPAM MFL.

## BIBLIOGRAFIA

- Acevedo, O; Prieto, J; Prieto, F.2014. Variabilidad espacial de la materia orgánica en un suelo dedicado al cultivo de cebada maltera (*Hordeum distichum* L.). Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia México. N. °7. p 141-152.
- Acevedo, I y Pire, R. 2004.Efectos del lombricompost como enmienda de un sustrato para el crecimiento del lechoso (Carica papaya L.). Revista Interciencia. Venezuela. Vol 29. N°5. p.274.
- Alcalá, J; Flores, L. 2010. Manual de Procedimientos Analíticos (En línea). Consultado el 3 de Abril del 2014. Formato (PDF). Disponible en <http://www.geologia.unam.mx/igl/deptos/edafo/lfs/manualLFS.pdf>
- Adhikary, S. 2012. Vermicompost, the story of organic gold: A review. (En línea). Consultado el 3 de Octubre del 2015. Formato (PDF). Disponible en file:///C:/Users/JIM/Downloads/AS20120700004\_32428995.pdf
- Arancibia, L y Bradasic, P.2007. Manual de agricultura orgánica para pequeños productores agrícolas de la XII región de Magallanes. (En línea). Consultado 20 de abril del 2014. Formato (PDF). Disponible en: <http://164.77.209.178/gorenew/estudios/archivos/agricultura/20137502/agricultura%20organica%20indap.pdf>
- Atiyeh, R; Edwards, C; Metzger, J; Subler, S. 2000. Earthworm-processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings. (En línea). Consultado el 13 de Mayo del 2014. Formato (PDF). Disponible en: <http://www.tandfonline.com/>
- Castro, A; Henríquez, C; Bertsch, F. 2009. Capacidad de suministro de n, p y k de cuatro abonos orgánicos. Revista Agronomía Costarricense. N° 33. p. 31-43.
- Camacho, J; Nava, E; Roblero, H; Rodríguez, G; Valenzuela, W. 2014 Evaluación de cinco dosis de vermicomposta en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas México. N° 8. p. 1495-1500
- Campitelli, P; Ceppi S; Rubenacker, A; Sereno, R. 2011. Recuperación química de un suelo degradado mediante la utilización de un vermicomposto. Revista en ciencias e ingeniería. Argentina. Vol. 2. N° 2. p.83.

- Campos, S. 2010. Evaluación de cuatro diferentes abonos orgánicos (humus, bocashi, vermicompost y casting), en la producción primaria forrajera de *Brachiaria b.* Tesis. ESPOCH.
- Céspedes, C; Núñez, P; Pérez, A. 2008. Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. R.C. Suelo Nutr. Veg. N° 8. p 10-29.
- Chaoui, H; M. Zibilske, L. y Ohno, T.2003. Effects of earthworm casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. Revista Soil Biology & Biochemistry. USA. p-296.
- Crespo, G. 2011. Comportamiento de la materia orgánica del suelo en pastizales. Revista Cubana de Ciencia Agrícolas. Vol. 45. N° 4. p 343-347.
- Daza, M; Jácome, A; Peñarete, W. 2013. Fertilización orgánica e inorgánica en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en suelo inceptisol con propiedades ándicas. Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente. Revista de Ing. Recur. Nat. Ambient. Colombia. N° 12. p 59-60.
- De La Rosa, D; Teutli M, Ramírez, M. 2007. Electro remediación de suelos contaminados, una revisión técnica para su aplicación en campo. Revista Int. Contam. Ambient. Mex. vol.23 .N°3. p 129-138.
- De Santos, S y Urquiaga, R 2013. Compostaje y vermicompostaje Domésticos. (En línea). Consultado el 20 de abril del 2014. Formato (PDF). Disponible en: [http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2013-04-santos-urquiaga\\_tcm7-269154.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2013-04-santos-urquiaga_tcm7-269154.pdf)
- Doerge T; Kitchen N; y Lund, E. 2009. Mapeo de Conductividad Eléctrica del Suelo. (En línea). Consultado el 13 de Mayo del 2014. Formato (PDF). Disponible en: [http://www.logemin.com/eng/Download/pdf/39\\_mapeo\\_conductividad\\_electrica.pdf](http://www.logemin.com/eng/Download/pdf/39_mapeo_conductividad_electrica.pdf)
- Domínguez, J; Vargas, R. 2008. Vermicompostaje. Madrid. N° 2. p 320.
- Domínguez, J; Gómez, M; Lazcano, C. 2010a. Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. España. N° 2. p. 359-371.
- 2010b. Propiedades bioplaguicidas del vermicompost. Revista acta Zoológica Mexicana (nueva serie). N° 2. p 373-383.
- Durán, L y Henríquez, C. 2007. Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. Revista Agronomía Costarricense. Vol 31. N°1. p 42.

- 2010. El vermicompost: su efecto en algunas propiedades del suelo y la respuesta en planta. Revista Agronomía Costarricense. Vol. 21. N°1. p 87
- Félix, J; Martínez, R; Olalde, V; Rojo, G; Sañudo, R. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. Revista Ra Ximhai. Vol. N° 4. p 57.
- Fernández, J (2009). Valoración de la efectividad de vermicomposts de residuos vitivinícolas y oleícolas en el control de plaguicidas en suelos. Tesis. (En línea). Consultado el 3 de Abril del 2014. Formato (Pdf). Disponible en <http://0-hera.ugr.es.adrastea.ugr.es/tesisugr/17712993.pdf>
- Flores, B; Hernández, R; Lozano, Z; Pulido, M; Rondón, T. 2010. Cambios en fracciones dinámicas de la materia orgánica de dos suelos, inceptisol y ultisol, por el uso con cultivo de cítricas. Revista Bioagro. Venezuela. Vol. 22 N° 3
- García, Y; Ramírez, W; Sánchez, S. 2012. Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. Revista Pastos y Forrajes. Cuba. Vol. 35. N° 2. p 126.
- Giménez, R. 2009. Física del suelo. (En línea). Consultado el 13 de Mayo del 2014. Formato (Doc.). Disponible en: <http://www.edafo.com.ar/Descargas/Cartillas/Fisica%20del%20Suelo>.
- Gloria, C. 2007. Humus de lombriz. (En línea). Consultado el 20 de Abril del 2014. Formato (PDF). Disponible en: <http://www.feriasaraucania.cl/UserFiles/File/humus.pdf>
- Hernández, A; Ascanio, M; Morales, M; Bojórquez, J; García, N; García, J. 2006. El Suelo: Fundamentos sobre su formación, los cambios globales y su manejo. (En línea). Consultado el 13 de Mayo del 2014. Formato (PDF). Disponible en [http://mx1.rapaluruquay.org/organicos/Importancia\\_lombrices\\_agricultura](http://mx1.rapaluruquay.org/organicos/Importancia_lombrices_agricultura).
- Jaramillo, J. 2005. Estudio de cuatro sistemas de labranzas sobre el rendimiento en el cultivo del maíz (Zea maíz l.) en el valle del río Portoviejo. Tesis. Ingeniero. Agrícola. Portoviejo-Manabí.EC
- López M; Porta, J; Poch R. (2013) Edafología: uso y protección de suelos. P 245. España. 3ed. Disponible en <http://books.google.com.br/books>
- Mogollón, J; Tremont, O; y Rodríguez, N. 2011. Efecto del uso de un vermicompost sobre las propiedades biológicas y químicas de suelos degradados por sales. Venesuelos.(En línea). Consultado el 9 de Julio del

2014. Formato (PDF). Disponible en <http://venesuelos.org.ve/index.php/venesuelos/article/view/75>

Moreno R; Valdés, P y Zarate L. 2005. Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. Agricultura Técnica. Chile. Vol 65. N° 1.

Pérez, E. 2013. Análisis de fertilidad de suelos en el laboratorio de Química del Recinto de Grecia, Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica. InterSedes: Revista de las Sedes Regionales. Vol. 19. N° 29.

Rosales, A; Murillo, B; Ramírez, A, Villavicencio, E; Hernández, J; Aguilar, Xochilth y Guerrero, Z (2012). Guía técnica para La producción de lombricomposta. (En línea). Consultado el 20 de abril del 2014. Formato (PDF). Disponible en: [http://intranet.cibnor.mx/personal/bmurillo/docs/manual\\_de\\_lombricomposta\\_FINAL.pdf](http://intranet.cibnor.mx/personal/bmurillo/docs/manual_de_lombricomposta_FINAL.pdf)

Schuldt, M. 2006. Lombricultura. Mundi-prensa. Madrid. p 74

Stanley E. (2007). Introducción a la química ambiental. Editorial Reverte. P 320. México. (En línea). Consultado el 20 de abril del 2014. Disponible en: <http://books.google.com.br/books?>

Stern, E; Nicolayersky, A. 2001. Semillas Papalotla, S.A. Manual de actualización técnica. 1era edición. México. p 35.

Suquilanda, M. 2009. El deterioro de los suelos en el ecuador y la producción agrícola. (En línea). Consultado el 9 de Julio del 2014. Formato (PDF). Disponible en: [www.secsuelo.org/.../3.%20Ing.%20%20Manuel%20Suquilanda.pdf](http://www.secsuelo.org/.../3.%20Ing.%20%20Manuel%20Suquilanda.pdf)

Vargas, R; Romero, R y Fernández, M. 2014. De residuos a recursos camino a la sostenibilidad. 5 ed. España. Mundiprensa. p 103.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1. ANALISIS DE LABORATORIO

	<b>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS</b> Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gov.ec
---	---

## REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b>	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b>	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b>
Nombre : Lopez Lidice Dirección : Ciudad : Calceta Teléfono : Fax :	Nombre : Sin Nombre Provincia : Manabí Cantón : Bolívar Parroquia : Calceta Ubicación : Sitio Limón	Cultivo Actual : N° Reporte : 004840 Fecha de Muestreo : 29/10/2014 Fecha de Ingreso : 30/10/2014 Fecha de Salida : 14/11/2014

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm					ppm					
	Identificación	Area		NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
72923	ESPAM Área Orgánica		6,7 <b>PN</b>	20 <b>M</b>	78 <b>A</b>	2,03 <b>A</b>	6 <b>M</b>	5,0 <b>A</b>	4 <b>B</b>	4,9 <b>M</b>	4,7 <b>A</b>	103 <b>A</b>	43,2 <b>A</b>	0,21 <b>B</b>
72924	ESPAM Área de Cacao		6,7 <b>PN</b>	14 <b>B</b>	66 <b>A</b>	2,38 <b>A</b>	10 <b>A</b>	5,9 <b>A</b>	3 <b>B</b>	5,1 <b>M</b>	7,0 <b>A</b>	81 <b>A</b>	10,0 <b>M</b>	0,22 <b>B</b>
72925	ESPAM Área Convencional		6,6 <b>PN</b>	13 <b>B</b>	91 <b>A</b>	1,84 <b>A</b>	10 <b>A</b>	5,4 <b>A</b>	10 <b>M</b>	3,8 <b>M</b>	6,5 <b>A</b>	112 <b>A</b>	11,1 <b>M</b>	0,22 <b>B</b>



INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
pH				pH = Suelo: agua (1:2,5)		Olsen Modificado	
Elementos: de N a B				N,P,B = Colorimetría		N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	
<b>MAc</b> = Muy Acido	<b>LAc</b> = Liger. Acido	<b>LAI</b> = Lige. Alcalino	<b>RC</b> = Requiere Cal	<b>B</b> = Bajo	S = Turbidimetría		Fosfato de Calcio Monobásico
<b>Ac</b> = Acido	<b>PN</b> = Prac. Neutro	<b>MeAl</b> = Media Alcalino		<b>M</b> = Medio	K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica		B,S
<b>MeAc</b> = Media. Acido	<b>N</b> = Neutro	<b>Al</b> = Alcalino		<b>A</b> = Alto			

+   
LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

+   
RESPONSABLE LABORATORIO

## ANEXO 2. TEXTURA DE LOS SUELOS

SUELOS	Textura (%)			Clases textural
	Arena	Limo	Arcilla	
Área Convencional	48	40	12	Franco
Área Orgánica	40	40	20	Franco
Área de Cacao	48	48	4	Franco arenoso

Realizado: En el Laboratorio de suelo y agua de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "MFL", 2015.

## ANEXO 3. ANALISIS DE LABORATORIO DEL VERMICOMPOST UTILIZADO

## VERMICOMPOST + SUELO DESPUES DE LA SIEMBRA

	<b>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"</b> LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec
	<b>REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS</b>

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b>	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b>	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b>
Nombre : Navia Bermúdez Eliana Daniela Dirección : Ciudad : Calceta Teléfono : Fax :	Nombre : Sin Nombre Provincia : Manabí Cantón : Bolívar Parroquia : Calceta Ubicación :	Cultivo Actual : N° Reporte : 00283 Fecha de Muestreo : 17/08/2015 Fecha de Ingreso : 17/08/2015 Fecha de Salida : 01/09/2015

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
75504	Área convencional T1 0% humus		7,2 <b>PN</b>	21 <b>M</b>	147 <b>A</b>	1,13 <b>A</b>	18 <b>A</b>	6,6 <b>A</b>	23 <b>A</b>	3,3 <b>M</b>	6,6 <b>A</b>	121 <b>A</b>	18,3 <b>A</b>	0,21 <b>B</b>
75505	Área conv. T2 25 % humus		7,8 <b>LAI</b>	36 <b>M</b>	241 <b>A</b>	2,64 <b>A</b>	19 <b>A</b>	7,4 <b>A</b>	64 <b>A</b>	5,9 <b>M</b>	4,9 <b>A</b>	111 <b>A</b>	18,0 <b>A</b>	0,60 <b>M</b>
75506	Área conv. T3 50% humus		8,0 <b>LAI</b>	35 <b>M</b>	327 <b>A</b>	3,31 <b>A</b>	19 <b>A</b>	7,7 <b>A</b>	65 <b>A</b>	9,1 <b>A</b>	4,0 <b>M</b>	98 <b>A</b>	22,8 <b>A</b>	0,63 <b>M</b>
75507	Área conv. T3 75% humus		8,2 <b>MeAl</b>	37 <b>M</b>	350 <b>A</b>	12,82 <b>A</b>	21 <b>A</b>	8,0 <b>A</b>	69 <b>A</b>	12,0 <b>A</b>	2,8 <b>M</b>	81 <b>A</b>	21,5 <b>A</b>	0,77 <b>M</b>
75508	Área Organica T1 0% humus		7,3 <b>PN</b>	30 <b>M</b>	123 <b>A</b>	1,85 <b>A</b>	18 <b>A</b>	6,1 <b>A</b>	33 <b>A</b>	3,8 <b>M</b>	5,1 <b>A</b>	108 <b>A</b>	21,6 <b>A</b>	0,30 <b>B</b>
75509	Área Organica T2 25% humus		7,7 <b>LAI</b>	37 <b>M</b>	250 <b>A</b>	2,77 <b>A</b>	18 <b>A</b>	6,6 <b>A</b>	42 <b>A</b>	7,3 <b>A</b>	4,2 <b>A</b>	105 <b>A</b>	21,7 <b>A</b>	0,55 <b>M</b>
75510	Área Organica T3 50% humus		8,1 <b>MeAl</b>	42 <b>A</b>	300 <b>A</b>	3,20 <b>A</b>	18 <b>A</b>	6,9 <b>A</b>	66 <b>A</b>	7,4 <b>A</b>	3,6 <b>M</b>	84 <b>A</b>	27,5 <b>A</b>	0,46 <b>B</b>
75511	Área Organica T4 75% humus		8,1 <b>MeAl</b>	42 <b>A</b>	350 <b>A</b>	12,15 <b>A</b>	15 <b>A</b>	6,0 <b>A</b>	77 <b>A</b>	13,0 <b>A</b>	2,5 <b>M</b>	76 <b>A</b>	20,1 <b>A</b>	0,88 <b>M</b>
75512	Área de Cacao T1 0% humus		7,1 <b>PN</b>	16 <b>B</b>	99 <b>A</b>	1,86 <b>A</b>	22 <b>A</b>	8,1 <b>A</b>	31 <b>A</b>	3,3 <b>M</b>	7,9 <b>A</b>	105 <b>A</b>	14,8 <b>M</b>	0,23 <b>B</b>
75513	Área de Cacao T2 25% humus		7,6 <b>LAI</b>	28 <b>M</b>	210 <b>A</b>	3,57 <b>A</b>	21 <b>A</b>	8,2 <b>A</b>	45 <b>A</b>	5,4 <b>M</b>	6,2 <b>A</b>	102 <b>A</b>	14,1 <b>M</b>	0,59 <b>M</b>
75514	Área de Cacao T3 50% humus		7,9 <b>LAI</b>	32 <b>M</b>	304 <b>A</b>	2,79 <b>A</b>	21 <b>A</b>	8,3 <b>A</b>	71 <b>A</b>	8,7 <b>A</b>	4,4 <b>A</b>	85 <b>A</b>	19,5 <b>A</b>	0,87 <b>M</b>
75515	Área de Cacao T4 75% humus		8,1 <b>MeAl</b>	32 <b>M</b>	350 <b>A</b>	12,19 <b>A</b>	16 <b>A</b>	5,9 <b>A</b>	63 <b>A</b>	11,0 <b>A</b>	2,5 <b>M</b>	68 <b>A</b>	18,2 <b>A</b>	0,95 <b>M</b>
75516	Humus Puro		7,2 <b>PN</b>	35 <b>M</b>	350 <b>A</b>	16,96 <b>A</b>	12 <b>A</b>	4,9 <b>A</b>	59 <b>A</b>	12,4 <b>A</b>	1,5 <b>M</b>	69 <b>A</b>	10,1 <b>M</b>	1,63 <b>A</b>

INTERPRETACION					METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
pH			Elementos: de N a B		pH	= Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado	
<b>MAc</b> = Muy Acido	<b>LAc</b> = Liger. Acido	<b>LAI</b> = Lige. Alcalino	<b>RC</b> = Requiere Cal	<b>B</b> = Bajo	<b>N,P,B</b>	= Colorimetría	<b>N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn</b>	
<b>Ac</b> = Acido	<b>PN</b> = Prac. Neutro	<b>MeAl</b> = Media. Alcalino		<b>M</b> = Medio	<b>S</b>	= Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico	
<b>MeAc</b> = Media. Acido	<b>N</b> = Neutro	<b>Al</b> = Alcalino		<b>A</b> = Alto	<b>K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn</b>	= Absorción atómica	<b>B,S</b>	

*X W. [Signature]*  
LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS



*[Signature]*  
RESPONSABLE LABORATORIO

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

**ANEXO 4. FOTOGRAFIA DEL EXPERIMENTO.**

Molienda de las muestras de suelos.



Realizando materia orgánica



Mezcla del vermicompost + suelo, siembra



Toma de altura de planta



Corte de la planta indicadora

## ANEXO 4. VALORES PROMEDIOS DE LAS VARIABLES

<b>ÁREA CONVENCIONAL</b>																				
<b>RÉPLICAS</b>	<b>12 DÍAS</b>				<b>20 DÍAS</b>				<b>25 DÍAS</b>				<b>PESO FRESCO</b>				<b>PESO SECO</b>			
	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>
<b>R1</b>	8,4	15,5	19,7	19,0	20,1	31,2	40,7	37,2	31,7	42,0	55,7	51,0	21,1	34,9	46,6	43,7	9,3	22,7	34,4	31,2
<b>R2</b>	11,6	20,1	22,2	22,3	24,2	37,6	46,3	46,8	36,1	49,3	60,9	58,1	28,2	42,1	53,7	53,2	16,1	30,1	41,5	41,2
<b>R3</b>	12,5	18,5	21,3	21,1	23,2	34,9	43,2	43,2	34,7	45,2	56,1	54,9	26,4	38,1	50,1	48,7	14,5	26,8	37,9	36,5
<b>R4</b>	10,9	17,0	21,1	20,2	22,4	33,0	44,6	43,0	34,7	43,8	55,8	55,9	26,6	36,9	52,2	48,7	14,5	23,2	40,2	36,5
<b>R5</b>	12,0	17,1	21,3	19,8	23,3	34,0	43,6	44,1	35,6	45,8	55,7	56,2	27,2	38,6	48,5	48,7	15,1	26,4	36,3	36,6
<b>R6</b>	11,6	15,2	17,7	18,6	23,0	35,8	43,6	43,0	35,5	45,0	55,6	57,0	27,0	37,7	47,1	48,4	14,9	25,6	34,9	36,9
<b>R7</b>	11,6	15,5	19,5	19,1	23,3	32,4	41,7	42,1	36,7	44,7	54,0	55,1	29,1	37,6	46,9	47,8	16,9	25,5	34,8	35,6

<b>ÁREA ORGÁNICA</b>																				
<b>RÉPLICAS</b>	<b>12 DÍAS</b>				<b>20 DÍAS</b>				<b>25 DÍAS</b>				<b>PESO FRESCO</b>				<b>PESO SECO</b>			
	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>
<b>R1</b>	13,2	17,3	20,2	20,0	24,9	32,6	49,3	49,2	36,0	45,6	59,2	59,0	26,6	37,2	49,8	49,2	14,5	25,1	37,7	37,1
<b>R2</b>	15,6	18,9	22,8	22,8	31,6	37,9	51,2	51,3	40,8	47,1	62,3	61,8	29,9	36,5	53,2	51,4	17,8	24,4	41,2	38,2
<b>R3</b>	14,5	18,0	20,8	20,0	30,0	40,0	52,5	52,2	38,2	49,0	62,0	61,3	28,6	41,4	52,8	51,2	16,5	29,4	40,7	39,1
<b>R4</b>	15,1	18,1	21,1	19,8	31,3	41,0	53,0	52,3	39,5	48,5	62,0	61,2	30,2	39,9	52,1	51,5	18,1	27,7	40,0	39,4
<b>R5</b>	15,0	18,0	20,5	19,4	30,8	40,1	51,6	51,2	39,7	48,3	61,7	61,3	31,0	39,5	50,9	51,3	19,1	29,0	38,8	39,2
<b>R6</b>	15,5	16,6	19,4	18,8	30,6	38,0	52,2	51,9	41,1	49,0	62,6	62,4	32,8	39,1	52,5	52,7	20,5	27,1	40,2	40,6
<b>R7</b>	14,9	17,3	20,3	18,9	29,8	38,5	51,9	51,7	41,7	49,6	62,9	63,0	33,2	40,8	52,1	53,0	21,1	28,7	40,0	40,8

<b>ÁREA DE CACAO</b>																				
<b>RÉPLICAS</b>	<b>12 DÍAS</b>				<b>20 DÍAS</b>				<b>25 DÍAS</b>				<b>PESO FRESCO</b>				<b>PESO SECO</b>			
	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>
<b>R1</b>	16,8	17,9	19,6	19,8	36,7	45,0	58,4	57,6	45,2	54,4	70,7	70,6	38,1	47,4	63,4	63,4	26,1	35,4	51,2	47,3
<b>R2</b>	16,3	18,3	19,9	19,4	35,5	47,9	59,3	58,0	45,2	59,1	70,9	69,9	38,1	51,4	63,4	62,7	26,1	39,4	51,2	50,5
<b>R3</b>	16,1	18,2	20,4	19,0	35,0	44,3	58,5	57,1	45,4	53,8	70,1	69,1	38,3	46,9	62,9	61,6	26,2	34,8	50,8	49,4
<b>R4</b>	16,6	17,9	19,5	19,5	37,1	44,4	59,1	58,1	47,1	54,5	70,3	70,4	39,8	47,6	63,2	63,2	27,7	35,5	51,0	51,1
<b>R5</b>	16,6	17,7	20,5	19,7	37,3	45,2	59,4	59,1	47,6	55,5	70,7	70,1	40,5	48,6	63,6	62,8	28,5	36,5	51,4	50,8
<b>R6</b>	15,9	17,1	20,2	19,3	35,6	45,6	59,7	59,0	46,5	55,7	71,0	70,1	39,2	48,5	63,8	62,7	27,2	36,5	51,8	48,9
<b>R7</b>	15,6	18,1	20,0	19,3	33,0	44,4	59,1	57,9	46,0	55,2	70,5	69,8	38,9	47,2	63,3	62,3	26,6	35,7	51,2	50,2