



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

CARRERA DE AGRONOMÍA

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN AL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

TEMA:

**EFFECTO DEL VERMICOMPOST SOBRE EL CRECIMIENTO Y
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum*
L.) BAJO SISTEMA PROTEGIDO**

AUTOR:

JESÚS DAVID ZAMBRANO VERA

TUTOR:

ING. EDUARDO FIDEL HECTOR ARDISANA PhD.

SANTA ANA, ENERO 2018

DERECHOS DE AUTORÍA

JESÚS DAVID ZAMBRANO VERA, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi 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.

Esta investigación se realizó en el marco del proyecto “*Efectos de los lixiviados de vermicompostaje sobre el comportamiento morfofisiológico y agroproductivo de especies de plantas de ciclo corto en la provincia de Manabí*” radicado en la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Técnica de Manabí, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

JESÚS DAVID ZAMBRANO VERA

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Yo, Eduardo Fidel Héctor Ardisana certifico haber tutelado la tesis **EFFECTO DEL VERMICOMPOST SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) BAJO SISTEMA PROTEGIDO**, que ha sido desarrollada por JESÚS DAVID ZAMBRANO VERA, previa la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Universidad Técnica de Manabí.

Ing. Eduardo Fidel Héctor Ardisana PhD.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** la tesis titulada **EFECTO DEL VERMICOMPOST SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) BAJO SISTEMA PROTEGIDO**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por JESÚS DAVID ZAMBRANO VERA, previa la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Universidad Técnica de Manabí.

Ing. M.Sc.

MIEMBRO

Ing. M.Sc.

MIEMBRO

Ing. Antonio Torres García, PhD.

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a Dios por permitir haberme rodeado de personas muy importante en mi vida, la cual me dejan una enseñanza importante, agradezco a mi madre Doris Arcentales por ayudarme cada día de mi vida y a mi tía Geanina Vera que siempre me ha dado su apoyo incondicional y a todas las personas que hicieron posible este logro.

Gracias!!

Jesús David Zambrano Vera

DEDICATORIA

Cuando mi madre partió de este mundo, tú fuiste quien llevo a cabo las labores que a ella le correspondían, puedo decir plenamente que eres mi madre y mi padre, quien me crio, y me enseñó valores, la cual siempre me hicieron responsable de mis deberes, y por eso que hoy en día te dedico este logro de mi vida.

Madre

Doris Arcentales Alcívar

Jesús David Zambrano Vera

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
3. JUSTIFICACIÓN.....	16
4. ANTECEDENTES.....	17
5. OBJETIVOS.....	18
5.1. OBJETIVO GENERAL	18
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
6. MARCO REFERENCIAL.....	19
6.1. EL PIMIENTO	19
6.2. AGRICULTURA ORGÁNICA	21
6.3. EL VERMICOMPOST	23
6.3.1. EFECTOS DEL VERMICOMPOST SOBRE VARIABLES DE IMPORTANCIA AGRÍCOLA.....	26
7. DESARROLLO METODOLÓGICO	30
7.1. UBICACIÓN.....	30
7.2. DURACIÓN.....	31
7.3. TRATAMIENTOS.....	31
7.4. DELINEAMIENTO DEL EXPERIMENTO	31
7.5. VARIABLES.....	32
7.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	32
7.7. MANEJO DEL ENSAYO	33
7.7.1. Preparación del terreno	33
7.7.2. Preparación de camas.....	34
7.7.3. Instalación de riego por goteo.....	35
7.7.4. Siembra del cultivo	36

7.7.5.	Fertilización del cultivo.....	37
7.7.6.	Trasplante del cultivo.....	38
7.7.7.	Riego del cultivo	38
7.7.8.	Control de plagas	40
7.7.9.	Cosecha del cultivo.....	40
7.7.10.	Toma de datos	41
8.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	42
9.	PRESUPUESTO.....	43
10.	ANÁLISIS Y REDACCIÓN DE RESULTADOS.....	44
10.1.	PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO.....	44
10.2.	CONTROL DE PLAGAS	45
10.3.	EFFECTOS DEL VERMICOMPOST SOBRE VARIABLES FISIOLÓGICAS	46
10.4.	EFFECTOS DEL VERMICOMPOST SOBRE EL RENDIMIENTO.....	52
10.4.1.	CONCLUSIONES	55
11.	RECOMENDACIONES	56
12.	BIBLIOGRAFÍA	57

CONTENIDO DE CUADROS, GRÁFICOS E IMÁGENES

CUADROS

Cuadro 7. 1.	Características geográficas del área de estudio.	30
Cuadro 7. 2.	Tratamientos.	31
Cuadro 7. 3.	Delineamiento del experimento.	31
Cuadro 7. 4.	Variables de respuesta.	32
Cuadro 7. 5.	Análisis de Varianza	32
Cuadro 8. 1.	Cronograma de actividades.....	42

Cuadro 9. 1. Presupuesto.	43
Cuadro 10. 1. Malezas predominantes.	45
Cuadro 10. 2. Insectos y plagas predominantes.	45
Cuadro 10. 3. Descripción de variables.	46
Cuadro 10. 4. ANOVA de las variables analizadas.	47

GRÁFICOS

Gráfico 10. 1. Incremento en la altura de plantas de pimiento.	48
Gráfico 10. 2. Incremento en el diámetro de plantas de pimiento.	48
Gráfico 10. 3. Incremento en la cantidad de hojas de plantas de pimiento.....	49
Gráfico 10. 4. Incremento en el contenido de pigmentos de plantas de pimiento. ¡Error!	
Marcador no definido.	
Gráfico 10. 5. Rendimiento de plantas de pimiento	53

IMÁGENES

Imagen 7. 1. Ubicación de la Estación Experimental “La Teodomira”.	30
Imagen 7. 2. Preparación del terreno.	33
Imagen 7. 3. Preparación de camas.....	34
Imagen 7. 4. Instalación de riego por goteo.	35
Imagen 7. 5. Siembra del cultivo.....	36
Imagen 7. 6. Fertilización del cultivo.....	37
Imagen 7. 7. Trasplante del cultivo.....	38
Imagen 7. 8. Riego del cultivo.	39
Imagen 7. 9. Cosecha del cultivo.	40
Imagen 7. 10. Toma de datos..... ¡Error! Marcador no definido.	

RESUMEN

La investigación planteada se ejecutó en la Estación Experimental “La Teodomira”, ubicada en la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí. El objetivo de esta investigación fue evaluar las repuestas en el crecimiento y rendimiento en el cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.) mediante la aplicación de diferentes dosis de vermicompost. Para su efecto, se utilizó un BA (Diseño de Bloques al Azar); así mismo, se aplicaron 5 tratamientos distribuidos de la siguiente manera: tratamiento 1 (suelo testigo), tratamiento 2 (VEB 7 t.ha⁻¹), tratamiento 3 (VEB 5 t.ha⁻¹), tratamiento 4 (VEB 3 t.ha⁻¹) y tratamiento 5 (fertilización química NPK). Se evaluaron las siguientes variables: altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, pigmentos fotosintéticos y producción total. Para el análisis estadístico de las variables en estudio se empleó el software SPSS mediante el cual se logró obtener el Análisis de Varianza (ANOVA), los datos obtenidos del ANOVA por cada variable estudiada se representaron en gráficos estadísticos. El empleo de vermicompost provocó efectos favorables sobre las variables fisiológicas y el rendimiento estimado, destacándose el tratamiento 4 (VEB 3 t.ha⁻¹) como el más integral.

PALABRAS CLAVE: Vermicompost, pimiento, sistema protegido, fertilización mineral NPK.

ABSTRACT

The investigation was carried out in the "La Teodomira" Experimental Station, located in the Faculty of Agricultural Engineering of the Technical University of Manabí. The objective of this investigation was to evaluate the responses in the growth and yield in pepper cultivation (*Capsicum annum* L.) by applying different doses of vermicompost. For its effect, a BA (Random Block Design) was used; Likewise, 5 treatments distributed as follows: treatment 1 (control soil), treatment 2 (EBV 7 t.ha⁻¹), treatment 3 (EBV 5 t.ha⁻¹), treatment 4 (EBV 3 t .ha⁻¹) and treatment 5 (chemical fertilization NPK). The following variables were evaluated: height of the plant, diameter of the stem, number of leaves, photosynthetic pigments and total production. For the statistical analysis of the variables under study, the SPSS software was used, through which it was possible to obtain the Analysis of Variance (ANOVA). The use of vermicompost caused favorable effects on the physiological variables and the estimated yield, highlighting treatment 4 (VEB 3 t.ha⁻¹) as the most comprehensive.

KEY WORDS: Vermicompost, pepper, protected system, mineral fertilization NPK.

1. INTRODUCCIÓN

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) pertenece a la familia *Solanaceae*, considerada una de las de mayor importancia a nivel mundial por su producción, distribución y su consumo en diversas formas; es un vegetal altamente nutritivo rico en proteínas y minerales (Mateos *et al.*, 2013). Fonseca *et al.* (2012), expresan que en nuestro medio el cultivo del pimiento es de gran valor económico y nutricional, ya que lo siembran los pequeños, medianos y grandes agricultores de la Provincia de Manabí, para el sustento de sus hogares.

Una de las mayores preocupaciones en la actualidad es el uso y abuso de fertilizantes minerales que han ido destruyendo los suelos, razón por la cual ha aumentado la búsqueda de biofertilizantes alternativos que permitan incrementar la productividad de los cultivos con un menor impacto en el suelo (Mathivanan *et al.*, 2012).

De la misma manera, constituye una preocupación permanente para los agricultores que buscan la producción de hortalizas de calidad y que sean aptas para el consumo humano, ya que la producción de hortalizas libre de contaminantes forma parte de una de las prioridades para consumidores y agricultores (Uribe, 2011).

Para Munroe (2013), uno de los abonos orgánicos que ofrecen mayor rentabilidad tanto económica como social es el vermicompost, ya que es uno de los fertilizantes naturales de más alta calidad y más nutritivo para la planta. Por otro lado, debido a su efecto en la mejora del suelo promueve el crecimiento y un mejor rendimiento en los cultivos (Cruz *et al.*, 2014).

Shina (2012) expresa, que el medio ambiente también es beneficiario del uso de vermicompost, ya que las lombrices poseen una gran capacidad para acelerar el proceso de descomposición de los residuos; desintoxicando así, suelos con residuos sólidos, residuos industriales, desechos agrícolas, metales pesados y pesticidas.

En concordancia a lo expuesto, el estudio del vermicompost es de suma importancia, ya que de esta manera se puede conocer los grandes beneficios que este abono le provee

tanto al suelo como a los diferentes cultivos donde se lo aplica. Principalmente el vermicompost permite mantener y mejorar significativamente la fertilidad del suelo.

2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La agricultura tiene como propósito satisfacer las necesidades de la población, estas necesidades se ven obligadas a crecer a medida que aumenta la población mundial. Se estima que para el año 2025 la población incremente de 6,3 a 8,5 mil millones de habitantes; por tal razón, estos aumentos requerirán que la producción agrícola incremente aproximadamente el 40 a 50% para mantener el nivel actual de insumos de alimentos (FAO, 2012).

El pimiento es un vegetal altamente nutritivo rico en proteínas y minerales, en su composición vitamínica presenta valores superiores a otros miembros de la especie en cuanto a contenido de vitamina C, A, E, K, B6, nianicina, ácido fólico; así como los minerales calcio, sodio, magnesio, fósforo, cobre, zinc y níquel (Emmanuel *et al.*, 2014).

Camacho *et al.* (2014), menciona que el pimiento es una hortaliza que requiere de alta demanda de fertilización, pero el problema presente en nuestra actualidad es el uso indiscriminado de los fertilizantes químicos en la agricultura lo que ha provocado desequilibrio en el sistema suelo-planta, por disminución de las actividades microbianas y del potencial productivo de las cosechas, debido a que muchos agricultores del país no están capacitados con suficiente conocimiento de nuevas estrategias como la agricultura orgánica.

Según el último censo agrícola realizado en el país, la superficie cultivada de pimiento en el Ecuador como monocultivo fue de 956 ha y asociado 198 ha; y en la provincia de Manabí la superficie sembrada se encuentra alrededor de 380 ha con un rendimiento promedio de 1.200 cajas /ha (INIAP, 2014).

Para León *et al.* (2012), la aplicación de vermicompost incrementa los rendimientos y la calidad de varias hortalizas como el pimiento, el tomate, la lechuga y el pepino. Además, el vermicompost presenta una alta y rápida actividad biológica a bajas

concentraciones, proporcionando el desarrollo radical de las plantas. Así mismo, dan por resultado plantas saludables que ofrecen mayor producción (Paúl y Metzger, 2012).

Ante la eventual situación se plantea el siguiente problema científico: ¿Qué incidencia tiene el vermicompost sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo sistema protegido?

3. JUSTIFICACIÓN

En el mercado existe una gran variedad de fertilizantes orgánicos debido a la excesiva cantidad de cultivos (Meléndez, 2010). Su variedad se relaciona en el resultado positivo que presentan en el mejoramiento de las propiedades del suelo y de la planta, funcionando como sustitutivos de los fertilizantes sintéticos (Castro *et al.*, 2013).

Diferentes autores proponen varias opciones para mitigar los impactos negativos producidos por los fertilizantes sintéticos, además se han buscado alternativas más eficaces e incluso que sean capaces de generar mayores ingresos (Samayoa, 2012). Una de estas alternativas es la producción de compost a partir de la lombriz roja californiana (vermicompost) (Durán y Henríquez, 2011).

Para Carrillo (2014), la utilización del vermicompost es una alternativa efectiva ideal en la agricultura que incrementa el crecimiento y el rendimiento de los cultivos. Además, hace énfasis en el rescate de alternativas orgánicas, las cuales resultan beneficiosas para mantener las cosechas sanas, mejorando las propiedades biológicas y fisicoquímicas del suelo, conservando su capacidad productiva.

En base a lo expuesto, y haciendo énfasis en El Plan Nacional del Buen Vivir (2017-2021) que en su objetivo 6 menciona que se deben: *“Desarrollar las capacidades productivas para lograr la soberanía alimentaria”*, esta investigación tiene como finalidad realizar un estudio acerca del efecto del vermicompost sobre el cultivo de pimiento, de manera que favorezca la fertilidad del suelo y se promueva el uso de fertilizantes orgánicos.

4. ANTECEDENTES

Cruz *et al.* (2014), han demostrado que el vermicompost contiene promotores del crecimiento como auxinas, citoquininas y giberelinas, que son secretadas por las lombrices de tierra. La producción de estos reguladores promotores del crecimiento estimula el desarrollo de las plantas y acorta el tiempo de producción y cosecha de los cultivos.

Olivera *et al.* (2012), llevaron a cabo un ensayo en *Phaseolus vulgaris* con 5 tratamientos, donde constaba una fertilización química y 4 sustancias orgánicas. En este ensayo se pudo determinar que el tratamiento de 60 ml/l presentó buena altura promedio, mayor números de vaina y mayor granos por vainas; siendo el mejor en rendimiento con 1.21t.ha⁻¹ comparado con los demás tratamientos.

Por otra parte, Contreras *et al.* (2008), realizaron un estudio en plántulas de café *Coffea arabica*, con 5 tratamientos y 5 repeticiones, donde se aplicaron diferentes proporciones de vermicompost (10, 20 y 30%) al suelo, se utilizó un testigo (solo suelo), y un tratamiento adicional de suelo con fertilización mineral de fórmula completa (12-24-12-3 mg) en dosis de 8,5 g/planta. Los autores determinaron que el tratamiento que usó el 20% de vermicompost tuvo un mejor efecto sobre la altura de la planta, entre los 120 y 180 días después del trasplante, dejando atrás el nivel de crecimiento de los demás tratamientos.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar las respuestas en el crecimiento y rendimiento del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) a la aplicación de diferentes dosis de vermicompost.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de diferentes dosis de vermicompost sobre variables fisiológicas de plantas de pimiento.
- Determinar el efecto del vermicompost sobre el contenido de los pigmentos fotosintéticos.
- Determinar el efecto de vermicompost sobre el rendimiento estimado por hectárea del pimiento.

6. MARCO REFERENCIAL

6.1. EL PIMIENTO

El pimiento fue introducido en Europa a partir del siglo XVI, extendiéndose por muchos países del área mediterránea. Es una planta herbácea anual, de tallo erecto, erguido y ramificado, de rápido crecimiento, posee raíces muy ramificadas que pueden alcanzar hasta 1 metro de profundidad; esta planta alcanza un tamaño de 50 a 60 centímetros, las flores son blancas y pequeñas, posee hojas lanceoladas y abundantes, su fruto es de forma cónica y el tamaño es muy variado, presenta un color verde y al madurar se tiñe de rojo y contiene muchas semillas (Suquilanda, 2005).

Existen dos variedades de pimiento que son los dulces y los picantes. Estos varían en su forma, sabor, color y tamaño. El cultivo de pimiento se ha convertido en la quinta hortícola más cultivada en cuanto a superficie y el octavo según su producción total a nivel mundial (Corpei, 2009). Según Venegas (2013), las variedades de pimiento se distinguen por sus características ya sean estos dulces o picantes, grandes o pequeños, verdes, rojos o amarillos y por su forma, ya sean estos cuboides, cónicos o piramidales.

Desde el punto de vista nutricional el pimiento es rico en vitaminas y minerales siendo su contenido en vitamina C el más alto de todas las especies de hortalizas. Esta hortícola presenta un sabor picante debido al contenido del alcaloide capsicina (Nuez *et al.*, 2008).

El pimiento es una buena fuente de fibra, hidratos de carbono y agua, esta hortícola no aporta grasas lo que hace que el aporte calórico sea bajo y su contenido proteico es muy bajo. En cuanto a su contenido en vitaminas, los pimientos son muy ricos en vitamina C, especialmente los de color rojo, presentando más del doble de la que se encuentra en frutas como la naranja y la guayaba (Nuez *et al.*, 2008). La vitamina C, se caracteriza por ser un potente antioxidante, además interviene en la formación de colágeno, glóbulos rojos, dientes y huesos, aumentando la resistencia frente a las infecciones.

El cultivo de pimiento requiere de suelos con altas capacidades de retención de agua, bien drenados con pH de 6,0 a 7,5. Para Mundarain *et al.* (2005), los suelos más adecuados para el cultivo de pimiento deben ser suelos sueltos y arenosos con altos contenidos de materia orgánica y con un buen drenaje.

Suquilanda (2005), indica que el pimiento como todas las plantas cultivadas es atacado por un gran número de plagas y enfermedades. A continuación se señalan aquellas que constituyen un mayor problema para los agricultores: mosca blanca (*Bemisia tabaci*), pulgón (*Aphis gossypii*), gusano de follaje, gusano alambre (*Eleodes sp*), gusano (*Agrotis sp*), nematodos (*Meloidogyne spp*) y ácaros (*Tetranychus sp*). Entre las enfermedades se citan las siguientes: mal de almácigo (*Damping-off*) y podredumbre blanca (*Erwinia sp*).

El pimiento es una planta más susceptible a las variaciones de la temperatura que el tomate, ya que con temperaturas superiores a 35 o 40⁰ C la fructificación se debilita, por existir abortos florales. Por tanto, se desarrolla mejor en climas relativamente cálidos, donde no exista peligro de temporadas heladas. Además, esta planta requiere bastante luminosidad, lo que permite que admita temperaturas un poco más elevadas (Quintero, 2013).

En lo que respecta al suelo, la planta del pimiento es sensible a la calidad de este, el cual influye de manera directa tanto en las condiciones generales, como en el sabor y color del fruto. Puede producirse en suelos arenosos y arcillosos, sin embargo, los arenosos permiten una mayor producción. El pH ideal para la planta oscila entre 6,5 y 7, aunque en suelos arenosos puede resistir pH más altos (Quintero, 2013).

Así mismo, el autor menciona que otra exigencia es el agua, para esto se debe tener la precaución necesaria ya que los excesos provocan asfixia de raíces. La falta de este importante recurso, o su irregular suministro, provoca quebranto en las hojas, caída de flores y aumento del sabor picante en los frutos. Siendo el pimiento una planta muy sensible a la asfixia y la sequía, se debe mantener el suelo siempre húmedo. Si se realiza esta práctica incorrectamente, se pueden ocasionar pérdidas graves en el cultivo.

6.2. AGRICULTURA ORGÁNICA

La agricultura orgánica es un sistema de producción alternativo y económico de uso racional que deja a un lado los insumos externos sintéticos en los agroecosistemas (Gliessman, 2009). La agricultura orgánica propone lo siguiente:

- a. Reemplazar los insumos externos tales como: sustancias químicas sintéticas y combustibles con productos naturales.
- b. Control biológico de plagas.
- c. Utilizar nitrógeno fijado biológicamente y otros nutrientes liberados en la elaboración de abonos orgánicos (Altieri, 2005).

Dentro del grupo de abonos, se encuentran: el bocashi, el compost y el vermicompost. Su obtención se logra a partir de materiales de desecho como: gallinaza, broza de café, banano y plátano, cascarilla de arroz, melaza de caña, estiércol de animales, residuos orgánicos entre otros (Rose, 2000).

Existen varios productos utilizados para la elaboración de abonos orgánicos entre los cuales se destacan los siguientes:

Estiércoles: El estiércol es considerado como un abono universal por su actividad microbiana, la cantidad de sustancias varía según la especie del animal, de su dieta y del manejo utilizado. Las excretas son ricas en nitrógeno con la capacidad de estimular y mejorar la actividad microbiana del suelo. Ciertas excretas contienen mayor cantidad de nitrógeno que otras, lo que permite clasificarlas. Las excretas de la vaca por ejemplo ocupan el primer lugar, seguidas por las excretas de la cabra, las del caballo y las del conejo (Soto, 2002). Estas excretas pueden utilizarse en los cultivos de forma directa, ya sea por aspersión al follaje o granular directo al suelo.

Broza de café: Estos desechos frecuentemente se desperdician en las fincas y se convierten en contaminantes de ríos y quebradas. Los subproductos más abundantes del proceso de beneficiado húmedo del café son la pulpa y el mucílago, los cuales representan el 60 % del peso del fruto (Coger *et al.*, 2001).

Banano y plátano: Los desechos generados en cada cosecha de estos cultivos son altos (raquis, hojas, pseudotallos, cormos), estos materiales presentan altos contenidos de nutrientes y minerales, en especial de potasio. Por otro lado contienen altos niveles de agua, lo que facilita su rápida descomposición y transformación en materia orgánica (Uribe, 2003).

Para la elaboración de abonos orgánicos existen varios métodos. Sin embargo, son recomendables los procedimientos que no afecten la actividad microbiológica en la descomposición. En este proceso se debe tener en cuenta la naturaleza de los materiales, la relación carbono/nitrógeno y por último las propiedades físico químicas para lograr las condiciones óptimas a poblaciones microbianas benéficas (Benzing, 2001).

Compostaje: Se elabora mediante la realización de montículos formados por varias capas de diferentes materiales que se van adicionando progresivamente hasta alcanzar una altura de un metro. La pila se debe cubrir con materiales fibrosos, con la finalidad de alcanzar la temperatura deseada para la proliferación bacteriana (Chalker, 2001).

Lombrihumus: Se pueden emplear camas para preparar lombricomposteras, también se pueden emplear cajones de madera o canastillas plásticas, por lo que implica inversión en infraestructura. En el caso de trabajar con excretas de ganado vacuno, se recomienda adicionarlo fresco; con los demás materiales, se puede trabajar con cierto grado de pre composteo antes de ponerlo en contacto con la lombriz (Romero, 2000).

Abonos foliares: Estos se preparan a partir de bocashi, compost, lombricompost y excrementos frescos de los animales. Se los elaboran agregándolos dentro de un saco con agua, se dejan fermentar durante varias semanas y se aplican con una bomba de aspersor (Garcés *et al.*, 2002).

Para Domínguez *et al.* (2012), la materia orgánica del suelo es un factor para la fertilidad sostenible del suelo; ella experimenta un proceso de mineralización y libera cantidades sustanciales de N, P y K y pequeñas cantidades de micronutrientes, la

cantidad requerida es de 2 % para ser considerado un buen suelo para las labores agrícolas.

Según González (2013), la materia orgánica activa biológicamente al suelo al incorporar ácidos orgánicos y alcoholes durante su descomposición, que sirven de fuentes de carbono a los microorganismos de vida libre y fijadores de nitrógeno. El mismo autor menciona que proporciona sustancias como fenoles, que contribuyen a la respiración de la planta y a una mayor absorción de fósforo y aumenta la capacidad de intercambio catiónico.

6.3. EL VERMICOMPOST

Las grandes cantidades de residuos de cosecha se han transformado en un asunto de importancia mundial, el problema radica en su eliminación y gestión. Algunas medidas que se han adaptado para solucionar este problema pueden ofrecer dificultades aún más graves tales como la quema a cielo abierto y el vertido incontrolado (Ndegwa y Thompson, 2001). Por ello, en los últimos años se ha generado una creciente necesidad de desarrollar tecnologías ecológicamente racionales, económicas y socialmente aceptadas y aplicadas para el tratamiento de residuos de cosecha (Suthar, 2007).

El vermicompost proviene del latín *vermis*, que significa “lombrices”. Este se refiere a la obtención de un abono de alta calidad con la ayuda de las lombrices, a este proceso también se lo conoce con el nombre de lombricultura. A pesar de que los microorganismos son los encargados de la degradación de los residuos, las lombrices juegan un papel importante ya que son factores cruciales del proceso de degradación, gracias a la fragmentación y el acondicionamiento del sustrato para la degradación microbiana (Singh *et al.*, 2011).

Las lombrices juegan un papel fundamental en la biología del suelo ya que estas son capaces de destruir los patógenos del suelo y sirven como biorreactores naturales, las cuales se encargan de aprovechar la energía. El gran naturalista Charles Darwin, bautizó a las lombrices como soldados poco conocidos por la humanidad y grandes compañeras de los agricultores (Ibrahim *et al.*, 2011).

Sharma *et al.* (2005), mencionan que científicamente las lombrices se han establecido como una técnica de tratamiento de residuos agrícolas para producir fertilizantes orgánicos. Así mismo, las lombrices funcionan como herramientas para la eliminación de estiércol animal, por lo que su uso se ha vuelto más riguroso como un sistema ecológicamente racional (Atiyeh *et al.*, 2000).

En el vermicompostaje, las lombrices en la digestión de la materia orgánica producen excretas conocidas como deyecciones (De la Rosa, 2008), en las que se produce una bioconversión de los residuos en dos productos útiles, la biomasa de lombrices y el vermicompost. El primero se puede utilizar como fuente de proteínas, mientras que el vermicompost (las deyecciones) es considerado como un excelente producto ya que es homogéneo, tiene una estética deseable, ha reducido el nivel de contaminantes, mejora el crecimiento de las plantas por su contenido en hormonas, mejora el nivel de enzimas del suelo al favorecer la población microbiana y tiende a contener más nutrientes por un periodo más largo sin afectar negativamente el ambiente (Pradhan *et al.*, 2005).

El vermicompostaje es un proceso de descomposición que requiere el trabajo conjunto de microorganismos y lombrices. Las lombrices se alimentan de todos los restos biodegradables, tales como residuos agrícolas, estiércoles, desechos de cocina, entre otros, lo que permite convertirlos y estabilizarlos (Singh *et al.*, 2011). La interacción de las lombrices y microorganismos produce sustancias con actividad hormonal que necesita la planta para su desarrollo. Además, producen ácidos húmicos los cuales actúan como reguladores de las plantas (Arancon *et al.*, 2006).

Kostecka y Kaniuczak (2008), expresan que las lombrices reducen la biomasa microbiana al comienzo del proceso, pero permiten una mayor mineralización del nitrógeno y el aumento de las tasas de conversión de nitrógeno de amonio a nitrato. El principal efecto general de las lombrices en los residuos orgánicos es acelerar la maduración de los residuos orgánicos. Las deyecciones de las lombrices son una eficiente fuente de nutrientes y tienen menos probabilidad de producir estrés por salinidad al compararlos con los compost, las características físicas y químicas van a depender de la fuente de alimentación de las lombrices (Hernández *et al.*, 2010).

El vermicompostaje se ha convertido en uno de los métodos más utilizados para la adecuación y aprovechamiento de los desechos agrícolas (Benítez, 2005). El proceso de vermicompostaje es una técnica viable y económicamente rentable, la cual permite un manejo eficiente de los residuos de cosechas (Garg *et al.*, 2006).

Para Nogales *et al.* (2008), el vermicompostaje es una actividad desarrollada por una serie de organismos cuyo propósito es transformar las características del medio donde se desarrollan. En el reino animal existen más de 4.400 especies de lombrices de tierra identificadas, pero no todas ellas pueden ser utilizadas en la degradación de residuos orgánicos. Estas lombrices tienen la capacidad de reproducirse rápido, lo que permite que sucesivas generaciones se vayan sustituyendo continuamente, gracias a esto poseen una alta tasa de consumo del sustrato orgánico. Las especies más utilizadas en el proceso del vermicompostaje son *Eisenia fetida* y *Eisenia andrei*, ya que han demostrado ser las más eficientes para la biodegradación y estabilización de desechos orgánicos.

Además, en el vermicompostaje se encuentran relacionados una gran variedad de microorganismos, principalmente bacterias, hongos y actinomicetos mesófilos. La relación entre las lombrices y los microbios se basa en que estos últimos constituyen una parte fundamental en la dieta de las lombrices, las cuales pueden consumir bacterias, algas, hongos y protozoos de forma selectiva, llenándose de nutrientes asociados a la descomposición de la materia orgánica (Brown y Doube, 2004).

Por otro lado, la lombriz posee un sistema digestivo mutualista, que contiene exoenzimas producidas por los microorganismos que mejoran la degradación de la materia orgánica, aumentando así la capacidad de la lombriz para asimilar los nutrientes de origen orgánico (Drake y Horn, 2007).

Atiyeh *et al.* (2002), afirman que actualmente existen diversos estudios que avalan el beneficio de la lombriz de tierra, mejorando las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo. Numerosos investigadores han comprobado que estos efectos

incrementan el desarrollo de la planta y el rendimiento de los cultivos tanto en ecosistemas naturales como en los ecosistemas manejados.

En el suelo los microorganismos son los encargados de la degradación bioquímica de la materia orgánica en el proceso de vermicompostaje, mientras que las lombrices acondicionan el sustrato y promueven la actividad microbiana. Estas lombrices tienen la función de desintegrar el material orgánico, incrementando el área superficial, además mueven los fragmentos y los excrementos ricos en bacterias (Domínguez *et al.*, 2003). Adicionalmente, la actividad de las lombrices en el vermicompostaje es física-mecánica y bioquímica, es decir, contribuye a la aeración del sustrato, mezclado y molienda, y los procesos bioquímicos son influidos por la descomposición microbiana del sustrato en el intestino de las lombrices (Buck *et al.*, 2000).

6.3.1. EFECTOS DEL VERMICOMPOST SOBRE VARIABLES DE IMPORTANCIA AGRÍCOLA

Ruiz (2010), ejecutó un experimento para conocer el efecto del vermicompost respecto al número de vainas por plantas de pimiento. En cuanto a esta variable se pudo comprobar que el mejor comportamiento lo presentaron las plantas fertilizadas con abono orgánico generando una gran cantidad de vainas; mientras que las plantas cultivadas químicamente presentaron diferencias significativas por su bajo número de vainas.

Estudios sobre fertilización orgánica utilizando vermicompost mostraron valores elevados en la germinación de maní, donde las plántulas presentaron un mejor enraizamiento (Mathivanan *et al.*, 2012). El suministro de bioproductos a los cultivos alcanza cada vez mayor importancia desde el punto de vista económico y ecológico, además debe considerarse que estos actúan como estimuladores o reguladores del crecimiento de las plantas (Cruz *et al.*, 2014). Por su parte, Torres *et al.* (2015), mencionan que los extractos líquidos de vermicompost, como el Biostan y el Liplant, han demostrado ejercer positivos efectos en el crecimiento, el desarrollo y el comportamiento agroproductivo de los cultivos.

Según Pérez (2004), los resultados del efecto del vermicompost sobre la floración y fructificación de las plantas fueron muy notables en un estudio realizado en un cultivo de *Carica papaya*. La contribución del vermicompost en la fertilización fue significativa, siendo así que las primeras plantas presentaron un efecto evidente en la fase reproductiva de la papaya donde se tuvo un inicio de floración y fructificación más temprana una a los 42 y 90 días después del trasplante (ddt) y otra a los 49 y 97 días respectivamente. Mientras que hubo plantas que iniciaron su floración y fructificación a los 62 y 113 días. Por otra parte, las plantas fertilizadas químicamente, no llegaron a pasar la fase reproductiva durante el tiempo de duración del ensayo. Los resultados de este estudio muestran un efecto positivo del vermicompost sobre el desarrollo vegetativo, inicio de floración y formación de frutos en las plantas de estudio, comprobando una vez más los grandes beneficios que provee este abono orgánico a cualquier tipo de cultivo.

El efecto del vermicompost sobre estas variables demuestra la importancia que tiene como componente de sustrato y como abono orgánico al momento del trasplante. Así lo muestra un estudio realizado por Sindoni *et al.* (2009), en un cultivo de *Carica papaya*, en donde se pudo observar que desde la tercera hasta la octava semana después de la siembra, las plantas fertilizadas con vermicompost obtuvieron una mayor altura y diámetro del tallo. En el mismo tiempo las plantas con adición de vermicompost solo en el momento del trasplante, también presentaron mayor altura y diámetro del tallo, a diferencia de las plantas con fertilización química, donde se observaron valores menores en estas variables.

Los resultados de este estudio concuerdan con los expuestos por Acevedo y Pire (2004), quienes realizaron un estudio con sustratos en fase de vivero y campo con frutales de *Carica papaya* y *Passiflora edulis*, que establecieron que el uso de vermicompost solo o en combinación con proporciones de fertilizantes químicos, tuvo un efecto altamente significativo en el desarrollo de las plantas y que la menor altura y diámetro se presentó en las plantas fertilizadas en ausencia de vermicompost. En general, el solo uso de la fertilización química provocó un desarrollo muy bajo en las plantas, lo cual demuestra la importancia de la materia orgánica en el suelo caracterizado en este ensayo por el vermicompost.

Un estudio realizado a plantas de *Carica papaya* demostró que el uso del vermicompost fue positivo en el incremento de número de frutos. Las plantas cultivadas con este abono comenzaron a presentar frutos a partir de la semana cuatro después del trasplante, el número máximo de frutos se observó en las primeras plantas cultivadas con el abono orgánico con un total de 26, seguidas de las plantas que produjeron 12 frutos (Suquilanda, 2005).

Se ha manifestado que la adición del vermicompost a los suelos y sustratos de cultivo incrementa considerablemente el crecimiento y la productividad de una gran cantidad de cultivos hortícolas como el tomate y el pimiento. 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. Además, la adición de vermicompost puede producir una mejora significativa en las propiedades físicas tanto de los sustratos artificiales de cultivo (Domínguez *et al.*, 2012).

Un estudio realizado en plantas de pimiento chile demostró el comportamiento del rendimiento en cada una de las dosis evaluadas en el experimento, presentando diferencias significativas entre las dosis orgánicas y el testigo. El mayor rendimiento lo alcanzaron las plantas fertilizadas orgánicamente con 1.21 t/ha, 1.16 t/ha, 1.02 y 0.82 t/ha respectivamente. Cabe mencionar, que las plantas testigos solo alcanzaron un rendimiento de 0,6 t/ha, valor promedio de la media histórica, que oscila entre 0.60-0.80 t/ha (López *et al.*, 2013).

Los resultados expuestos concuerdan con los señalados por De Grazia *et al.* (2007), quienes demostraron el efecto beneficioso de la aplicación de compost mezclado con sustratos para los parámetros relacionados al proceso fotosintético, para lo cual utilizaron plántulas de pimiento. Las plantas provenientes de la mezcla testigo, sin adición de ningún tipo de compost, tardaron cuatro días más para desarrollar los primeros frutos hasta un tamaño comerciable que las plantas fertilizadas con vermicompost. Los resultados del estudio demuestran lo beneficioso que es el empleo

del vermicompost, no solo en el proceso de trasplante, sino también durante las fases posteriores del crecimiento y el desarrollo.

7. DESARROLLO METODOLÓGICO

7.1. UBICACIÓN

El proyecto de tesis fue realizado en la Estación Experimental “La Teodomira”, perteneciente a la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, la cual cuenta con las siguientes características:

Cuadro 7. 1. Características geográficas del área de estudio.

CARACTERÍSTICAS	ÁREA DE ESTUDIO
Coordenadas geográficas	01°09' de latitud Sur y 80°21' de longitud Oeste
Altitud	60 msnm
Temperatura promedio anual (°C)	25°C
Humedad relativa	82%
Precipitación promedio anual	550 mm/año.

Imagen 7. 1. Ubicación de la Estación Experimental “La Teodomira”.



7.2. DURACIÓN

La presente investigación tuvo una duración aproximada de 5 meses, desde mayo hasta septiembre del 2017.

7.3. TRATAMIENTOS

Se evaluaron tres tratamientos de dosificación de vermicompost de estiércol de bovino, más uno de fertilización química y uno como testigo.

Cuadro 7. 2. Tratamientos.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T ₁	Suelo
T ₂	VEB 7 t.ha ⁻¹ (420 g/Planta)
T ₃	VEB 5 t.ha ⁻¹ (300 g/planta)
T ₄	VEB 3 t.ha ⁻¹ (180 g/planta)
T ₅	fertilización química (NPK) (10g/planta)

Se determinaron las principales propiedades químicas del suelo en el que se trasplantaron las plantas, en el laboratorio de Agrocalidad ubicado en la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí.

7.4. DELINEAMIENTO DEL EXPERIMENTO

El diseño empleado fue el de bloques al azar (BA), con tres réplicas en cinco tratamientos.

Cuadro 7. 3. Delineamiento del experimento.

Diseño experimental	Bloques al azar (BA)
Número de tratamientos	5
Número de réplicas	3
Total de unidades experimentales	15
Superficie de la parcela experimental	4,8 m ²
Distanciamiento entre hileras	0,80 m
Distanciamiento entre plantas	0,75 m
Distancia entre repeticiones	0,50
Número de plantas por sitio	1
Número de plantas totales	375
Distancia entre unidades experimentales	1 m
Superficie del ensayo (12m x 19m)	228 m ²

7.5. VARIABLES

Cuadro 7. 4. Variables evaluadas.

VARIABLES	UNIDADES
Altura de la planta	cm
Diámetro del tallo	mm
Número de hojas	cantidad
Pigmentos fotosintéticos	SPAD
Rendimiento estimado por hectárea	t.ha ⁻¹

7.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron sometidos al respectivo análisis de varianza (ANOVA), mediante el software SPSS.

Cuadro 7. 5. Análisis de Varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	14
Tratamientos	4
Error Experimental	10

7.7. MANEJO DEL ENSAYO

A continuación se presentan los procedimientos que se llevaron a cabo en la investigación, con sus respectivas actividades.

7.7.1. Preparación del terreno

Para llevar a cabo esta actividad, se inició determinando si el grado de humedad del suelo era el adecuado, ya que suelos muy húmedos o muy secos son más difíciles de preparar. Para esto, se apretó un puñado de tierra de la superficie y otro del subsuelo, observando si la tierra se desmoronaba o si se quedaba compactada. Seguidamente, se realizó la limpieza del lugar, para lo cual se utilizó la máquina con rotavator que ayudó a preparar el suelo. Finalmente, se procedió a trazar el terreno con sus respectivas parcelas de acuerdo a los tratamientos que se iban a utilizar.



Imagen 7. 2. Preparación del terreno.

7.7.2. Preparación de camas

Esta actividad se inició con la mezcla del sustrato (tierra, materia orgánica y arena), luego se realizó la nivelación del suelo y se construyeron 5 camas de 1m de ancho x 15 cm de altura, dejando un espacio de 20 cm entre camas. Posteriormente, se humedeció el suelo a capacidad de campo. La construcción de las camas permitió facilitar el desarrollo de raíces y la absorción de agua y nutrientes de manera más eficiente. Además, ayudó a mejorar el sistema de aireación y el manejo del cultivo en general.



Imagen 7. 3. Preparación de camas.

7.7.3. Instalación de riego por goteo

Una vez preparado el terreno y construidas las camas, se procedió a la ubicación de las cintas de riego por goteo en toda el área a una distancia de 0,80 m entre hilera cada una, y con una distancia de 0,20 m entre orificios de goteo.



Imagen 7. 4. Instalación de riego por goteo.

7.7.4. Siembra del cultivo

El material de siembra utilizado fue el Híbrido Quetzal F1. La modalidad empleada para la siembra fue la de semilleros, para lo cual se utilizaron bandejas de plástico con 50 orificios cada una, colocando una semilla por cada orificio. Se realizó la aplicación de turba para la siembra de las semillas de forma manual, la cual consiste en colocar las semillas en la bandeja de siembra con la mano. Cabe mencionar, que el uso de semilleros es recomendable principalmente cuando el costo de la semilla es alto o exista riesgo de perder la semilla por ser pequeña.



Imagen 7. 5. Siembra del cultivo.

7.7.5. Fertilización del cultivo

La fertilización orgánica de vermicompost de estiércol de bovino, se aplicó de forma simultánea en diferentes dosis de la siguiente manera: 7 t.ha⁻¹ equivalente (420 g/planta), 5 t.ha⁻¹ equivalente (300 g/planta) y 3 t.ha⁻¹ equivalente (180 g/planta). La aplicación se realizó de forma localizada (en las posiciones donde se trasplantarían las plantas posteriormente) utilizando espeque. La forma exacta en que se llevó a cabo el procedimiento fue realizando una circunferencia de 20 cm alrededor del agujero donde se colocaría la planta, lo cual permitió que el fertilizante se mezclara correctamente con el suelo.



Imagen 7. 6. Fertilización del cultivo.

7.7.6. Trasplante del cultivo

El trasplante es un método tradicional en el cultivo del pimiento, para su efecto, las plantas se extrajeron de su cultivo en semilleros. Antes de arrancar las plantas del semillero se realizó un pequeño riego, lo cual ayudó a que estas se extraigan con mayor facilidad. Luego, se arrancaron con cuidado y se formaron manojos hasta su posterior trasplante. El trasplante se realizó de forma manual con espeques, a una distancia de 0,75 m entre planta y 0,80 m entre hileras, colocando una planta en cada sitio.



Imagen 7. 7. Trasplante del cultivo.

7.7.7. Riego del cultivo

El agua es la fuente vital de las plantas, para el manejo del riego durante el experimento se tuvo en cuenta el ciclo biológico del cultivo, el riego fue realizado cada 3 días durante 10 minutos, el agua aplicada se infiltraba directamente al suelo mediante la tecnología de riego localizada por goteo, los coeficientes de cultivo se utilizaron según los propuesto en el manual de la FAO 56, lo que plantean para el pimiento son de 0,70; 1,05 y 0,90 para las etapas inicio, desarrollo y final respectivamente donde se estimó una eficiencia de 90%.



Imagen 7. 8. Riego del cultivo.

7.7.8. Control de plagas

Los métodos de control aplicados para el manejo de malezas fueron manual y químico el Haloxyfon-R. Mientras que los métodos utilizados para el control de plagas fueron utilizadas químicamente el Thiamethozan y el Clorpirifos etil.

7.7.9. Cosecha del cultivo

Para efectuar la recolección del pimiento se esperó el tiempo prudente de cosecha, es decir cuando ya se encontraba maduro. La cosecha se realizó de forma manual a los 60, 75, 90 y 105 días después del trasplante (ddt).



Imagen 7. 9. Cosecha del cultivo.

7.7.10. Toma de datos

-Altura de la planta.- Se determinó la altura de la planta a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante con la ayuda de una cinta métrica.

-Diámetro del tallo.- Se tomó el diámetro del tallo a los 10 centímetros de altura de la base del tallo, a los 15, 30, 45 y 60 días después de trasplante. Para esto se utilizó un calibrador digital.

-Número de hojas.- Se contó el número de hojas a los 15, 30, 45 y 60 días de manera visual.

-Pigmentos fotosintéticos.- Para determinar los pigmentos fotosintéticos se utilizó un equipo digital (SPAD), se tomaron datos a los 15, 30, 45 y 60 días.

Se calcularon los incrementos en cada variable por la diferencia entre el último valor medio y el primero.

-Rendimiento estimado por hectárea- Se pesaron los frutos obtenidos a los 60, 75, 90 y 105 días después del trasplante, luego se sumaron los pesos y el resultado en kilogramos se consideró para el marco de plantación que ocupaba la planta (0,6 m²). Posteriormente, se calculó el rendimiento estimado por ha para cada planta sobre la base de ese valor, mediante la siguiente fórmula: $t.ha^{-1}((kg \text{ de frutos} \times 10000 \text{ m}^2)/10000)/1000$.

8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Cuadro 8. 1. Cronograma de actividades.

ACTIVIDADES	MESES				
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Preparación del terreno	X				
Preparación de camas	X				
Instalación de riego por goteo	X				
Siembra del cultivo	X				
Fertilización del cultivo		X			
Trasplante del cultivo		X			
Riego del cultivo		X			
Control de plagas			X		
Cosecha del cultivo			X		
Toma de datos			X	X	X
Análisis y redacción de resultados					X

9. PRESUPUESTO

Cuadro 9. 1. Presupuesto.

RUBRO	CANTIDAD	PRECIO \$
Bandejas germinadoras	12	96,00
Semillas de Pimiento	1 Funda	56,00
Turba o sustrato	1 Saco	55,00
Fertilizante químico	1 Saco	85,00
Agroquímicos (herbicidas e insecticidas)	Varios	40,00
Cintas para Tutorar	Varios	20,00
TOTAL		352,00

10. ANÁLISIS Y REDACCIÓN DE RESULTADOS

10.1. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

Cuadro 10. 1. Propiedades químicas del suelo.

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO	INTERPRETACIÓN RESULTADO
pH	Potenciométrico	-	6,75	Prácticamente neutro
Materia orgánica	Volumétrico	%	2,12	Bajo
Nitrógeno	Volumétrico	%	2,12	Alto
Fósforo	Colorimétrico	ppm	57,2	Alto
Potasio	Ab. atómica	Cmol /kg	1,78	Alto
Calcio	Ab. atómica	Cmol /kg	18,40	Alto
Magnesio	Ab. atómica	Cmol /k	4,16	Alto
Hierro	Ab. atómica	ppm	< 15,0	Bajo
Manganeso	Ab. atómica	ppm	14,56	Medio
Cobre	Ab. atómica	ppm	1,92	Bajo
Zinc	Ab. atómica	ppm	1,64	bajo

De acuerdo a los datos presentados en el cuadro 10.1, el suelo de manera general es apto para el cultivo del pimiento.

10.2. CONTROL DE PLAGAS

Las malezas que predominaron en el ciclo de cultivo del pimiento se describen a continuación:

Cuadro 10. 2. Malezas predominantes.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	CONTROL	DOSIS
Bledo Bravo	<i>Amaranthus spinosus</i>	Manual	X
Bledo Manso	<i>Amaranthus dubius</i>	Manual	X
Caminadora	<i>Rottboellia conchinchinensis</i>	Haloxypop-R metil estel	50ml/20lt

Suquilanda (2002), realizó una evaluación de las malezas presentes en un cultivo de pimiento, en donde efectuó un control químico mediante la utilización de Centurión a una dosis de 1litro/ha, el cual se lo aplicó 8 días después de la siembra con suelo húmedo. El autor menciona que las malezas deben ser controladas mediante tres o cuatro deshieras, utilizando pequeñas herramientas manuales de labranza como azadillas, binadoras, escarificadores o deshierbadoras mecánicas. Además, indica que las labores de deshierbe deben practicarse con mucho cuidado para evitar causar daños en el sistema radical de las plantas.

Por otra parte, los problemas fitosanitarios ocasionados por insectos y plagas, fueron bastantes severos durante tercera y cuarta semana después del trasplante, dentro del cultivo de pimiento se encontraron los siguientes tipos de insectos y plagas:

Cuadro 10. 3. Insectos y plagas predominantes.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	CONTROL QUÍMICO	DOSIS
Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i>	Thiamethozan	1g/1litro
Trips	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Thiamethozan	1g/1litro
Acaro Blanco	<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	Clorpirifos etil	1,5ml/1litro
Gusano de fruto	<i>Heliothis zea</i>	Clorpirifos etil	1,5ml/1litro

Edifarm (2005), realizó la desinfección del suelo de un cultivo de pimiento utilizando MOCAP de forma directa en el terreno, con el fin de controlar las plagas y enfermedades que estaban atacando al cultivo. Edifarm, decidió utilizar este tipo de químico ya que actúa por contacto de amplio espectro de control y efecto inmediato

sobre las poblaciones de plagas, que ocasionan grandes pérdidas económicas en los agricultores.

10.3. EFECTOS DEL VERMICOMPOST SOBRE VARIABLES FISIOLÓGICAS

Se presentan los datos generales (estadígrafos de tendencia central y dispersión) de las variables evaluadas:

Cuadro 10. 4. Descripción de variables.

DESCRIPTIVOS									
		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
INCREMENTO EN ALTURA	1	18	79,94	19,42549	4,58	70,2844	89,6045	29	104
	2	18	84,28	16,66559	3,93	75,9902	92,5654	50	108
	3	18	83,06	10,13133	2,39	78,0174	88,0937	69	109
	4	18	91,33	11,72228	2,76	85,504	97,1627	74	114
	5	18	64,61	14,68548	3,46	57,3082	71,914	20	84
	Total	90	80,64	17,06518	1,80	77,0702	84,2187	20	114
INCREMENTO EN DIÁMETRO	1	18	5,86	1,43383	0,34	5,142	6,568	2,92	9,1
	2	18	6,65	1,12432	0,27	6,0887	7,2069	4,88	8,58
	3	18	6,71	0,74617	0,18	6,3367	7,0788	5,66	8,27
	4	18	7,02	0,77201	0,18	6,6378	7,4056	5,72	8,63
	5	18	6,17	1,04319	0,25	5,6479	6,6854	4	8
	Total	90	6,48	1,11202	0,12	6,2469	6,7127	2,92	9,1
INCREMENTO EN HOJAS	1	18	81,50	27,39526	6,46	67,8767	95,1233	45	145
	2	18	105,11	28,53046	6,72	90,9232	119,299	43	186
	3	18	109,72	19,09668	4,50	100,2257	119,2188	80	155
	4	18	123,06	17,90653	4,22	114,1508	131,9603	99	158
	5	18	55,17	23,09125	5,44	43,6837	66,6497	26	104
	Total	90	94,91	33,36238	3,52	87,9235	101,8987	26	186
INCREMENTO EN PIGMENTOS	1	18	16,06	3,70575	0,87	14,2205	17,9062	7,7	23,87
	2	18	14,53	2,82818	0,67	13,1191	15,932	9,54	20
	3	18	15,81	5,12714	1,21	13,2614	18,3608	8,3	30,06
	4	18	19,84	6,62439	1,56	16,5474	23,1359	10,2	35,13
	5	18	26,60	6,76586	1,59	23,2321	29,9613	7,93	37,13
	Total	90	18,57	6,76564	0,71	17,1506	19,9847	7,7	37,13

TON/HA	1	18	7,22	1,24172	0,29	6,6064	7,8414	5,35	9,99
	2	18	14,07	2,1231	0,50	13,0148	15,1263	10,41	17,92
	3	18	13,74	2,31185	0,54	12,5926	14,8919	10,49	17,27
	4	18	19,46	3,32614	0,78	17,8087	21,1168	13,68	25,8
	5	18	9,27	2,19124	0,52	8,1837	10,363	6,97	15,39
	Total	90	12,75	4,84695	0,51	11,7394	13,7697	5,35	25,8

El ANOVA (cuadro 10.5) manifiesta que las variables en estudio presentaron diferencias significativas entre los tratamientos establecidos. Esta diferencia se determinó para el nivel de significancia con el que se trabajó (menor a 0,05).

Cuadro 10. 5. ANOVA de las variables analizadas.

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
INCREMENTO EN ALTURA	Inter-grupos	7034,844	4	1758,711	7,916	,000
	Intra-grupos	18883,778	85	222,162		
	Total	25918,622	89			
INCREMENTO EN DIÁMETRO	Inter-grupos	15,520	4	3,880	3,489	,011
	Intra-grupos	94,537	85	1,112		
	Total	110,057	89			
INCREMENTO EN HOJAS	Inter-grupos	51749,956	4	12937,489	23,244	,000
	Intra-grupos	47311,333	85	556,604		
	Total	99061,289	89			
INCREMENTO EN PIGMENTOS	Inter-grupos	1733,344	4	433,336	15,737	,000
	Intra-grupos	2340,530	85	27,536		
	Total	4073,874	89			
TON/HA	Inter-grupos	1627,466	4	406,866	74,630	,000
	Intra-grupos	463,400	85	5,452		
	Total	2090,866	89			

El gráfico 10.1 muestra los datos de incremento de la altura, en el cual se indica que el tratamiento sin fertilización (1) y los tres con dosis de vermicompost (2, 3, 4) fueron estadísticamente similares y superiores al tratamiento con fertilización química (5).

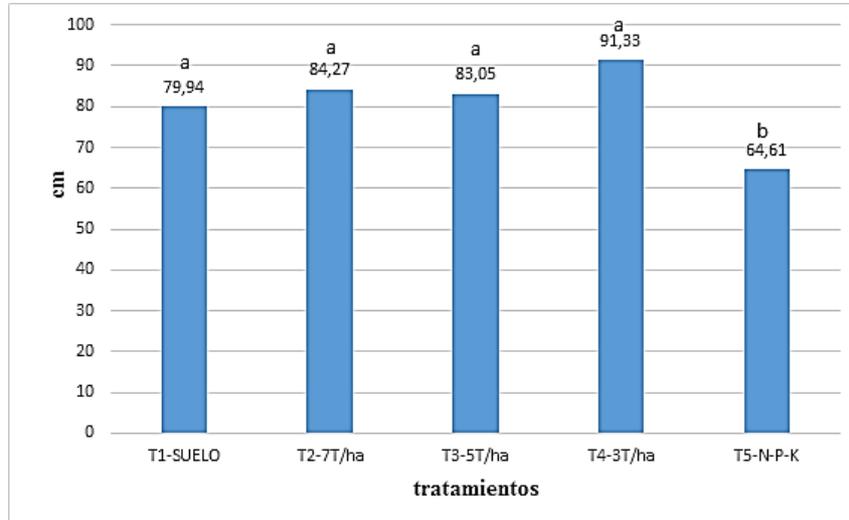


Gráfico 10. 1. Incremento en la altura de plantas de pimienta.

El gráfico 10.2 muestra los datos de incremento del diámetro, aquí el tratamiento 4 es estadísticamente igual a los tratamientos 2, 3 y 5. El tratamiento 1 representado por el suelo es estadísticamente igual a todos menos al tratamiento 4.

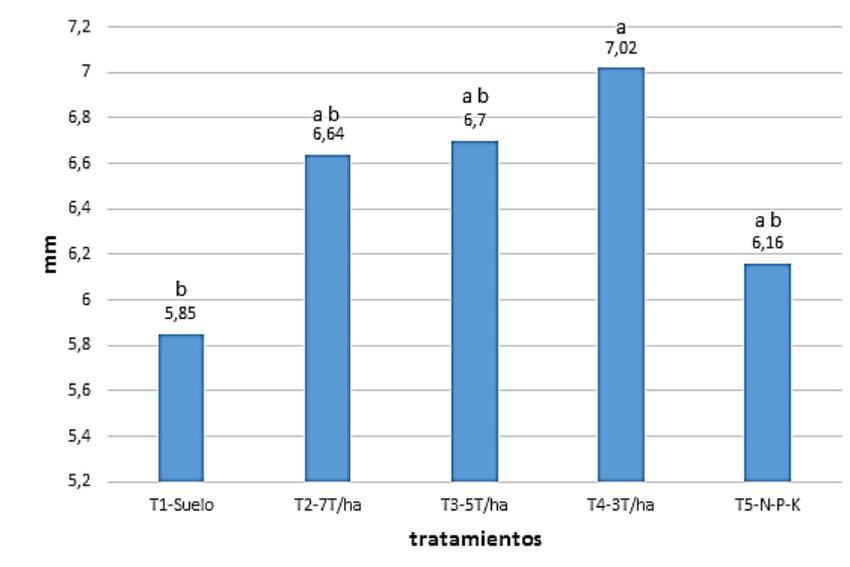


Gráfico 10. 2. Incremento en el diámetro de plantas de pimienta.

En el gráfico 10.3 se muestran los datos de la cantidad de hojas, se observa que los tratamientos 2, 3 y 4 son estadísticamente iguales y superiores al tratamiento 1 sin fertilización y al tratamiento 5 fertilizado químicamente.

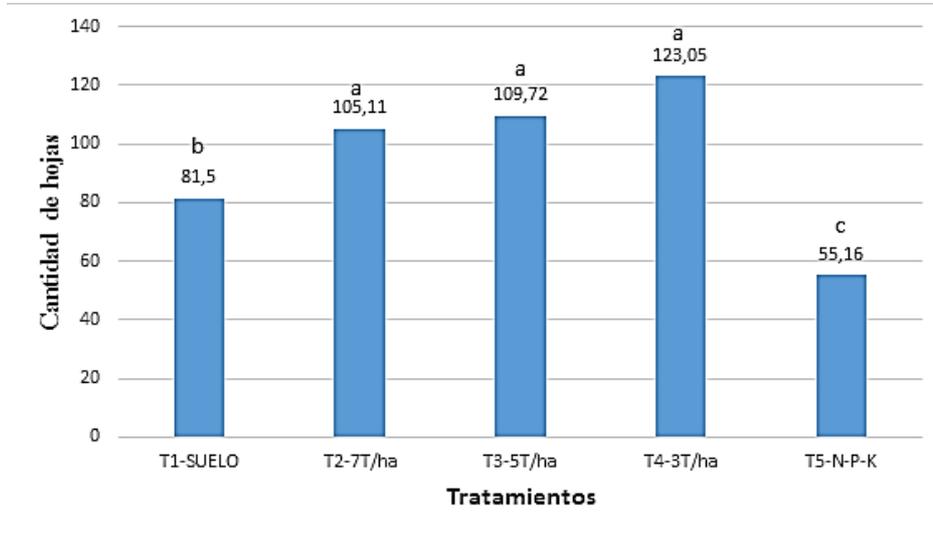


Gráfico 10. 3. Incremento en la cantidad de hojas de plantas de pimiento.

El gráfico 10.4 muestra los datos del incremento del contenido de pigmentos, aquí el valor mayor lo posee el tratamiento fertilizado con NPK (tratamiento 5). Por su parte, los tratamientos 1, 3 y 4 son estadísticamente similares. El tratamiento 2 es igual al tratamiento 1 y 3, pero diferente de los demás.

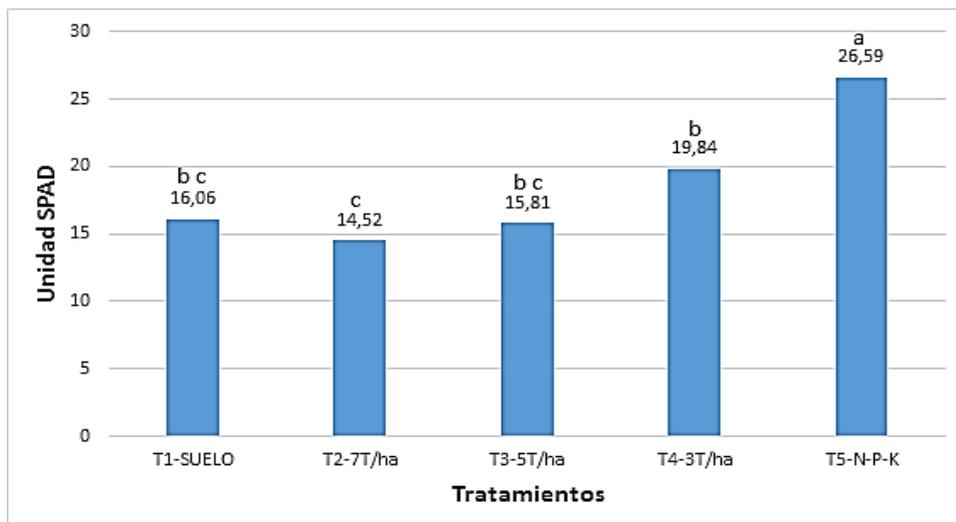


Gráfico 10. 4. Incremento en el contenido de pigmentos de plantas de pimiento.

En un estudio realizado por Sindoni *et al.* (2009), en un cultivo de *Carica papaya* se pudo observar que desde la tercera hasta la octava semana después de la siembra, las plantas fertilizadas con vermicompost obtuvieron un mayor incremento en su altura a diferencia de las plantas fertilizadas con químicos o sin fertilizantes. Por otro lado, estudios previos realizados por Escalona *et al.* (2010), lograron determinar que un cultivo con plántulas de pimentón fertilizadas con compost, vermicompost y aserrín de coco resultaron altamente significativos respecto a su altura de la planta. Asimismo, Babajide *et al.* (2008), llevaron a cabo un experimento con plantas de tomate, en el cual se demostró que la aplicación de vermicompost en plántulas del cultivo del tomate logró un mayor desarrollo que las plántulas tratadas con otro tipo de fertilizante. Por su parte, Saeed y Ahmad (2009), mediante otro estudio también realizado a plantas de tomate, lograron comprobar que la altura de las plantas tratadas con compost orgánico en combinación con yeso agrícola resultó más eficiente en comparación a las plantas testigo. Según Guadarrama *et al.* (2013), en un experimento aplicado a la producción de amaranto, las plantas fertilizadas con abono orgánico fueron las que presentaron una mayor altura seguidas de las plantas testigo. Atiyeh *et al.* (2001), mencionan que el incremento de altura en las plantas mediante la aplicación de vermicompost, se debe al contenido de elementos nutritivos y a la naturaleza de las comunidades microbianas que posee este abono. En este sentido, (Pulido y Trinidad 2007), señalan que entre mayor altura tenga una planta, mayor será el rendimiento obtenido. Estas diferencias significativas en el incremento de la altura probablemente se debe a que el vermicompost proporcionó una mejor actividad enzimática induciendo al desarrollo del número de microorganismos y bacterias benéficas que favorecieron al crecimiento biológico de la planta (Atiyeh, 2000).

López *et al.* (2013), determinaron que la utilización de vermicompost en un cultivo de pimiento presentó mejor diámetro y mayor incremento en el número de hojas de sus plantas que aquellas en las que se utilizó fertilizantes químicos. En un estudio (Mesa *et al.*, 2012), sobre la aplicación de extractos húmicos en rábano, todas las diluciones mostraron diferencias significativas en los indicadores del rendimiento evaluado, siendo la dilución 1/60 la que generó el mayor diámetro. Esto indica que el vermicompost mediante el uso de cualquier técnica de aplicación hace posible cambios fisiológicos bioestimulantes en un cultivo. Por su parte, Formaris y Rodríguez (2009), en un

experimento realizado al cultivo del tomate, demostró que en las variables de diámetro y peso del fruto hubo una diferencia significativa en las plantas tratadas con humus de lombriz, ya que estas obtuvieron valores mayores a las plantas testigo. En un experimento realizado por Mesa *et al.* (2012), a un cultivo de cebolla se le suministraron sustratos de vermicompost con estiércol de bovino, en donde las plantas tratadas con este abono presentaron mayor incremento en su diámetro debido a que estos fertilizantes son efectivos para aumentar la productividad agrícola según el criterio de los autores. De acuerdo a Escamilla *et al.* (2003), los resultados que obtuvieron en un trabajo de investigación usando fertilización orgánica y mineral en la producción de papaya, las plantas tratadas con abono orgánico (humus de lombriz) se desarrollaron mayormente en su diámetro a los 86 días después de la siembra, comparadas con aquellas plantas tratadas con fertilización mineral. Díaz *et al.* (2006), señalan que el uso del vermicompost combinado con estiércol permite el aumento de los índices fisiológicos en las plantas, ya que actúa como una excelente fuente de materia orgánica.

En el mismo estudio realizado por Mesa *et al.* (2012), en el cultivo de rábano en cuanto al número de hojas, se obtuvo una ligera tendencia en el aumento de esta variable en todos los tratamientos en que fueron utilizadas las diluciones de vermicompost. Otro estudio realizado también en cultivo de rábano por Aguilera (2009), demostró que a la cuarta semana de ser aplicado el vermicompost en las plantas se obtuvo un mayor incremento en el número de hojas en comparación al suelo testigo. Por otro lado, se ha comprobado el efecto positivo de la adición de vermicompost y extractos de sus ácidos húmicos sobre diversas variables como el número de hojas, contenido de minerales, crecimiento y rendimiento en diferentes cultivos (Arancon *et al.* 2004). Por su parte, Ortega *et al.* (2010), señala que la lombricomposta o vermicompost posee los nutrientes necesarios que favorecen el desarrollo y crecimiento de las plantas, influyendo especialmente en variables como número de hojas y germinación. En plantas de tomate se estudió el efecto del vermicompost en este cultivo, la adición de este abono incrementó el número de hojas y la longitud de los brotes según lo afirman Arthur *et al.* (2012). Resultados similares fueron presentados por Ruíz *et al.* (2007), al probar la fertilización orgánica e inorgánica en cuanto al cultivo de cebolla, donde se obtuvo el mayor promedio de hojas con la aplicación de la fertilización orgánica sobre la inorgánica.

Por otra parte, Rivera *et al.* (2012), evaluaron el efecto del extracto acuoso del vermicompost sobre la calidad de frutos de las fresas, en el cual se demostró que los frutos de las plantas fertilizadas con vermicompost presentaron un contenido significativamente mayor en sus pigmentos, a diferencia de las plantas fertilizadas químicamente. Guamingo (2009), realizó un estudio en el cultivo de pimiento en donde fueron aplicadas varias dosis de vermicompost, en cuyas plantas tratadas con este fertilizante se obtuvieron valores significativos respecto a los pigmentos, floración y número de frutos. Resultados similares presentaron Cimrin y Yilmaz (2005), en un cultivo de lechuga y Casco y Iglesias (2005), en un cultivo de maíz, donde realizaron aplicaciones de extracto de humus de lombriz superando estadísticamente en el contenido de pigmentos, altura y peso de las plantas, en comparación a plantas testigos y tratadas con productos químicos. Por su parte, Torres *et al.* (2012), muestran resultados similares en un cultivo de frijol fertilizado con abono orgánico, en donde se obtuvo contenido de pigmentos significativamente superiores comparado a las plantas testigo.

10.4. EFECTOS DEL VERMICOMPOST SOBRE EL RENDIMIENTO

En el gráfico 10.5 se muestra que todos los tratamientos fertilizados con compost fueron más productivos que el tratamiento sin fertilización y el que empleó la fertilización química. Además, se observa que el mejor tratamiento fue el 4 siendo el de menor concentración de compost por ha, lo cual desde el ámbito productivo y económico es considerado muy satisfactorio, ya que se pudo obtener una buena producción con poco compost por ha. Por su parte, los tratamientos 2 y 3 siguen siendo de buena producción. Por último, el tratamiento fertilizado con NPK no se aparta de la producción que puede generar un suelo sin ningún tipo de fertilizante.

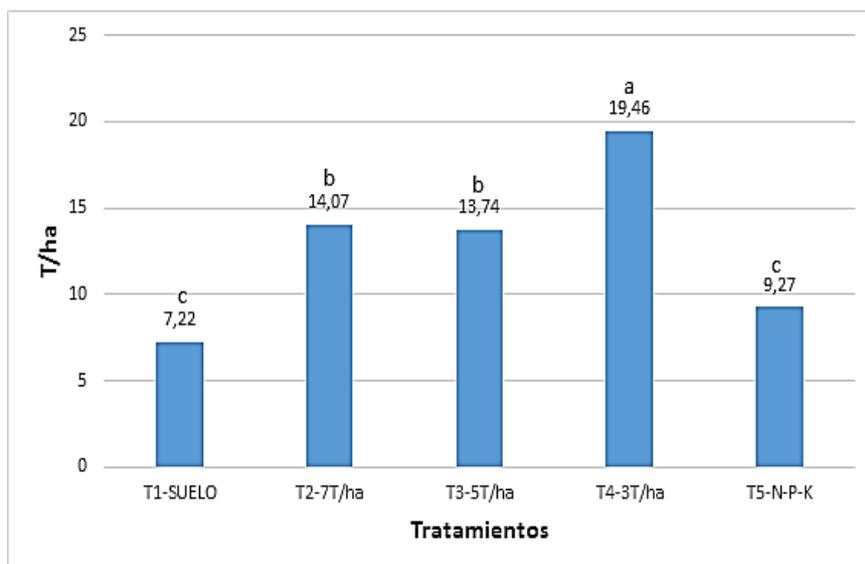


Gráfico 10. 5. Rendimiento de plantas de pimiento

En un experimento realizado a un cultivo de lechuga, se observó el efecto positivo del humus líquido (abono orgánico) en un 50% más frente a un suelo testigo. El humus líquido estimuló un mayor crecimiento y peso en el cultivo de lechuga, de manera que se constata que la aplicación de abonos orgánicos mejora la producción de cultivos en la mayoría de sus variables (Velasco *et al.*, 2016). Ruiz (2010), ejecutó un experimento en base a conocer el efecto del vermicompost respecto al número de vainas por plantas en un cultivo de pimiento. En cuanto a esta variable se pudo comprobar que el mejor comportamiento lo presentaron las plantas fertilizadas con abono orgánico generando una gran cantidad de vainas; mientras que las plantas fertilizadas químicamente presentaron bajo número de vainas en relación con las demás. Por su parte Ortega *et al.* (2010) y Pérez *et al.* (2012), reportan buenos rendimientos en cultivos de plantas de tomate mediante la aplicación de vermicompost en combinación con otros abonos orgánicos. Asimismo, Ocho *et al.* (2009), realizaron una evaluación al rendimiento del pimiento fertilizado con compost, en donde obtuvieron valores significativos en esta variable comparado al rendimiento que se obtuvo de las plantas testigo. Resultados similares han sido reportados en investigaciones realizadas por Rodríguez *et al.* (2008), Cruz (2009) y Márquez *et al.* (2013), en las cuales se ha hecho uso de fertilización orgánica (vermicompost) obteniendo excelentes resultados respecto al rendimiento. Méndez *et al.* (2014), llevaron a cabo un experimento en el cultivo de albahaca, en

donde los tratamientos fertilizados con sustrato de arena más vermicompost obtuvieron un mayor rendimiento en sus plantas en comparación a las fertilizadas con solución Steiner. Adicionalmente, se ha reportado la efectividad del humus líquido (extracto acuoso de vermicompost) aplicado foliarmente en las primeras etapas del crecimiento, desarrollo y rendimiento del tomate y la fresa (Arteaga *et al.*, 2006); además de proveer efectos bioestimulantes en las plantas (Arancon *et al.*, 2006). Dentro de este contexto, Hashemimajd *et al.* (2004) y Azarmi *et al.* (2008), mencionan que para obtener un buen rendimiento es necesario tratar a las plantas con fertilización orgánica, de esta manera se podrá inducir mayor producción en cultivos bajo agricultura protegida, cuando se producen con el uso de sustratos orgánicos.

10.4.1. CONCLUSIONES

- El empleo de vermicompost en dosis de 3, 5 o 7 t.ha⁻¹ condujo a incrementos significativos en la altura y la cantidad de hojas por planta con respecto al testigo fertilizado con nitrógeno, fósforo y potasio, y no provocó diferencias significativas con el testigo en el diámetro de las plantas.
- El contenido de pigmentos clorofílicos de las plantas a las que se les suministró vermicompost en cualquiera de las dosis fue significativamente inferior al de las plantas fertilizadas con nitrógeno, fósforo y potasio.
- Todos los tratamientos con vermicompost promovieron rendimientos estimados superiores al del testigo fertilizado con nitrógeno, fósforo y potasio, destacándose como el más productivo el tratamiento consistente en 3 t.ha⁻¹ de vermicompost.

11. RECOMENDACIONES

- Utilizar en el cultivo del pimiento la cantidad de 180g/planta equivalente a 3 t.ha⁻¹, ya que este valor fue el que generó mejores resultados, ayudando a los agricultores a gastar menos y producir más.
- Se debe continuar con el estudio de los efectos que tiene el vermicompost sobre otros híbridos de pimiento y en otras condiciones experimentales.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, I. y Pire, R. 2004. Efectos del lombricompost como enmienda de un sustrato para el crecimiento del lechoso (Carica papaya L.). *Revisita Interciencia* 29 (5): 274-279.
- Aguilera, R. 2009. Efecto del extracto de humus de lombriz, *Eisenia foetida*, en el desarrollo de la planta de rábano, *Raphanus sativus* (Brassicaceae) y en el control de *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) y *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae). Honduras.
- Altieri, M. 2005. *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. New York. Editorial Nordan. 338.
- Arancon, N; Edwards, C; Atiyeh, R; Metzger, J. 2004 a. Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. *Bioresource Technology*. 93:139-144.
- Arancon, N; Edwards, C; Lee, S; Byrne, R. 2006. Effects of humic acids from vermicompost on plant growth. *Editorial European Journal*. 42 (1): 65-69.
- Arteaga, M; Furidi, F; Pino, J; Menéndez, J; Cartaya, O. 2006. Evaluación de las aplicaciones foliares de Humus Líquido en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Amalia en condiciones de producción. Cultivos tropicales*. 27(3): 95-101.
- Arthur, D; Aremu, A; Kulkarni, M; Staden, V. 2012. Vermicompost leachate alleviates deficiency in tomato. 47(9): 1304-1307.
- Atiyeh, R; Domínguez, J; Subler, S; Edwards, C. 2000. Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms and the effects on seedling growth. *Revista Pedobiologia*. 44 (6): 709-724.

- Atiyeh R; Edwards, C; Subler, S; Metzger, J. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology*. 78 (1): 11-20.
- Atiyeh, R; Lee, S; Edwards, C; Arancon, N; Metzger, J. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Revista Bioresource Technology*. 84: 7-14.
- Azarmi, R; TorabiGiglou, M; Didar, R. 2008. Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicon esculentum*) field. *African Journal of Biotechnology*. 7: 2397-2401.
- Babajide, P; Olabode, O; Akanbi, W; Olatunji, O; Ewetola, E. 2008. Influence of composted tithoniabiomass and N-Mineral fertilizer on soil physico-chemical properties and performance of tomato (*Lycopersicon lycopersicum*). *Research Journal of Agronomy*. 2(4): 101-106.
- Benítez, E; Sainz, H; Nogales, R. 2005. Hydrolytic enzyme activities of extracted humic substances during the vermicomposting lignocelulosic olives waste. *Revista Bioresource Technology*. 96: 785-790.
- Benzing, A. 2001. *Agricultura orgánica, fundamentos para la región andina*. 682.
- Brown, G. y Doube, B. 2004. Functional interactions between earthworms, microorganisms, organic matter and plants. Florida. Editorial Earthworm Ecology. 213-239.
- Buck, C; Langmaack, M; Schrader, S. 2000. Influence of mulch and soil compaction on earthworm cast properties. *Revista Soil Ecology*. 14: 223-229.
- Camacho, E; Aymara, L; Valdivia, A; Pérez, H; Sergio, L; Rodríguez, J; Cruz, A. 2014. Uso de fertilizantes orgánicos y químicos en el cultivo de Pimiento. (En línea).

Consultado, 28 de ago. 2017. Formato PDF. Disponible en:
<http://monografias.umcc.cu/>

Carrillo, L. 2014. Energía de biomasa. 1° ed. S.S. Jujuy.

Castro, A; Henríquez, C; Bertsch, F. 2013. Capacidad de suministro de N, P y K de cuatro abonos orgánicos. *Agronomía Costarricense*. 33 (1): 31-43.

Casco, C. & Iglesias, M. 2005. Producción de biofertilizantes líquidos a base de lombricompost. Universidad Nacional del Nordeste. Argentina. 87.

Chalker, L. 2001. Utilization-Compost tea. (En línea). Consultado, 27 de ago. 2017. Formato PDF. Disponible en: www.whatcom.wsu.edu/

Cimrin, K. & Yilmaz I. 2005. Humic acid applications to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability. *Acta Agr Scan B Soli Plant*. 55: 58-63.

Coger, C; Sullivan, D; Kropf, A. 2001. Cómo hacer y usar compost: La compostación rápida (caliente). Washington. Oregon State University. 12.

Collantes, J. 2015. Estudio de dos tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en dos híbridos comerciales de pimiento (*Capsicum annun L.*). Tesis de grado. Ecuador.

Contreras, J; Acevedo, I; Escalona, A. 2008. Efecto del vermicompost sobre el crecimiento de plántulas en café arábico. *Revista Unellez Ciencia y Tecnología*. 26 (2): 14-21.

CORPEI. 2009. El pimiento se adapta en la Costa, Sierra y en la región Amazónica del Ecuador. (En línea). Consultado, 30 de ago. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://es.scribd.com/>

- Cruz, E. 2009. Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. *Universidad y Ciencia Trópico Humedo*. 25 (1): 59-67.
- Cruz, E; Can, A; Montoya, R; Pineda, J; Flores, R; Juárez, P; Santiago G. 2014. Concentración nutrimental foliar y crecimiento de chile serrano en función de la solución nutritiva y el sustrato. *Revista de Fitotecnia*. 37 (3): 289-295.
- De Garzia, J; Tiftonell, P; Chiesa, A. 2007. Efecto de sustratos con compost y fertilización nitrogenada sobre la fotosíntesis, precocidad rendimiento de pimiento (*Capsicum annuum*). *Revista Ciencia de Investigación Agrícola*. 34 (3): 195-204.
- De la Rosa, D. 2008. Evaluación agroecológica de suelos-para un desarrollo rural sostenible. Madrid. Ediciones Mundi. 404.
- Domínguez, J; Parmelee, R; Edwards, C. 2003. Interactions between *Eisenia andrei* and nematode populations during vermicomposting. *Revista Pedobiología*. 47: 53-60.
- Domínguez, J; Lazcano, C; Brandon, M. 2012. Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. España. *Acta Zoológica Mexicana*. 26 (2): 359-371.
- Drake, H. y Horn, M. 2007. As the worm turns: the earthworm gut as a transient hábitat for soil microbial biomes. *Annual Review of Microbiology*. 61: 169-189.
- Durán, L. y Henríquez, C. 2011. Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. *Agronomía Costarricense*. 31 (1): 41-51.
- Edifarm. 2005. Fungicidas para hortalizas. (En línea). Consultado, 20 de ago. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://www.edifarm.com.ec>.

- Emanuel, C; Henry, P; Okiri, O. 2014. Comparative evaluation of the nutritional, phytochemical and microbiological quality of three pepper varieties. *Revista Food and Nutrition Sciences*. 2 (3): 74-80.
- Escalona, A; Acevedo, I; Jiménez, F. 2010. Compost de champiñonera y vermicompost en el desarrollo de plántulas de pimentón. *Agronomía Tropical*. 60(1): 85-90.
- Escamilla, G; Saucedo, V; Martínez, D; Martínez, G; Sánchez, G; Soto, H. 2003. Fertilización orgánica y mineral sobre el desarrollo y la producción de papaya. México. *Redalyc*. 21(2): 166.
- FAO. 2012. Statistical data bases. Italy-Roma.
- Faustino. 2006. Dinámica y relaciones de microorganismos. Composteo y vermicomposteo. *Revista Agrociencia*. 35: 377-384.
- Fonseca, R; Chailoux, M; Tamayo, V; Vega, G; Anaya, K. 2012. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en el rendimiento del Pimiento. *Revista Granma Ciencia*. 16 (3): 8.
- Formaris, A. & Rodríguez, P. 2009. Influencia de dosis creciente de lixiviado de abonos mixtos microbianos y lixiviado humus de lombriz sobre algunas variables morfoagronómicas en el cultivo del tomate (*lycopersicum esculentum mill*). Cuba. 2: 100-114.
- Garcés, N; Marbot, R; Ramos, L; García, M. 2002. Sustancias con actividad biológica sobre las plantas en el producto Liplant (humus líquido). La Habana-Cuba. Libro resumen 107.
- Garg, P. Gupta, A. and Sayta, S. 2006. Vermicomposting of different types of waste using. A comparative study. *Bioresource Technology* 97: 391-395.
- Gliessman, S. 2009. Agroecología. Procesos ecológicos en Agricultura sostenible. Turrialba.

- González, K; Rodríguez, M; Trejo, L; García, J; Sánchez, E. 2013. Efluente y Te de vermicompost en la producción de hortalizas de hoja en sistema NFT. México. *Revista Interciencia*. 38 (12): 863-869.
- Guadarrama, O; Bahena, M; Grangeno, A. 2013. Aplicación de abonos orgánicos en la producción de amaranto. México.
- Guamingo. 2009. Efectos del vermicompost sobre el comportamiento agronómico del pimiento híbrido 'quetzal' sembrado con diferentes densidades poblacionales.
- Hashemimajd, K; Kalbasi, M; Golchina, A; Shariatmadari, H. 2004. Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. *J. Plant Nutr.* 27: 1107-1123.
- Horticultura Efectiva. 2012. El pimiento. (En línea). Consultado, 28 de ago. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://www.horticulturaefectiva.net/>
- Ibrahim, M; Singh, R; Embrandiri, A; Esa, N. 2011. Management of biomass residues generated from palm oil mill: Vermicomposting a sustainable option. *Resources, Conservation and Recycling*. 55 (4): 423-434.
- Kahalil, A; Domeizel, M; Prudent, P. 2008. Monitoring of Green waste composting process based on redox potential. *Bioresource Technology*. 99: 6037-6045.
- Kostecka, J. y Kaniuczak, J. 2008. Vermicomposting of duckweed, biomass by Eisenia fetida earthworm. *Revista Elementol*. 13 (4): 571-579.
- León, A; Pérez, J; Chiesa, A. 2012. Vermicompost Application and Growth Patterns of Lettuce. Buenos Aires-Argentina. *Revista Agricultura Tropic et Subtropica*. 45 (3): 134-139.

- López, B; Méndez, A; Marín, L; Aragón, E; Robles, M. 2013. Evaluación agronómica de sustratos en plántulas de chile (*Capsicum annuum*) en invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. (6): 1139-1150.
- Márquez, H; Cano, R; Figueroa, V; Avila, D; Rodriguez, D; García, H. 2013. Rendimiento y calidad de tomate con fuentes orgánicas de fertilización en invernadero. *Revista Internacional de Botánica Experimental Internacional*. 82: 55-61.
- Mateos, R; Jiménez, A; Román, P; Romojaro, F; Bacariso, S; Palma, J; Sevilla, F; Rio, L; Corpas, J. 2013. Antioxidant Systems from Pepper: Involvement in the Response to Temperature Changes in Ripe Fruits. *Revista Research in Biological Sciences*. 14 (5.): 9556-9580.
- Mathivanan, S; Chidambaram, A; Sundaramoorthy, P; Kalaikandhan, R. 2012. Effect of vermicompost on germination and biochemical constituents of ground nut seedling. *Revista Research in Biological Sciences*. 2 (2): 54-59.
- Maynard, A. 2002. Intensive vegetable production using composted animal manure. *Bulletin of Connecticut Agricultural Experiment Station*. 892: 13.
- MeléndeZ, G. 2010. Fracción orgánica del suelo: Residuos orgánicos y materia orgánica del suelo. San José-Costa Rica. Editorial San José. 1.
- Méndez, I; Fortis, M; Preciado, P; Segura, M; Orozco; Vásquez, C. (2014). Sustratos orgánicos tratados para la producción de albahaca.
- Mesa, S; Díaz, M; Guzmán, A; Martínez, D; Calderín, Andrés; Izquiero, F. 2012. Extractos húmicos acuosos obtenidos de residuos sólidos vermicompostados. Efecto en el cultivo del rábano. Brasil.

- Munroe, G. 2013. Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture, Organic Agriculture Centre of Canada. (En línea). Consultado, 22 de ago. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://www.formatkenya.org/>
- Ndegwa, P. y Thompson, S. 2001. Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosolids. *Revista Bioresource Technology*. 76: 107-112.
- Nogales, R; Domínguez, J; Mato, S. 2008. Vermicompostaje. Madrid-España. Ediciones Mundi-Prensa. 187-207.
- Nuez, F; Gil, R; Costa, J. 2008. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Madrid.
- Ochoa, E; Figueroa, U; Cano, P; Preciado, P; Moreno, A; Rodríguez, N. 2009. Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. *Revista Chapingo. Serie horticultura*. 15(3): 245-250.
- Olivera, V; Fuente, Ch; Calero, H. 2012. Efecto del vermicompost sólido y líquido, en la nutrición del cultivo del frijol. (En línea). Consultado, 26 de ago. 2017. Formato PDF. Disponible en: <https://www.agroecologia.net/>
- Ortega, M; Sánchez, O; Ocampo, M; Sandoval, C; Salcido, R; Manzo, R. 2010. Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersisum esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. *Revista Ximhai*. 6(3): 339-346.
- Ortega, M; Sánchez, O; Díaz, R; Ocampo, M. 2010. Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate. *Revista Ximhai*. 7(2): 365-372.
- Paúl, L. & Metzger J. 2005. Impact of vermicompost on vegetable transplant. *Revista HortScience*. 40 (7): 2020-2023.

- Pérez, H. 2004. Producción de fertilizantes a partir de la lombriz roja californiana utilizando cuatro tipos de sustratos diferentes. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*. 12: 88.
- Pérez, R; Albarracín, M; Moratinos, H; Zapata, N. 2012. Rendimiento y calidad de fruto en cuatro cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones protegidas. *Rev. Fac. Agron.* 29: 395-412.
- Pradhan, K; Sharma, S; Satya, S; Vasudevan, P. 2005. Potentiality of earthworms for waste management and in other uses. *Revista American Science*. 1 (1): 4-16.
- Pulido L. & A. Trinidad S. 1987. Efecto de nitrógeno y humedad en el rendimiento de materia seca y contenido de proteína de *Amaranthushypochondriacus* y *A. cruentus*. *Coloquio Nacional de Amaranto*. 98- 112.
- Quintero, J. 2013. El cultivo extensivo del pimiento para la industria. 9: 80-95.
- Rivera, F; Vásquez, G; Castillejo, L; Angoa, M; Oyoque, G; Mena, H. 2012. Efecto de hongos micorrícicos arbusculares y extracto acuoso de vermicompost sobre calidad de fresa. México. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*. 8 (3): 119-130.
- Rodríguez, D; Cano, R; Figueroa, V; Palomo, G; Favela, C; Álvarez, R; Márquez, H; Moreno, H. 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. *Rev. Fitotec. Méx.* 31(3): 265-272.
- Romero, R. 2000. *Lombricultura y agricultura sustentable: Agricultura orgánica. Elaboración y aplicación de abonos orgánicos*. Ediciones Martínez. 1: 125-134.
- Rose, G. 2000. *Community-Based Technologies for Domestic Waste Water*. (En línea). Consultado, 19 de jun. 2017. Formato digital. Disponible en: <http://www.ias.unu.edu/>

- Ruíz, C; Russian, T; Domingo, T. 2007. Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla. *Agronomía Tropical*. 57(1): 7–14.
- Ruiz, R. 2010. Comportamientos de la inoculación con biofertilizantes en la variedad del frijol (*Phaseolus vulgaris* L). Trabajo de Diploma. Universidad de Sancti Spíritus. Cuba.
- Saeed, R. & Ahmad, R. 2009. Vegetative growth and yield of tomato as affected by the application of organic mulch and gypsum under saline rhizosphere. 41(6): 3093-3105.
- Samayoa, S. 2012. Implementación de sistemas de biodigestión en ecoempresas. (En línea). Consultado, 31 de jul. 2017. Formato digital. Disponible en: <http://www.snvworld.org/>
- Sharma, B. y Minhas, P. 2005. Strategies for managing saline/alkali water for sustainable agricultural production in South Asia. *Revista Agricultural Water*. 78 (2): 136-151.
- Sindoni, M; Hidalgo, P; Marcano, L; Salcedo, F. 2009. Efecto del vermicompost como enmienda para el cultivo inicial de plantas de lechosa (*Carica Papaya* L.). Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Estación Experimental Caripe. Venezuela.
- Singh, R; Embrandiri, A.; Ibrahim, M; Esa, N. 2011. Management of biomass residues generated from palm oil mill: Vermicomposting a sustainable option. *Resources, Conservation and Recycling*. 55 (4): 423-434.
- Sinah, R. 2012. Vermiculture and waste management: study of action of earthworms, (En línea). Consultado, 29 de jul. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://www.springerlink.com/>

- Soto, G. 2002. Abonos orgánicos para la producción sostenible de tomate. Ediciones Pérez. 16.
- Suquilanda, M. 2002. Producción orgánica de pimiento en la Sierra norte y Central del Ecuador. Quito. 18.
- Suquilanda, M. 2005. Agricultura Orgánica, alternativa tecnológica del futuro. Quito-Ecuador. Ediciones UPS. 172-173.
- Suthar, S. 2007. Nutrient changes and biodynamics of epigeic earthworm perrier. During recycling of some agricultura wastes. *Bioresource Technology*. 98: 1608-1614.
- Torres, A; Ardisana, E; Hernández, G; García, J; Fosado, O. 2012. Efectos biostan y orgánicos en los índices de crecimiento y pigmentos fotosintéticos.
- Torres, A; Cue, J; Hernández, V; Peñarrieta, S. 2015. Efectos del biostán en la altura y masa seca de *Phaseolus vulgaris*. *Revista La Técnica*. (15). 18-25.
- Turki, N. y Khalfallah, K. 2014. Effects of Organic Amendments by Composts and Manure on Pepper (*Capsicum annuum L.*) under Greenhouse. *Revista Internacional Current Engineering and Technology*. 4 (3): 1382-1386.
- Uribe, L. 2003. Inocuidad de abonos orgánicos. Ediciones Memoria. 122- 137.
- Uribe. 2011. Los abonos orgánicos y su importancia. (En línea). Consultado, 14 de jul. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://www.inifap.gob>.
- Velasco, J; Aguirre, G; Ortuño, N. 2016. Humus líquido y microorganismos para favorecer la producción de lechuga (*Lactuca sativa var. Crespa*) en cultivo de hidroponía. *Revista de la Selva Andina Biosphere*.
- Venegas, C. 2013. Fertilización foliar complementaria. (En línea). Consultado, 12 de jul. 2017. Formato PDF. Disponible en <http://www.conpapa.org.mx>