UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO DE TITULACIÓN
Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:
"RESPUESTA DE CRECIMIENTO Y PRODUCCION DEL CULTIVO DE PIMIENTO (C*apsicum annuum L.*) HIBRIDO NATHALIE A LA APLICACIÓN DE LIXIVIADOS DE VERMICOMPOST DE ESTIÉRCOL BOVINO BAJO SISTEMA SEMIPROTEGIDO"

AUTOR:
CARLOS SIMÓN FALCONES CASANOVA

TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
ING. EDUARDO FIDEL HÉCTOR ARDISANA PhD

REVISOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
ING. JUAN RAMON FLOR VINCES Mg. Sc.

SANTA ANA – MANABÍ – ECUADOR

2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TEMA: "RESPUESTA DE CRECIMIENTO Y PRODUCCION DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) HIBRIDO NATHALIE A LA APLICACIÓN DE LIXIVIADOS DE VERMICOMPOST DE ESTIÉRCOL BOVINO BAJO SISTEMA SEMIPROTEGIDO".

TRABAJO DE TITULACIÓN

Sometida a consideración del Tribunal de Revisión, Sustentación y Legalidad por el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:

_____

ING. EDUARDO FIDEL HÉCTOR ARDISANA PhD
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

_____

Ing…… Mg. Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

_____

Ing…… Mg. Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

_____

Ing…… Mg. Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Eduardo Fidel Héctor Ardisana PhD, Docente de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí

Certifica:

Que el trabajo de titulación **"RESPUESTA DE CRECIMIENTO Y PRODUCCION DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) HIBRIDO NATHALIE A LA APLICACIÓN DE LIXIVIADOS DE VERMICOMPOST DE ESTIÉRCOL BOVINO BAJO SISTEMA SEMIPROTEGIDO"**, es trabajo original realizado por el estudiante **CARLOS SIMÓN FALCONES CASANOVA**, el cual fue realizado bajo mi tutoría.

ING. EDUARDO FIDEL HÉCTOR ARDISANA PhD
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICACIÓN DEL REVISOR

Ing. Juan Ramon Flor Vinces Mg. Sc. Docente de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí

Certifica:

Que el trabajo de titulación **"RESPUESTA DE CRECIMIENTO Y PRODUCCION DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) HIBRIDO NATHALIE A LA APLICACIÓN DE LIXIVIADOS DE VERMICOMPOST DE ESTIÉRCOL BOVINO BAJO SISTEMA SEMIPROTEGIDO",** es trabajo original realizado del estudiante **CARLOS SIMÓN FALCONES CASANOVA,** el cual fue realizado bajo mi revisión.

ING. JUAN RAMON FLOR VINCES Mg. Sc.
REVISOR DE TESIS

DECLARACIÓN

CARLOS SIMÓN FALCONES CASANOVA, declaro 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.

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*", que ejecuta el Grupo de Bioestimulantes de la Producción Vegetal radicado en la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí.

Los derechos de autoría sobre este trabajo de investigación pertenecen a la Universidad Técnica de Manabí.

Carlos Simón Falcones Casanova
AUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme en mi camino, por darme salud y vida; por permitirme concluir con uno de mis objetivos anhelados.

A mi esposa por ser el apoyo incondicional en mi vida, que, con su amor y respaldo, me ayuda alcanzar mi meta.

En estas líneas quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible esta investigación y que de alguna manera estuvieron conmigo en los momentos difíciles, alegres, y tristes. Estas palabras son para ustedes. Ing. Freddy Santana, Ing. Julio Mero, Ing. Juan Zambrano, Ing. Juan Flor, Ing. José Pico, Ing. Adriana Celi, Ing. Soraya Peñarreta, Ing. Francisco Arteaga, Ing. Rolando León, Lcdo. Alejandro Barcia, Sr. Kleyton, Sr Carlos García; Lcdo. Roger Velasco, Lcda. Norma Becilla, Sr. Efrén Becilla, Sra. Gloria Saltos, Sra. Betty Becilla, Abg. Stanley Quiñonez, Sr. Rafael Quiñonez, no tengo palabras para agradecerles las incontables veces que me brindaron su apoyo en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, unas buenas, otras malas. Gracias por darme la libertad de desenvolverme como ser humano.

Mi más ferviente agradecimiento a la Ing. Liliana Corozo, por haber permitido continuar con mis estudios desde el momento de ingresar a la universidad, siempre contamos con su ayuda y apoyo. Muchas gracias.

A todos los docentes de la Universidad Técnica de Manabí, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al Dr. Eduardo Héctor Ardisana tutor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Dr. Antonio Torres, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo

Carlos Simón

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi amada esposa, Cristina, por su apoyo y ánimo que me brinda día a día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales. A mis adorados hijos Evan, Juan José y mi pequeño Maximiliano, que son la razón de mi vida el tesoro más grande que Dios me regaló y el motivo de mí existir, a quienes siempre cuidaré para verlos hechos personas capaces y que puedan valerse por sí mismos.

Mi madre Juana Basurto (QEPD), por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste. Mamá gracias por darme esa fortaleza y fuerza, desde donde estés estoy seguro que estarás orgullos de tu hijo.

Mi padre Simón Falcones C, quien es mi ejemplo de perseverancia y trabajo, el cual con sus consejos ayudaron a culminar esta etapa de mi vida.

Mis abuelos-padres Margarita Casanova y Vicente Falcones (QEPD), por quererme y apoyarme siempre, por estar siempre pendiente de mí en cada momento desde mi niñez, esto también se lo debo a ustedes.

A mis tías- mamá Marisol y Sarita Falcones, que me han apoyado toda la vida, por ser el ejemplo de la convicción, esfuerzo y dedicación para seguir adelante

A mis hermanos, Fabricio, Byron y Diego por su apoyo constante; a mis tíos Alberto y Carlos por darme ese ejemplo de trabajo.

Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.

Carlos Simón

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la respuesta de crecimiento y producción del cultivo de pimiento (C*apsicum annuum* L.) Híbrido Nathalie a la aplicación de lixiviados de vermicompost de estiércol bovino bajo sistema semiprotegido. Se empleó un diseño estadístico de Bloques al Azar con tres réplicas y cuatro tratamientos: suelo sin fertilizar, fertilizante completo (NPK), lixiviado de vermicompost bovino (LVCB) 1/40 v/v y LVCB 1/50 v/v. Las variables medidas fueron: altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, contenido de clorofilas totales, número de frutos por planta, peso de los frutos, diámetro y longitud de los frutos y rendimiento estimado ($t.ha^{-1}$). En las variables de crecimiento y el contenido de clorofilas totales se encontraron diferencias significativas en alguno de los tres momentos evaluados (15, 30 o 45 días después del trasplante); el lixiviado de vermicompost de estiércol bovino (1/40 v/v) en todos los casos estuvo entre los tratamientos con los que se obtuvieron los valores estadísticamente superiores. En las variables del rendimiento (número, peso, diámetro, longitud de los frutos y rendimiento estimado) no se encontraron diferencias estadísticas entre los resultados obtenidos para los tratamientos empleados. Se recomienda el empleo del LVCB 1/40 v/v como alternativa orgánica al empleo de fertilizantes químicos en la producción de este híbrido de pimiento.

SUMMARY

The objective of the present investigation was to evaluate the growth and production response of pepper culture (*Capsicum annuum* L.) hybrid Nathalie to the application of vermicomposts leachates of bovine manure under semiprotected system. A statistical design of random blocks was used with three replications and four treatments: unfertilized soil, complete fertilizer (NPK), vermicompost bovine leachates (LVCB) 1/40 v/v and LVCB 1/50 v/v. The variables measured were: height of the plant, stem diameter, number of leaves, total chlorophyll content, number of fruits per plant, weight of fruits, diameter and length of fruits and estimated yield ($t.ha^{-1}$). In the growth variables and the total chlorophyll content, significant differences were found in any of the three moments evaluated (15, 30 or 45 days after the transplant); the vermicompost bovine leachate (1/40 v/v) in all cases was among the treatments with which the statistically superior values were obtained. In the performance variables (number, weight, diameter, fruit length and estimated yield) no statistical differences were found between the results obtained for the treatments used. The use of LVCB 1/40 v/v is recommended as an organic alternative to the use of chemical fertilizers in the production of this pepper hybrid.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN……... 1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA…… 3
III. JUSTIFICACION……. 5
IV. OBJETIVOS……... 7
5.1. General…… 7
5.2. Específicos……. 7
V. MARCO REFERENCIAL…… 8
6.1. Origen……. 8
6.2. Características botánicas…… 8
6.3. Factores climáticos……. 9
6.4. Manejo agronómico…… 10
6.5. Fenología del cultivo……. 12
6.6. El vermicompost……. 12
6.6.1 Origen……. 12
6.6.2. Características……. 13
6.6.3. Elementos nutritivos del Vermicompost……. 14
VI. DISEÑO METODOLÓGICO……. 19
7.1. Ubicación……. 19
7.2. Características agroclimáticas……. 19
7.3. Material Vegetal……. 19
7.4. Tratamientos…… 20
7.5. Delineamiento experimental…… 20
7.6. Análisis estadístico……. 21
7.7. Manejo del experimento……. 21
7.8. Datos evaluados en el ensayo……. 22
VII. RESULTADOS Y DISCUSION…….....24
VIII. CONCLUSIONES……... 36
IX. RECOMENDACIONES……. 37
X. BIBLIOGRAFÍA……. 38
XI. ANEXOS……. 43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.
Efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre
la altura de plantas de pimiento híbrido Nathalie……. 24

Tabla 2.
Efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre el
diámetro del tallo de plantas de pimiento híbrido Nathalie……. 25

Tabla 3.
Efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre
el número de hojas de plantas de pimiento híbrido Nathalie……. 25

Tabla 4.
Efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre
el contenido de clorofilas totales de pimiento híbrido Nathalie……. 26

Tabla 5. Efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino
sobre el número de frutos por planta de pimiento híbrido Nathalie…… 29

Tabla 6. Efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino
sobre el peso de frutos de pimiento híbrido Nathalie……. 29

Tabla 7. Efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino
sobre el diámetro de frutos en pimiento híbrido Nathalie……. 30

Tabla 8. Efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol
bovino sobre la longitud de frutos en pimiento híbrido Nathalie……. 31

Tabla 9. Efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol
bovino sobre el Rendimiento en ton/ha en pimiento híbrido Nathalie……. 31

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental de la agricultura es satisfacer las necesidades de alimentos y fibras de los seres humanos; estas necesidades son mayores a medida que aumenta la población mundial, la cual se espera que para el año 2025 alcance de 6.3 a 8.5 mil millones de habitantes y, por lo tanto, estos aumentos requerirán de un incremento de la producción agrícola de aproximadamente 40 a 50 % para mantener el nivel actual de insumos de alimentos (Olmos, 2012).

En este contexto como el mayor productor mundial de pimiento se ubica a la República Popular China con 16.120.406 t, posteriormente se encuentra México con 2.732.635 t distribuidas en 143.465 ha, y en tercer lugar España con 2.127.944 t distribuidas en 101. 000 ha, informa Horofindo (2014). En Sudamérica las producciones son variables, entre ellas la de Ecuador, la cual el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2017), estimó en 20 975 t con una superficie plantada de 1 689 ha. En la provincia de Manabí se cultivaron alrededor de 485 ha, con rendimientos de 4,44 toneladas por hectárea, según el Ministerio de Agricultura y Pesca (MAG, 2017).

Diversos estudios, citados por Reyes *et al.* (2012), han evidenciado que la aplicación de vermicompost incrementa los rendimientos y/o la calidad de varias hortalizas como el pimiento.

Los lixiviados húmicos ejercen influencias positivas sobre la actividad bioquímica y fisiológica de las plantas a través de sus componentes hormonales (auxinas, citoquininas y giberelinas), los nutrientes minerales, los aminoácidos y proteínas de baja masa molecular, así como los ácidos húmicos constituyentes de los bioestimuladores (Suquilanda, 2013).

Por otro lado, se reconoce que como consecuencia de las actividades antropogénicas se genera una gran cantidad de residuos orgánicos, que potencialmente pueden ser reutilizados como abonos naturales en beneficio de las especies vegetales. El empleo de estos materiales incorporados al suelo puede potencialmente mejorar sus características físicas, químicas y biológicas, reducir el uso o sustituir la aplicación de fertilizantes sintéticos, aumentar la humedad disponible para las plantas, e incrementar el precio de

los productos agrícolas, cuando se garantiza su inocuidad (Acevedo, 2012). Por esta razón hoy en día existe un creciente interés por utilizar fuentes orgánicas para abonar los suelos, en un intento de regresar a los sistemas naturales de producción orgánica. Esto productos, entre los que se encuentra el vermicompost, son de tamaño fino, con alta porosidad, facilitan la aireación y el drenaje, poseen una alta capacidad de retención de agua, tienen reducidas cantidades de sales solubles, mayor capacidad de intercambio catiónico y un elevado contenido de ácidos húmicos (Altieri, 2010).

Es necesario buscar alternativas de producción que propendan a la nutrición adecuada del suelo para obtener rendimientos óptimos que posibiliten la obtención de frutos sanos y de calidad nutricional de esta hortaliza, y al mismo tiempo mejorar la salud del suelo y del ser humano a fin de obtener cosechas libres de residuos químicos, siendo la agricultura orgánica una opción para coadyuvar al mejoramiento de la salud humana y detener el deterioro de los suelos por el uso continuo de fertilizantes químicos en la provincia de Manabí.

Sobre la base de lo expresado, la presente investigación tuvo como finalidad determinar el efecto de diferentes disoluciones de lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre variables fisiológicas y sobre la producción estimada por hectárea del pimiento (C*apsicum annuum L.*) híbrido Nathalie bajo condiciones de cultivo semiprotegido.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La fertilización de los cultivos se lleva a cabo con fuentes inorgánicas debido a su mayor solubilidad; sin embargo, este tipo de fertilizantes puede originar daños a la salud humana, además de incrementar los costos de producción de los cultivos. En la actualidad existe un creciente interés por utilizar fuentes orgánicas para abonar los suelos, en un intento de regresar a los sistemas naturales de la producción orgánica, como lo señala Ramírez (2015). En las últimas décadas, se ha retomado la importancia del uso de abonos orgánicos debido al incremento de los costos de los fertilizantes químicos y al desequilibrio ambiental que estos ocasionan, además de la necesidad de preservar la materia orgánica en los sistemas agrícolas, aspecto fundamental relacionado con la sostenibilidad y productividad de la agricultura, como lo afirma Suárez (2015)

Entre estas alternativas, el vermicompost o humus de lombriz, el cual es generado a partir de diversos residuos, y posee características, físicas, químicas y microbiológicas, que favorecen no sólo el desarrollo de las especies vegetales, sino que además mejoran las condiciones del medio donde se lleva a cabo el desarrollo de los cultivos, provocando efectos favorables sobre la calidad de los productos agrícolas, sostiene Altiyeh (2011).

El nuevo auge que ha alcanzado este tipo de fertilizantes tuvo lugar cuando se reconoció que en la mayoría de las tierras destinadas a la agricultura se han degradado los nutrientes y que este deterioro continúa en avance. Esto se debe a que la explotación intensiva de los suelos sin un balance adecuado de fertilizantes químicos y con poco o ningún suplemento de fertilizante orgánico, ha provocado daños severos a la fertilidad de los suelos y, en consecuencia, se obtiene un pobre crecimiento de los cultivos y bajos rendimientos en las cosechas (Araujo *et al.,* 2014)

La utilización de abonos orgánicos en el cultivo del pimiento, tiene un gran interés científico y tecnológico para obtener rendimientos satisfactorios en beneficio de los agricultores ya que se ofertarán en los mercados productos más apetecibles y saludables para el consumidor, lo que contribuye a la seguridad alimentaria, además con el empleo de este tipo de materiales se logra un menor costo de producción y aplicación y se mejoran los suelos deteriorados por el uso de agroquímicos.

Sobre estos antecedentes se establece el siguiente problema científico:

¿Cuál será la respuesta de crecimiento y producción del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), hibrido Nathalie a la aplicación de lixiviados de vermicompost de estiércol bovino bajo sistema semiprotegido?

III. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, debido a los riesgos a la salud derivados del abuso de los agroquímicos en los cultivos, los consumidores están más interesados en alimentarse de productos más sanos, libres de residuos y con un alto valor nutricional, por lo que es necesario encontrar sistemas de producción los cuales satisfagan estas necesidades, siendo uno de los caminos la agricultura orgánica.

El uso indiscriminado de fertilizantes químicos en la agricultura, aunque puede potenciar el rendimiento de las hortalizas y otros cultivos, también ha contribuido a un empobrecimiento de las características biológicas del suelo y daños al medio ambiente. Por el contrario, se ha demostrado que la aplicación de fertilizantes orgánicos posee ventajas, ya que se puede lograr la fertilidad química, física y biológica del suelo con un menor impacto sobre el medio ambiente. Por otra parte, los costos de las aplicaciones de los fertilizantes orgánicos por hectárea son menores en comparación con los productos minerales de síntesis (Rai *et al.,*2014).

En tal razón, 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).

La búsqueda de biofertilizantes alternativos para incrementar la productividad de los cultivos con un menor impacto en el suelo, ha motivado el uso de abonos orgánicos como el humus de lombriz en diversos cultivos. Los lixiviados húmicos ejercen influencias positivas sobre la actividad bioquímica y fisiológica de las plantas a través de sus componentes hormonales y los nutrientes minerales, los aminoácidos y proteínas de baja masa molecular, así como los ácidos húmicos constituyentes de los bioestimuladores, así lo indica Reyes *et al.* (2012).

La presente investigación pretende determinar el efecto de diferentes dosis de lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre el crecimiento y la producción estimada por hectárea del pimiento. Se justifica, por tanto, como una posible alternativa tecnológica

orgánica que reduzca los costos de producción y los daños ambientales en la actividad agrícola.

IV. OBJETIVOS

5.1. GENERAL:

Evaluar la respuesta de crecimiento y producción del cultivo de pimiento (C*apsicum annuum* L.) híbrido Nathalie a la aplicación de lixiviados de vermicompost de estiércol bovino bajo sistema semiprotegido.

5.2. ESPECIFICOS

Determinar el efecto de diferentes disoluciones de lixiviado de vermicompost de estiércol bovino sobre variables fisiológicas del cultivo de pimiento (C*apsicum annuum L*.) híbrido Nathalie bajo condiciones de cultivo semiprotegido.

Estimar el efecto de diferentes disoluciones de lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre la producción por hectárea del pimiento (*Capsicum annum* L.) híbrido Nathalie en condiciones de cultivo semiprotegido.

V. MARCO REFERENCIAL

6.1. Origen del pimiento

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una hortaliza con una tradición milenaria originario de Bolivia, Perú y México; este último es el país que presenta la mayor variabilidad de formas cultivadas y silvestres, las cuales se encuentran ampliamente distribuidas en todo su territorio. Esta diversidad ha sido descrita sobre la base de la clasificación comercial de los frutos, realizada entre los variados tipos de pimiento (Altieri, 2010).

6.2. Características botánicas

Es una Solanácea con seis especies principales y diez especies secundarias. Es una planta anual, herbácea, de crecimiento determinado. Su raíz es pivotante con numerosas raíces adventicias, alcanzando una profundidad de 70-120 cm. La altura de las plantas varía de 0.30 a 1.0 m. según las variedades. La flor es frágil. El fruto es una baya generalmente amarilla o roja en su madurez. Las semillas son aplastadas y lisas, pudiendo contarse de 150 a 200 por gramo; son ricas en aceite y conservan su poder germinativo durante tres o cuatro años. El género *Capsicum* comprende tipos o variedades como pimiento, jalapeño, serrano, habanero, dependiendo de la variedad y uso (Maroto, 2009).

Es un conjunto de cultivares, de porte y tamaños muy diferentes, desde rastreros hasta arbustivos. Aunque la mayoría de ellos viven menos de un año, algunos cultivares duran varios años y llegan a ser arbustivos. El crecimiento es simpodial; tallos y ramas se forman de sectores en cuyo nudo superior hay por lo general yemas florales y dos ramillas que forman un dicasio; la rama más grande continúa el crecimiento y en su nudo superior se repite la secuencia de inflorescencias y ramas. El tamaño y la forma de las hojas varían considerablemente aun en una misma planta; la lámina es generalmente elíptica, con el ápice agudo y la base casi siempre es asimétrica (Infoagro, 2012).

Las flores son de color blanco, en algunas ocasiones son verdosas y solitarias en cada nudo, ocasionalmente fasciculadas. El cáliz cónico, verde, se divide en el borde superior en cinco dientes agudos, los pedicelos a menudo pendientes en la antesis y la corola

blanca lechosa (ocasionalmente púrpura), sin manchas difusas en la base de los pétalos, los cuales son usualmente rectos. Las flores se abren en las primeras horas de la mañana y poco después las anteras comienzan a descargar polen. La posición del pistilo, situado entre las anteras, hace posible que en la mayoría de los casos haya autopolinización. La especie *C. annuum* presenta la mayor diversidad de frutos del género Capsicum, en cuanto a la forma del fruto, tamaño y color (Nuez, 2012).

El fruto puede alcanzar distintos tamaños, desde poco menos de un centímetro hasta 30 cm de largo, y las formas van de lo redondo a lo alargado, en colores que oscilan de distintos tonos de amarillo y verde en estado inmaduro a rojo y hasta café al madurar. El cáliz de los frutos maduros no presenta constricción anular en la unión con el pedicelo, las venas de los frutos a menudo son prolongadas en dientes cortos, la carne del fruto usualmente es firme (blanda en ciertos cultivares) y las semillas son de color claro. Su número cromosómico es 2n=24, con dos pares acrocéntricos, expresa Valadez (2013).

6.3. Factores climáticos

El correcto manejo de los factores climáticos -entre los que se destacan la temperatura diurna y nocturna, la humedad relativa y la radiación luminosa- es fundamental para lograr un adecuado desarrollo vegetativo y generativo del pimiento. Conocer sus valores óptimos y críticos además de sus relaciones facilita un apropiado manejo del cultivo (López, 2011).

La temperatura influye en la mayoría de los procesos fisiológicos; el crecimiento y el desarrollo de las plantas están fuertemente ligados a la temperatura; en términos generales, la temperatura ejerce su principal influencia en la absorción de agua y nutrimentos. El pimiento tiende a desarrollarse bajo temperaturas cálidas; la temperatura que acepta puede oscilar entre 18 y 28° C (Maroto, 2009).

Los rangos de temperatura favorecedores cambian de acuerdo con la etapa fenológica del cultivo; durante la germinación se considera que la temperatura óptima debe estar entre 20 y 25° C, la mínima en 13° C y la máxima en 40° C; durante el crecimiento vegetativo la temperatura óptima se halla entre 20 y 25° C durante el día y entre 16 y 18° C en la noche, con mínima de 15° C y máxima de 32° C; en la floración y

fructificación, la temperatura óptima está entre 26 y 28° C en el día y entre 18 y 20° C en la noche, con mínima de 18° C y máxima de 35° C (Berrios, 2013).

Las temperaturas nocturnas condicionan, en términos generales, el crecimiento de la planta de pimiento y en particular los procesos de floración y fructificación. (Océano, 2012) .Señala Parcero (2013) que con varias noches frías, los frutos resultan aplanados y deformes, con baja o nula calidad para el mercado; ocurren deformaciones en la flor que incluyen pétalos anormales y curveados que no expanden correctamente, estambres más cortos con bajo contenido de polen y baja germinación de este, y ovarios agrandados con estilos más cortos comparados con las flores desarrolladas en las temperaturas óptimas.

El pimiento es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados fenológicos y durante la floración. No obstante, si la intensidad de la radiación solar es demasiado alta se pueden producir partiduras de fruta, golpes de sol y coloración irregular en la madurez, aunque un follaje abundante ayuda a prevenir quemaduras del sol (Berrios, 2013). El sombreado tiene un efecto negativo en la floración, ya que propicia una caída de flores que se ve reflejado en el rendimiento (Lucas, 2014).

Según Maroto (2009), la humedad relativa óptima oscila entre el 50 y el 70 %; humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades foliares y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos cuajados.

6.4. Manejo agronómico

Además de los factores climáticos, el manejo del cultivo constituye una de las piezas fundamentales para el éxito en la producción del fruto, ya que el fenotipo (crecimiento vegetativo, rendimiento, etc.) dependerá del genotipo y de su interacción con los factores climáticos, incluyendo el manejo del cultivo (Cubero, 2012).

El suelo debe tener una buena capacidad de drenaje y una buena estructura física. Se recomienda que el suelo donde se cultive pimiento tenga considerables cantidades de materia orgánica, ya que en estas condiciones se logra mayor acumulación de biomasa,

mayor número de frutos por planta, así como mayor peso fresco y seco del fruto. El 70% del volumen radical del pimiento se encuentra en los primeros 20 cm de profundidad, por lo que se considera que un suelo con 60 cm de profundidad es el adecuado para la producción de pimiento (Berrios, 2013).

El manejo apropiado del riego es esencial para asegurar un alto rendimiento y una alta calidad. Por ejemplo, al aire libre el chile Mirasol necesita hasta 4 500 m^3 de agua. ha^{-1}. La escasez de agua produce en general un crecimiento reducido, y en particular una baja absorción de calcio, lo que lleva a un desequilibrio por la deficiencia de este elemento y causando la pudrición apical en la fruta; la floración también es afectada por la sequía, ya que aumenta la abscisión de las flores Katerji et al. (2011). El estrés por falta de agua en las primeras etapas de crecimiento de la planta es crítico, ya que reduce la cosecha significativamente, pues limita la emisión de hojas; con ello el área foliar se reduce, por lo tanto, la producción de carbohidratos se ve afectada (Valadez, 2013).

La densidad de la raíz se reduce en un 20 % bajo condiciones de estrés hídrico, comparado con plantas suficientemente regadas. El agua de riego con un pH elevado generalmente contiene altos niveles de bicarbonatos y carbonatos, tanto de calcio como de magnesio. Se recomienda la acidificación del agua para reducir el pH a 5-6 antes que llegue a la planta. Esta práctica contribuirá al mejoramiento de la disponibilidad de ciertos nutrientes, tales como P, Fe, Zn, Cu, Mn y B, evitando la precipitación de sales insolubles que podrían bloquear el sistema de riego por goteo (Cubero, 2012).

El pimiento es un cultivo que presenta una gran demanda nutricional, principalmente durante las etapas de floración, cuajado y desarrollo de frutos, aunque dicha demanda está en función de la biomasa total que se acumula durante el ciclo del cultivo y del requerimiento nutricional interno. Este último parámetro se refiere a la concentración del nutrimento de interés en la biomasa aérea total, obtenido al momento de la cosecha bajo una nutrición óptima y es independiente del rendimiento. Las curvas de absorción muestran que el orden de extracción de elementos en esta especie es de: K>N>Ca>Mg>S>Fe>Mn>B>Cu, manifiesta Lucas (2014).

6.5. Fenología del cultivo

La fenología del cultivo comienza con la germinación. Una parte decisiva de esta es el desarrollo del sistema radical, que en el pimiento ocurre a los 25 días después de la siembra; después ocurre la emergencia, que es la aparición de la parte aérea de la plántula (Infoagro, 2012).

Se recomienda realizar el trasplante a los 30 días después de la emergencia, cuando las plántulas alcancen aproximadamente 15 cm de altura y posean de 5 a 6 hojas verdaderas. El crecimiento vegetativo comienza con la emergencia y finaliza con la cosecha, mostrando mayor vigor durante los primeros 70-75 días después del trasplante (Cabañas, 2012).

El inicio de la floración varía de acuerdo con las condiciones atmosféricas prevalentes; la fructificación inicia días después de la floración, ya que a partir de ese momento ambos procesos estarán ocurriendo a la par en el tiempo restante del ciclo. La primera cosecha se logra a los 85 días después del trasplante. Los frutos empiezan a desarrollarse y a crecer, y se logra en este periodo la mayor acumulación de materia seca en la fruta a un ritmo relativamente estable, lo que según Altieri (2010) hace que se considere como un periodo crítico en el ciclo del cultivo.

6.6. El vermicompost

El vermicompost es el producto de la descomposición de la materia orgánica realizado únicamente por la actividad de ciertas especies de lombrices principalmente las del género *Eisenia*, señala Adhikary (2012).

6.6.1. Origen

La producción de vermicompost -denominada lombricultura- se inició en 1988, cuando se comenzó a utilizar la especie *Eisenia foetida* para el establecimiento de criaderos de lombrices debido a su capacidad superior en la obtención de humus. En dichos criaderos se ha estimado que, si 1m² de superficie contiene 50 000 lombrices, de las cuales entre 20 y 25 mil son adultas y cuyos diámetros son de 3 a 5 mm y su longitud de 5 a 9 cm, y

si cada lombriz demanda 0,5 g de alimentos y produce 0,3 g de humus al día, es posible obtener 7 500 kg de vermicompost por día en 1 000 m² (Ameri *et al.* 2012*)*

El vermicompost o humus de lombriz se genera en el tubo digestor de este organismo, y de acuerdo al uso al que se destine se puede clasificar como fertilizante orgánico, mejorador del suelo y medio de crecimiento para especies vegetales cultivadas en invernaderos (Moreno, 2011). Es un tipo de compost en el que varias especies de lombrices de tierra como *Eisenia foetida*, *Eisenia andrei* y *Lumbricus rubellus* transforman los residuos orgánicos en un subproducto estable denominado vermicompost (Pérez, 2014). Los residuos de la ganadería son una fuente de alimento común para las lombrices, pero los residuos de los supermercados, los biosólidos (lodos de aguas negras) la pulpa de papel, y de la industria de la cerveza también se han utilizado en el proceso de vermicompostaje, indica Collantes (2015).

6.6.2. Características

El vermicompost tiene un amplio potencial para los sistemas de producción agrícola, tanto bajo condiciones de invernadero, como a campo abierto, especialmente dentro de la industria hortícola y ornamental. Tiene efectos importantes sobre el crecimiento y el rendimiento de las especies vegetales y en un momento determinado puede sustituir la aplicación de fertilizantes sintéticos y ayudar a reducir la presencia de enfermedades fungosas y otros organismos patógenos (Moreno, 2011).

El humus líquido se puede usar como fertilizante foliar, con una bomba de mochila en dosis de 1 a 2 litros por bombas con capacidad para 20 litros de agua, dirigiendo la aplicación al follaje. La aplicación del humus sólido se puede realizar al momento de la preparación del terreno para la siembra, en dosis altas, tanto como se tenga disponible. Al momento de realizar el trasplante se utilizan dosis que van de 250 gramos para hortalizas y hasta 4 kilogramos para frutales. En huertas de frutales ya establecidas se aplica en círculos siguiendo la circunferencia del follaje y en cultivos anuales se aplica directamente al pie de la planta, procurando cubrirlo con tierra para su mejor aprovechamiento, sostiene Fernández (2011).

Este producto constituye uno de los principales abonos orgánicos que se utiliza en la actualidad por su bajo costo de obtención (Adhikary, 2012). Ha reemplazado paulatinamente otros sustratos como componentes del medio de crecimiento en las producciones hortícolas, aunque su uso se recomienda en mezcla con otros materiales manifiesta Suquilanda (2013). Además, el efecto en el crecimiento de las plantas puede ser diferente entre tipos de lombricompost debido a la variación en sus propiedades dice Doyle *et al.* (2012).

6.6.3. Elementos nutritivos del vermicompost

Resultados de múltiples investigaciones han demostrado los efectos positivos de lixiviados de vermicompostaje de distinta naturaleza sobre la fisiología y el rendimiento de diferentes especies de cultivos, según González *et al.*(2013), en lechuga y albahaca; Hernández *et al.* (2012), Terry *et al.* (2013), en cultivares de fréjol; Calderín et al.(2013), señalan sobre el efecto positivo de las sustancias húmicas líquidas obtenidas de vermicompost, aplicadas al suelo y foliarmente, lograron incrementos en la masa seca radical sin diferencia del control. El incremento de está asociado al estímulo de las sustancias húmicas sobre el crecimiento y desarrollo del sistema radical.

Según Calderín *et al*. (2013) las plantas expuestas a los ácidos húmicos contienen más pigmentos fotosintéticos indicando que la síntesis de pigmentos continúa aún bajo condiciones de mayor estrés. El total de clorofilas y carotenoides es un 15% mayor en las plantas expuestas lo que garantiza la continuación de la fotosíntesis para la producción de energía aún bajo condiciones estresantes. Los lixiviados de vermicompost aplicados de manera foliar presentan una acción directa y un efecto positivo sobre el desarrollo de las plantas, ya que estas influyen en los procesos metabólicos, biológicos y fisiológicos del cultivo. Esta incrementa el número de clorofila en las hojas, debido a que estas sustancias actúan como cofactores de crecimiento celular, por lo cual provoca que haya mayor contenido de clorofila en las misma, incrementa la actividad fotosintética, ya que esta penetra de manera mucho más rápida las paredes celulares y promueve la elongación celular.

Arteaga (2011), dice que la obtención de las biopreparados húmicos mediante el método de lixiviado, mostró el mejor comportamiento en cuanto a rendimiento agrícola en el

cultivo de la habichuela, superando al control con fertilización completa y a los tratamientos donde se aplicaron los métodos de decantado y té de humos. Su aplicación de sustancia húmicas al follaje produce una curva de crecimiento típica de una respuesta hormonal por parte de la planta. Por lo cual la aplicación en concentraciones adecuadas fomentara un mayor crecimiento y desarrollo en la misma, no obstante, si las concentraciones aumentan paulatinamente, también decrecerá el crecimiento y desarrollo de la planta. En bajas concentraciones, el efecto que tienen las SHL sobre la planta es prácticamente nulo. Además, se debe considerar que también pueden llegar a actuar como estimulador o regulador de crecimiento vegetal.

Gonzales (2013), señala que el té del vermicompostaje influyó significativamente en la altura, diámetro del tallo, área foliar, peso seco del tallo, raíces y hojas, así como en la biomasa total de la albahaca y la lechuga, respecto al efluente del vermicompostaje. En los últimos años se ha investigado la actividad biológica de las sustancias húmicas sobre las plantas. Las sustancias húmicas están compuestas por una asociación supramolecular de moléculas orgánicas, muy pequeñas agrupadas esencialmente por enlaces hidrófobicos. Estos complejos moleculares se pueden disociar, dando lugar a fracciones de mayor o menor peso molecular. Se ha comprobado que la actividad biológica se encuentra ligada a las fracciones que presentan menor peso molecular, debido a que son las que con mayor facilidad alcanzan la pared celular de las plantas

El vermicompost contribuye a incrementar la materia orgánica en los sistemas agrícolas, aspecto fundamental relacionado con la sostenibilidad y productividad de la agricultura; aumenta la relación carbono/nitrógeno y favorece por esta vía el desarrollo de una gran diversidad de microorganismos benéficos. En el proceso de vermicompostaje, si el alimento que las lombrices consumen es pobre en nutrientes, así será el producto final. De igual manera, el tipo de estiércol empleado para la alimentación de las lombrices determina el contenido de elementos nutritivos, la conductividad eléctrica y el pH del vermicompost (Grupta *et al.,* 2013).

El humus de lombriz contiene como promedio entre 1,5 y 2,2 % de N, así como 1,8 - 2,2 % de P y 1,0 – 1,5 % de K. El carbono orgánico oscila en un rango entre 9,15 y 17,98 % y contiene micronutrientes como sodio, calcio, zinc, azufre, manganeso y hierro (Adhikary, 2012).

La agricultura orgánica recibe diversos nombres (orgánica, biodinámica, natural, alternativa, regenerativa o biológica) y es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de la finca, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica minimizando el uso de recursos no renovables y reduciendo o eliminando el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos, para proteger el medio ambiente y la salud humana (Fundación Maquita, 2014). Además, la agricultura orgánica es un sistema de producción que, mediante el manejo racional de los recursos naturales, sin la utilización de productos de síntesis química, brinda alimentos sanos y abundantes, mantiene o incrementa la fertilidad del suelo y la diversidad biológica (Lazcano *et al.,* 2010).

Mikolic *et al.* (2018), indican que el vermicompost mejora la permeabilidad, estructura y porosidad del suelo, facilitando la capacidad de retención de agua, la aireación y la penetración de las raíces de plantas, además de proveer nutrientes al suelo, los cuales se vuelven disponibles gradualmente para los cultivos, actuando como fertilizante. Mientras, Joshi *et al.* (2014) manifiestan que el vermicompost contiene sustancias reguladoras de crecimiento y ácidos húmicos que son responsables del crecimiento de las plantas.

Luna *et al*. (2015) señalan que los abonos orgánicos son biofertilizantes para el tratamiento de los cultivos como activadores de las funciones fisiológicas, por lo que su aplicación permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes y representan una opción adecuada para enfrentar los problemas de la fertilización química; además manifiestan que en investigación efectuada sobre el efecto de abonos orgánicos en el crecimiento y desarrollo del pimiento (*Capsicum annuum* L.), los resultados mostraron que en las plantas de pimiento con la aplicación de abonos orgánicos se incrementaron la altura de la planta, el número de frutos, el largo del fruto, el diámetro del fruto y la biomasa fresca de los frutos.

También Cantero *et al*. (2015) informan que en investigación efectuada sobre el efecto de la fertilización con abonos orgánicos sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de la berenjena *Solanum melongena* L., los caracteres vegetativos de la planta de berenjena (altura de planta, diámetro de tallo y área foliar) y las características del fruto (longitud, diámetro y firmeza) no fueron influenciadas por las fuentes de nutrición

orgánica (lombriabono, compost, lixiviado de humus de lombriz) e inorgánica (fertilización convencional con nitrógeno, fosforo y potasio) evaluadas. Este resultado coincide con lo obtenido en la presente investigación.

Luna *et al.* (2015) refieren que los abonos orgánicos constituyen una de las alternativas en el grupo de productos utilizados en la agricultura sustentable, fundamentalmente aquellos que se obtienen a partir de fuentes orgánicas mediante procesos de reciclaje como el compost y el vermicompost. En estudio realizado para determinar el efecto de abonos orgánicos en el crecimiento y desarrollo de plantas de tomate, se encontró que el uso de abonos orgánicos a partir de vermicompost incrementó la altura, el número de frutos, su diámetro y peso.

En maíz, De Luna *et al.* (2016), demostraron que la aplicación combinada de fertilizantes químicos y abonos orgánicos mejoró sustancialmente los rendimientos, incrementando los valores de variables como el peso y el tamaño de las mazorcas, la cantidad de granos y el rendimiento total por unidad de área. La aplicación excesiva de fertilizantes inorgánicos ha generado un aumento en la contaminación del medio ambiente. Sin embargo, al aplicar fertilizantes orgánicos las condiciones del suelo mejoran, dando lugar a un aumento en el crecimiento y la producción.

Escobedo (2015), menciona que en estudio realizado sobre la calidad de la vermicompost en laboratorio y su efecto en el desarrollo de Solidago x hibrida bajo cubierta plástica los tratamientos con lixiviados en dosis altas y con vermicompost en dosis bajas fueron los mejores para la variable altura de la planta. El tratamiento con lixiviado en dosis alta fue el mejor para el número de tallos y la longitud de inflorescencia. El número de tallos correlacionó significativamente con el diámetro de la inflorescencia y el diámetro del tallo con la longitud de la inflorescencia.

Sarduy *et al*. (2016), emplearon varios tratamientos con humus de lombriz en la producción de plántulas de *Capsicum annuum* L. en cepellones, para incrementar el éxito productivo posterior. El humus de lombriz combinado con soluciones nutritivas permitió obtener plántulas de pimiento con excelente calidad; estas plántulas en la etapa de producción tuvieron altos porcentajes de floración, mayor masa de los frutos y

rendimiento que las no tratadas, por lo que la utilización de estos sustratos constituye una alternativa para esta tecnología.

López *et al.* (2013), realizaron una investigación sobre la determinación de las propiedades físicas, químicas y agronómicas de cuatro sustratos obtenidos de desechos agrícolas utilizados para la producción de plántulas de chile tipo 'onza' como una alternativa al uso de sustratos convencionales. Las plántulas cultivadas en vermicompost obtuvieron el mayor número de hojas mientras que el mayor diámetro de tallo se observó en plántulas cultivadas en vermicompost mezclado con compost de bagazo de maguey mezcalero y en composta de bagazo de maguey mezcalero.

Entretanto, Velasco *et al* (2016), señalan que la agricultura orgánica que emplea los lixiviados de vermicompost ha despertado gran interés en los últimos años, no solo en los sectores que están relacionados con el sector agropecuario y la economía rural en su conjunto, sino también en amplios sectores de la sociedad. Este interés comenzó en los países desarrollados hace más de dos décadas. La reconversión progresiva hacia la agricultura orgánica, la investigación, las actividades de transformación, comercialización y consumo de productos orgánicos han registrado un comportamiento muy dinámico, sobre todo en los países desarrollados. La explicación está en la preocupación de la gente por consumir alimentos más sanos e inocuos, de los cuales se conozca su origen y trayectoria real (Araujo *et al.,* 2014).

VI. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1. Ubicación[1]

La investigación se llevó a cabo entre los meses de marzo a junio, en el campo experimental "La Teodomira" de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, ubicada en la parroquia Lodana, Cantón Santa Ana, provincia de Manabí, situada geográficamente a 01° 09' de latitud Sur y 80° 2' de longitud Oeste, con una altitud de 60 msnm.

7.2. Características agroclimáticas[2]

Temperatura media anual	: 25,7° C
Precipitación anual	: 1200 mm
Humedad relativa media anual	: 83,50 %
Evaporación anual	: 1344 mm
Heliofanía anual	: 1 167 horas de sol
Origen	: Aluvial
Topografía	: Plana
Textura de suelo	: Franco-Arcilloso
Drenaje	: Bueno

7.3. Material vegetal

Se utilizó el híbrido Nathalie de la empresa Agripac (2015).

Características

Característica	Datos del Híbrido
Frutos sin hombros	No acumula agua con la lluvia y hay menos frutos podridos
Frutos con paredes gruesas	Larga vida postcosecha por haber menos deshidratación
Excelente color y sabor	Mejor aceptación por el consumidor

[1] INAMHI. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador. Quito. 2017.
[2] Datos tomados de la Estación Agro meteorológica Lodana, Santa Ana, Manabí, Ecuador. 2010-2017.

Tolerancia a *Phytopthora capsici*	Puede sembrarse en zonas donde exista este problema
Alto cuajado de flores	Pocas pérdidas de flores y frutos asociados a problemas de polinización o tumbados por la lluvia

7.4. Tratamientos

Tratamientos	Descripción
T0	Suelo
T1	Fertilizante completo (NPK)
T2	Lixiviado de vermicompost de estiércol bovino (LVCB) 1/40 (v/v)
T3	Lixiviado de vermicompost de estiércol bovino (LVCB) 1/50 (v/v)

7.5. Delineamiento experimental

Diseño experimental	**Bloques al Azar (BA)**
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	12
Superficie de la parcela experimental (3,60 m x 2,10 m)	7,5 m^2
Distanciamiento entre hileras	0,70m
Distanciamiento entre plantas	0,70 m
Distancia entre repeticiones	0,50 m
Número de plantas por sitio	1
Número de plantas totales	432
Distancia entre unidades experimentales	0,50 m
Superficie del ensayo (20,5m x 7,3m)	150 m^2

7.6. Análisis estadístico

Se aplicó un análisis de varianza simple. Las medias se compararon a través de la prueba de Tukey con $p<0,05$.

Fuentes de variación	Grados de Libertad
Tratamientos (t-1)	3
Repeticiones (r-1)	2
Error (t-1) (r-1)	6
Total (t x r) -1	11

7.7. Manejo del experimento

Preparación del terreno

El suelo fue preparado mecánicamente, con un pase de arado de discos, dos de rastra de discos y rotavator, de acuerdo al croquis de campo establecido para el ensayo.

Instalación del sistema de riego

Se colocaron las cintas de la manguera de 60 m de largo por 1 m entre cintas, las cuales tenían goteros incorporados con una capacidad de campo de 2 $l.h^{-1}$ y a una distancia de 30 cm.

Preparación y siembra del semillero

Se sembraron 460 semillas de pimiento en bandejas germinadoras, utilizándose un sustrato orgánico compuesto de estiércol bovino y cáscara de maní molida; la humedad se controló aplicando un riego cada 2 días, por simple inspección del estado de humedad del sustrato en las bandejas.

Trasplante

Después de 20 días, se seleccionaron las plántulas que presentaron tres hojas verdaderas para realizar el trasplante al área experimental. Una vez trasplantadas, las plantas

seleccionadas para su evaluación posterior se identificaron en el centro de la parcela (área útil) marcándolas con cinta plástica de color brillante.

Control de Malezas

Se realizaron cuatro controles manualmente el control de malas hierbas en forma manual, empleando para ello el machete.

Aplicación de fertilizante químico y lixiviado de vermicompost

El fertilizante químico NPK (15-15-15) -tratamiento T1- se aplicó a razón de 10 g por planta a los 15 y 30 días después del trasplante. Las aplicaciones del lixiviado de vermicompost de estiércol de bovino se realizaron a los 10, 20, 40, 50 y 60 días después del trasplante. Las diluciones (dosis) aplicadas -correspondientes a los tratamientos T2 y T3- fueron 1/40 y 1/50 (v/v).

Controles fitosanitarios

Para prevenir la aparición de enfermedades se aplicó Ecocyde y Fertcillius en dosis de 5 $ml.l^{-1}$ de agua cada 8 días. Se aplicó un insecticida biológico Barticillium en dosis de 1 $ml.l^{-1}$ de agua, ambos con una bomba de agua CP3 con capacidad de 20 litros, para evitar la presencia de la mosca blanca (*Bemisia tabaci)*, Trips (*Frankiniella sp*.) y mariquitas (*Diabrotica sp*).

Cosecha

Se llevó a cabo cuando los frutos alcanzaron su tamaño comercial, así como color, firmeza de hombros, los cuales se emplearon como indicadores biológicos del momento de la cosecha y esto sucedió a los 85 días desde la siembra.

7.8. Variables evaluadas

7.8.1. Variables del crecimiento

Altura de planta (m): Se midió con un flexómetro desde el suelo hasta el ápice de la planta, a los 15, 30 y 45 días (DDT).

Diámetro del tallo (mm): Se midió con un calibrador digital en la base del tallo a los 15, 30 y 45 DDT.

Número de hojas: Se contaron las hojas a los 15, 30 y 45 DDT.

Contenido de clorofila (unidades SPAD): Se midió con un clorofilómetro digital Minolta SPAD-502 ® a los 15, 30 y 45 DDT

7.8.2. Variables del rendimiento

Número de frutos por planta. Se contaron los frutos cosechados en el momento de la cosecha en el área útil de la parcela.

Peso de frutos (g). Se pesaron los frutos en el momento de la cosecha con una balanza técnica.

Diámetro y longitud de frutos (cm). El diámetro se determinó con un calibrador en la parte ecuatorial de los frutos y la longitud se midió con una cinta graduada en centímetros en el momento de la cosecha.

Rendimiento estimado ($t.ha^{-1}$). Se estimó a partir del peso de los frutos de las plantas mediante la siguiente fórmula:

$$\textit{Rendimiento estimado por hectárea} = \frac{[(10000 \times \textit{peso de los frutos de cada planta})/0{,}49]}{1000}$$

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables del crecimiento

Altura de la planta

La Tabla 1, presenta los valores promedios del efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre la altura de las plantas de pimiento híbrido Nathalie.

Tabla 1. Efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre la altura (m) de plantas de pimiento híbrido Nathalie.

Tratamientos	Altura de la planta 15 ddt	E.E.	Altura de la planta 30 ddt	E.E.	Altura de la planta 45 ddt	E.E.
Suelo	0,39	0,02	0,67	0,13	1,09 a	0,01
Fertilizante completo (NPK)	0,37	0,02	0,63	0,13	1,04 b	0,01
Aplicación de dosis de (LVCB) 1/40	0,37	0,02	0,65	0,13	1,09 a	0,01
Aplicación de dosis de (LVCB) 1/50	0,39	0,02	0,66	0,13	1,05 b	0,01
Tukey	**NS**		**NS**		**0,003**	
C.V.%	**3,76**		**4,74**		**0,93**	

Se pudo detectar a los 45 días dos rangos de significación según la prueba de Tukey; en los tratamientos suelo y aplicación de dosis de (LVCB) 1/40 se obtuvo la mayor altura de planta con 1,09 m, resultado que fue estadísticamente superior al resto. En las dos evaluaciones anteriores no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos.

Diámetro del tallo

La Tabla 2, presenta los valores promedios de los tratamientos del efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre el diámetro del tallo.

Tabla 2. Efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre el diámetro del tallo (mm) de plantas de pimiento híbrido Nathalie.

Tratamientos	Diámetro del tallo 15 ddt	E.E.	Diámetro del tallo 30 ddt	E.E.	Diámetro del tallo 45 ddt	E.E.
Suelo	5,95	0,12	11,66 a	0,15	20,42 b	0,21
Fertilizante completo (NPK)	5,85	0,12	11,29 b	0,15	19,27 b	0,21
Aplicación de dosis de (LVCB) 1/40	5,90	0,12	11,88 a	0,15	24,94 ab	0,21
Aplicación de dosis de (LVCB) 1/50	6,09	0,12	11,26 b	0,15	28,17 a	0,21
Tukey	**NS**		**0,23**		**5,75**	
C.V.%	**4,76**		**0,67**		**2,71**	

Se encontraron diferencias estadísticas a los 30 días, los tratamientos de suelo y LVCB 1/40 mostraron los mayores valores (11,66 y 11,88 mm) los que difirieron significativamente de los restantes tratamientos. A los 45 días, el LVCB 1/50 presentó el mayor diámetro de tallo con 28,17 mm, resultado significativamente superior a los restantes.

Numero de hojas

La Tabla 3, presenta los valores promedios de la evaluación del efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre el número de hojas.

Tabla 3. Efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre el número de hojas de plantas de pimiento híbrido Nathalie.

Tratamientos	Número de hojas 15 ddt	E.E.	Número de hojas 30 ddt	E.E.	Número de hojas 45 ddt	E.E.
Suelo	20,44 bc	0,87	78,94	3,17	158,83 ab	2,64
Fertilizante completo (NPK)	19,44 c	0,87	81,61	3,17	166,00 a	2,64
Aplicación de dosis de (LVCB) 1/40	26,33 ab	0,87	74,94	3,17	163,71 a	2,64
Aplicación de dosis de (LVCB) 1/50	28,36 a	0,87	76,72	3,17	154,24 b	2,64
Tukey	**2,61**		**NS**		**7,98**	
C.V.%	**6,43**		**9,85**		**1,52**	

A los 15 días, los tratamientos con lixiviados mostraron los mayores valores, sin diferencias estadísticas entre sí. A los 45 días, la dosis de LVCB 1/40 y el tratamiento con fertilizante NPK fueron similares al suelo sin fertilizar, y este a su vez fue estadísticamente similar al LVCB 1/50.

Contenido de clorofilas totales

En la Tabla 4 se muestran los valores promedios del efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre el contenido de clorofilas totales.

Tabla 4. Efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre el

Tratamientos	**Clorofilas totales 15 ddt**	**E. E**	**Clorofilas totales 30 ddt**	**E. E**	**Clorofilas totales 45 ddt**	**E. E**
Suelo	48,66	0,9	52,40 a	0,60	59,54	0,56
Fertilizante completo (NPK)	49,49	0,9	56,20 a	0,60	62,07	0,56
Aplicación de dosis de (LVCB) 1/40	48,54	0,9	52,80 ab	0,60	60,80	0,56
Aplicación de dosis de (LVCB) 1/50	47,51	0,9	51,03 b	0,60	59,71	0,56
Tukey	**NS**		**3,87**		**NS**	
C.V.%	**3,76**		**1,61**		**3,03**	

contenido de clorofilas totales (unidades SPAD) de pimiento híbrido Nathalie.

En lo referente a esta variable se encontraron dos rangos a los 30 DDT, y no hubo diferencias en los dos momentos restantes. A los 30 DDT, las plantas que crecieron en suelo sin fertilizar, con NPK y con LVCB 1/40 tuvieron contenidos de clorofilas estadísticamente iguales, y las del LVCB 1/40 a su vez no difirieron de las que recibieron LVCB 1/50.

En todas las variables se obtuvieron diferencias estadísticas entre los tratamientos en alguno de los momentos de evaluación. Sin embargo, la tendencia general fue heterogénea entre ellos.

La altura de la planta a los 45 DDT en las plantas con LVCB 1/40 y suelo sin fertilizar fue significativamente superior a las plantas de los dos restantes. Esto mismo sucedió para el diámetro del tallo a los 30 DDT; sin embargo a los 45 DDT el diámetro de las plantas tratadas con LVCB 1/50 y LVCB 1/40 fueron estadísticamente iguales, y este último a su vez no difirió del suelo sin fertilizar o fertilizado con NPK.

El número de hojas a los 15 DDT fue estadísticamente mayor en las plantas tratadas con cualquiera de las dos dosis de LVCB. Las que recibieron LVCB 1/40 fueron estadísticamente similares a las que crecieron en suelo sin fertilizar, y estas a las que fueron fertilizadas con NPK. En cambio a los 45 días estos efectos desaparecieron, obteniéndose cantidades de hojas similares en las plantas crecidas en suelo sin fertilizar, con NPK o con LVCB 1/40. Estas a su vez no difirieron de las tratadas con LVCB 1/50. Por último, sólo se encontraron diferencias en el contenido de clorofilas totales a los 30 DDT, igualándose las plantas en suelo sin fertilizar, con NPK y con LVCB 1/40, y estas últimas a las que recibieron LVCB 1/50.

En resumen, se observaron efectos específicos en las variables altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas y contenido de clorofila en algún momento de las evaluaciones realizadas. Las diferencias encontradas en las variables mostraron una tendencia heterogénea. Resultados de múltiples investigaciones han demostrado los efectos positivos de lixiviados de vermicompostaje de distinta naturaleza sobre la fisiología y el rendimiento de diferentes especies de cultivos, según González *et al.* (2013), en lechuga y albahaca; Hernández *et al.* (2012), Terry *et al.* (2013), en cultivares de fréjol; Calderín et al. (2013), señalan sobre el efecto positivo de las sustancias húmicas líquidas obtenidas de vermicompost, aplicadas al suelo y foliarmente, lograron incrementos en la masa seca radical sin diferencia del control. El incremento de la está asociado al estímulo de las sustancias húmicas sobre el crecimiento y desarrollo del sistema radical.

Según Calderín *et al*. (2013), las plantas expuestas a los ácidos húmicos contienen más pigmentos fotosintéticos indicando que la síntesis de pigmentos continúa aún bajo condiciones de mayor estrés. El total de clorofilas y carotenoides es un 15% mayor en las plantas expuestas lo que garantiza la continuación de la fotosíntesis para la producción de energía aún bajo condiciones estresantes. Los lixiviados de vermicompost aplicados de manera foliar presentan una acción directa y un efecto positivo sobre el desarrollo de las plantas, ya que estas influyen en los procesos metabólicos, biológicos y fisiológicos del cultivo. Esta incrementa el número de clorofila en las hojas, debido a que estas sustancias actúan como cofactores de crecimiento celular, por lo cual provoca que haya mayor contenido de clorofila en las

misma, incrementa la actividad fotosintética, ya que esta penetra de manera mucho más rápida las paredes celulares y promueve la elongación celular.

Arteaga (2011) informó que la obtención de las biopreparados húmicos mediante el método de lixiviación mostró el mejor comportamiento en cuanto a rendimiento agrícola en el cultivo de la habichuela, superando al control con fertilización completa y a los tratamientos donde se aplicaron los métodos de decantado y té de humos. Su aplicación de sustancias húmicas al follaje produce una curva de crecimiento típica de una respuesta hormonal por parte de la planta. Por ello este autor plantea que la aplicación en concentraciones adecuadas fomentará un mayor crecimiento y desarrollo y que si las concentraciones aumentan paulatinamente, también decrecerá el crecimiento y desarrollo de la planta. En bajas concentraciones, el efecto que tienen las sustancias húmicas líquidas sobre la planta es prácticamente nulo. Además, se debe considerar que también pueden llegar a actuar como estimuladores o reguladores del crecimiento vegetal.

Gonzales (2013), señala que el té del vermicompost influyó significativamente en la altura, diámetro del tallo, área foliar, peso seco del tallo, raíces y hojas, así como en la biomasa total de la albahaca y la lechuga, respecto al efluente del vermicompostaje. En los últimos años se ha investigado la actividad biológica de las sustancias húmicas sobre las plantas. Las sustancias húmicas están compuestas por una asociación supramolecular de moléculas orgánicas muy pequeñas agrupadas esencialmente por enlaces hidrófobicos. Estos complejos moleculares se pueden disociar, dando lugar a fracciones de mayor o menor peso molecular. Se ha comprobado que la actividad biológica se encuentra ligada a las fracciones que presentan menor peso molecular, debido a que son las que con mayor facilidad alcanzan la pared celular de las plantas.

La producción de compost a partir de lombrices tiene grandes perspectivas futuras, ya que ofrece una excelente alternativa para el manejo de desechos que se vuelven contaminantes tales como la basura de las ciudades, los desperdicios de restaurantes, los excedentes de los establos, etc. Además, es un excelente fertilizante que se puede utilizar no solo en la agricultura orgánica también en la agricultura convencional, lo indica Acevedo (2012).

Variables del rendimiento.

Número de frutos por planta

En la Tabla 5, se muestran los valores promedios del efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre el número de frutos por planta de pimiento híbrido Nathalie.

Tabla 5. Efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre el número de frutos por planta de pimiento híbrido Nathalie.

Tratamientos	**Frutos por planta**	**E. E**
Suelo	19,05	0,6
Fertilizante completo (NPK)	21,38	0,6
Aplicación de dosis de (LVCB) 1/40	18,60	0,6
Aplicación de dosis de (LVCB) 1/50	19,49	0,6
Tukey	**NS**	
C.V.%	**10,85**	

No se encontraron diferencias estadísticas entre los valores de esta variable por el efecto de los tratamientos aplicados.

Peso de los frutos

En la Tabla 6, se muestran los valores promedios del efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre el peso de frutos pimiento híbrido Nathalie

Tabla 6. Efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre el peso de frutos de pimiento híbrido Nathalie.

Tratamientos	**Peso de fruto (gramos)**	**E. E**
Suelo	107,02	0,12
Fertilizante completo (NPK)	102,76	0,12
Aplicación de dosis de (LVCB) 1/40	110,14	0,12
Aplicación de dosis de (LVCB) 1/50	102,37	0,12
Tukey	**NS**	
C.V.%	**9,63**	

No se encontraron diferencias estadísticas entre los valores de esta variable por el efecto de los tratamientos aplicados.

Diámetro de los frutos

En la Tabla 7 se muestran los valores promedios del efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre el diámetro de fruto en pimiento híbrido Nathalie.

Tabla 7. Efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre el diámetro de frutos en pimiento híbrido Nathalie.

Tratamientos	**Diámetro de fruto (cm)**	**E. E**
Suelo	5,68	0,2
Fertilizante completo (NPK)	5,85	0.2
Aplicación de dosis de (LVCB) 1/40	6,61	0,2
Aplicación de dosis de (LVCB) 1/50	5,56	0,2
Tukey	**NS**	
C.V.%	**3,05**	

No se encontraron diferencias estadísticas entre los valores de esta variable por el efecto de los tratamientos aplicados.

Longitud de los frutos

En la Tabla 8, se muestran los valores promedios del efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre la longitud de los frutos en pimiento híbrido Nathalie.

Tabla 8. Efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre la longitud de frutos en pimiento híbrido Nathalie.

Tratamientos	**Diámetro de fruto (cm)**	**E. E**
Suelo	5,68	0,2
Fertilizante completo (NPK)	5,85	0.2
Aplicación de dosis de (LVCB) 1/40	6,61	0,2
Aplicación de dosis de (LVCB) 1/50	5,56	0,2
Tukey	**NS**	
C.V.%	**3,05**	

No se encontraron diferencias estadísticas entre los valores de esta variable por el efecto de los tratamientos aplicados.

Rendimiento en t.ha^{-1}

En la Tabla 9 se muestran los valores promedios del efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre el rendimiento en ton/ha en pimiento híbrido Nathalie.

Tabla 9. Efecto de los lixiviados de vermicompost de estiércol bovino sobre el rendimiento en t.ha^{-1} en pimiento híbrido Nathalie

Tratamientos	**Rendimiento (t.ha^{-1})**	**E. E**
Suelo	4,13	0,1
Fertilizante completo (NPK)	4,46	0,1
Aplicación de dosis de (LVCB) 1/40	4,16	0,1
Aplicación de dosis de (LVCB) 1/50	4,07	0,1
Tukey	**NS**	
C.V.%	**7,14**	

No se encontraron diferencias estadísticas entre los valores de esta variable por el efecto de los tratamientos aplicados.

Como se puede apreciar, no se obtuvieron diferencias entre los tratamientos, a pesar de las encontradas en todas las variables asociadas al rendimiento en la cuarta cosecha. Esto indica que los valores obtenidos en la cosecha final no tuvieron un peso determinante en la conformación del rendimiento total, resultante de la sumatoria de

todos los pesos de los frutos cosechados en todo el experimento. Por ello con respecto a los contenidos nutrimentales, el lixiviado de vermicompost contiene grandes cantidades de ácidos húmicos y fulvicos, los cuales mejoran el desarrollo de las plantas y absorción de nutrientes. Su composición microbiana protege de enfermedades, por lo que actúa como promotor del crecimiento vegetal (Gonzales, 2012).

Entre los orígenes de las sustancias húmicas, son derivadas de la materia orgánica, tales como residuos de cosecha, restos de animales, estiércoles, entre otras. La materia orgánica incorporada al suelo pasa por un proceso de transformación en el cual intervienen los microorganismos para que, finalmente, se formen las sustancias húmicas, que son la parte más estable de la materia orgánica, a este proceso se le conoce como edafológico. Luego de un proceso de descomposición y disgregación de la materia se obtiene finalmente el lixiviado o sustancia húmica (Martínez, 2014) y los lixiviados se deben colectar desde que se empieza a descomponer la materia orgánica, sin embargo si la colecta se hace con la finalidad de usarlos como fuente nutrimental, la colecta se hará una vez terminado el proceso de compostaje y se drena para evitar la saturación de humedad de la unidad de vermicompostaje. Así mismo Zambrano (2011), en trabajo realizado sobre el efecto de cuatro fuentes y dos dosis de nitrógeno en el crecimiento y desarrollo de chile dulce (*Capsicum annuum* L.), no encontró diferencias en las interacciones entre dosis y fuente para los parámetros del crecimiento vegetativo, pero encontró rendimientos mayores, frutos grandes y extra grandes con altas dosis de fertilizantes inorgánicos, y la mejor fuente fue el nitrato de amonio.

Morón *et al.* (2014) compararon el rendimiento productivo y económico del cultivo de chile con manejo orgánico como alternativa al cultivo convencional que utiliza agroquímicos. Durante el ciclo agrícola, mensualmente, se registraron todas las inversiones monetarias realizadas en agroquímicos, jornales, adición de lombricompost y fitoinsecticidas, y se registró la biomasa de las plantas y las dimensiones de los frutos. La producción con manejo convencional fue mayor, pero el costo de producción se duplicó en comparación con el cultivo orgánico, afectándose negativamente su rentabilidad. Mientras, Mikolic *et al*. (2018) indican que el vermicompost es un abono orgánico estabilizado, rico en nutrientes y de baja densidad aparente, el cual puede aplicarse al suelo para mejorar sus características químicas, físicas y biológicas, además

de mejorar los rendimientos y sanidad de los cultivos sin causar riesgos al medio ambiente y reducir los costos de producción.

Ramírez (2015) después de investigar el uso de lombricompost como parte del sustrato en la producción de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), concluye que influye positivamente en el desarrollo inicial de la plántula. Al estimular la germinación, el desarrollo de la plúmula y la radícula, la planta logra un mejor establecimiento en campo, y esto se refleja en el rendimiento. Por su parte Villegas *et al*. (2017), señalan que el contenido de macronutrientes y micronutrientes en el vermicompost es generalmente mayor que en el compost tradicional, contiene niveles altos de los principales nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en forma más soluble. Estas características mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, teniendo como resultado mayor rendimiento de los cultivos.

Domínguez *et al.* (2016), indican que los efectos positivos del vermicompost sobre la fertilidad física, química y biológica del suelo y sobre los rendimientos de la cosecha de los cultivos son similares e incluso superiores a los del compost. En tanto que García (2016) indica que en la actualidad existe gran preferencia entre los consumidores por los alimentos frescos, libres de agroquímicos, inocuos y con alto valor nutricional. Por esta razón estudió el efecto del vermicompost sobre variables del crecimiento vegetativo, la producción de fruto fresco y seco y su calidad en chile tipo mirasol. Los mejores resultados para el rendimiento y la calidad de los frutos se registraron en los tratamientos con las dosis más altas de vermicompost, que superaron al testigo con fertilización química en todas las variables evaluadas. Por tanto, para esta especie el vermicompost puede satisfacer sus necesidades fisiológicas sin la necesidad de aplicar fertilizantes sintéticos.

En los últimos años ha suscitado un gran interés científico el empleo de vermicompost, debido a los efectos que ejerce cuando es incorporado al suelo. Fortis *et al.* (2012), manifiestan que los sustratos orgánicos vermicompostados incrementan la carga de nutrientes para los cultivos. Asimismo, elevan la presencia de nitratos en todo el ciclo agrícola, lo que indicaría que el N que aportan está siempre disponible para el cultivo. Los resultados obtenidos de su investigación con vermicompost en la producción de

pimiento morrón demostraron que en condiciones de invernadero se obtuvieron rendimientos similares a los que se alcanzan con la fertilización convencional, lo que coincide con lo encontrado en la presente investigación.

Cantero *et al.* (2015), informaron que en investigación efectuada sobre el efecto de la fertilización con abonos orgánicos sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de la berenjena *Solanum melongena* L., no observaron diferencias significativas en las variables del crecimiento vegetativo y tampoco en el rendimiento, lo que ratifica al vermicompost como una alternativa sostenible desde el punto de vista económico y ecológico. En la presente investigación se observó que los lixiviados de vermicompost produjeron pocas o ninguna diferencia con la fertilización convencional en las variables morfo-fisiológicas. En cuanto a las variables del rendimiento, las diferencias se evidenciaron solamente en la cuarta cosecha, y no tuvieron un peso significativo en el rendimiento estimado por hectárea.

El hecho de no encontrar diferencias entre los rendimientos obtenidos con fertilizante inorgánico y diferentes variantes orgánicas (lixiviados de vermicompost y materia orgánica sólida) indican que las alternativas orgánicas son una variante aceptable para producir pimiento híbrido Nathalie sin emplear fertilizantes químicos sintéticos. De estas alternativas orgánicas, el uso de lixiviados parece ser lo más recomendable por su bajo costo y facilidad de aplicación (Altieri, 2010).

Casilimas *et al*. (2015), quienes evaluaron el efecto del lixiviado de estiércol bobino en el cultivo de Tomate (*Solanum Lycopersicum* L) aplicado de manera foliar, y determinaron que se vio favorecida la producción del cultivo, debido a que aumento entre 3-4 gr el peso de los frutos (relación 1:30) bajo este tratamiento en relación a al testigo (fertilización sintética), también se observó que el cultivo tuvo una maduración mucho más homogénea que el testigo (relación 1:40).

Castillo *et al*. (2015) evaluaron el efecto del lixiviado de estiércol bovino aplicado de manera foliar en tomate (*Solanun lycopersicum* L), y observaron incrementos en el peso de los frutos así como una maduración mucho más homogénea que la que se logra con fertilizantes convencionales.

En la presente investigación se observó que los lixiviados de vermicompost produjeron pocas o ninguna diferencia con la fertilización convencional en las variables morfo-fisiológicas. En cuanto a las variables del rendimiento, las diferencias se evidenciaron solamente en la cuarta cosecha, y no tuvieron un peso significativo en el rendimiento estimado por hectárea.

El hecho de no encontrar diferencias entre los rendimientos obtenidos con fertilizante inorgánico y diferentes variantes orgánicas (lixiviados de vermicompost y materia orgánica sólida) indican que las alternativas orgánicas son una variante aceptable para producir pimiento híbrido Nathalie sin emplear fertilizantes químicos sintéticos. De estas alternativas orgánicas, el uso de lixiviados parece ser lo más recomendable por su bajo costo y facilidad de aplicación.

VIII. CONCLUSIONES

- En la altura, el diámetro y la cantidad de hojas de las plantas se encontraron diferencias significativas a los 45 días después del trasplante; el lixiviado de vermicompost de estiércol bovino (1/40 v/v) en todos los casos estuvo entre los tratamientos con los que se obtuvieron los valores estadísticamente superiores.
- Las diferencias en el contenido de clorofilas totales se manifestaron solamente a los 30 días después del trasplante; el lixiviado de vermicompost de estiércol bovino (1/40 v/v) nuevamente mostró los mayores valores para esta variable, junto al suelo sin fertilizar y el suelo tratado con NPK.
- En las variables del rendimiento (número, peso, diámetro, longitud de los frutos y rendimiento estimado) no se encontraron diferencias estadísticas entre los resultados obtenidos para los tratamientos empleados.

IX. RECOMENDACIONES

- Utilizar el lixiviado de vermicompost de estiércol bovino en dosis 1/40 (v/v) como bioestimulante en el cultivo de pimiento híbrido Nathalie, considerando los rendimientos similares a la fertilización convencional que se obtienen con este producto, y su carácter no agresivo al ambiente.
- Desarrollar investigaciones similares en otros híbridos de pimiento y cultivos de ciclo corto, para fundamentar el empleo del vermicompost y sus lixiviados en la producción hortícola en la provincia de Manabí.

X. BIBLIOGRAFÍA

Acevedo A. (2012). Catalogue of Seed Plants of the West Indies. Lion, Francia: Smithsonian Contributions to Botany.

Agripac S.A.. (2015). Características agronómicas y de rendimiento del Híbrido Nathalie. Guayaquil, Ecuador: Agripag. Dpto de Semillas.

Ameri.F., Galarraga, F., y Rivadeneira O.(2012). Effect of substrate and cultivar on growth characteristic of strawberry in soilless culture System. African Journal of Biotechnology. Chicago, USA

Altieri T. (2010). El cultivo de pimiento. México D.F.: Editorial ACAO Novena Edición.

Arbelo H. (2012). Influencia de la siembra directa y las aplicaciones foliares de extracto líquido de Vermicompost en el crecimiento y rendimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L. Revista Ciencias de Técnicas Agropecuarias, Pág. 86-90.

Arteaga C. (2011). Resultados de la aplicación de Liplanr sobre el suelo ferralítico rojo al evaluar varios indicadores biológicos y productivos en tres cultivos. La Habana, Cuba: Universidad Agraria de la Habana.

Araujo. E., Escobar, G. y Díaz A. (2014). Uso de fertilizantes orgánicos y químicos en el cultivo del pimiento (Capsicum annuum L). Universidad de Matanzas. Matanzas, Cuba.

Atiyeh R. (2011). Influence of earthworm rocessed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Florida, USA: Edition Bioresource Technology.

Berrios J. (2013). Rangos de temperatura para el crecimiento y producción de pimiento. Lima, Perú: Universidad de Ciencias Agropecuarias La Molina.

Cabañas F. (2012). La producción orgánica del cultivo de pimiento. México D.F.: Editorial Labores.

Calderín, A., Gudiri, F., Hernández, F. y Díaz H. (2013). Biotechnology of humified materials obtained from vermicomposts for sustainable agroecological purposes. African Journal of Biotenology. USA.

Cantero, J., Espitia, L., Cardona, C., Vergara, C., & Araméndiz, H. (2015). Efectos del compost y lombriabono sobre el crecimiento y rendimiento de berenjena Solanum melongena L. Rev. Cienc. Agr. Julio - Diciembre 2015, 32(2): 56 - 67.

Casilimas, H., Monsalve, O., Bojacá, C., Gill, R., Villagrán, E., Arias, L., & Fuentes, L. (2012). Manual de producción de pimenton bajo invernadero. Colombia: Editorial Gente Nueva

Castillo, M. Bravo, A. (2015). Evaluación de la influencia del lixiviado de estiércol bobino en el cultivo de Tomate (*Solanun Lycopersicum* L) aplicado de manera foliar. Universidad Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agronómicas. 42p

Collantes B. (2015). Estudio de dos tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en dos híbridos comerciales de pimiento (Capsicum annuun L) en la parte alta de la Cuenca del Río Guayas. . Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Trabajo de Pregrado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.

Cubero F. (2012). Manejo del cultivo de pimiento: Fenología. México D.F.: Editorial Luz y Vida.¡

Cruz, F., Godeya, F. y Jons, G. (2014). Concentración nutrimental foliar y crecimiento de chile serrano en función de la solución nutritiva y el sustrato. Revista Mexicana Fitotex. Pág. 295.

De Luna, A., García, M., Rodriguez , E., & Pimienta, E. (2016). Evaluación de composta, vermicomposta y excreta de bovino en la producción de maíz (Zea mays l.). Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias. Septiembre 2016 Vol.3 No.8 46-52, 1-7.

Domínguez, J., & Pérez, D. (2016). Desarrollo y nuevas perspectivas del vermicompostaje. Departamento de Ecología y Biología Animal. Universidad de Vigo, 1-15.

Doyle, A., Govea, R. y Barrionuevo H. (2012). The effect of a peat based growing medium, with varying fertilizer levels and amended with composted green waste (CGW), on the growth and development of tomato (Lycopersicon lycopersicum (L.). Acta Horticulturae. USA.

Escobedo, B. (2015). Calidad de una vermicomposta en laboratorio y su efecto en eld esarrollo de Solidago x híbrida, bajo cubierta plastica. Universidad Autónoma del Estado de México, 1.

Fernández C. (2011). Elaboración de humus sólido y líquido a partir de la lombriz roja californiana (Eisenia foetida). . México D.F.: Editorial Limusa.

Fortis, M., Preciado, P., García, J., Navarro, A., González , J., & Omaña, J. (2012). Sustratos orgánicos en la producción de chile pimiento morrón. Rev. Mex. Cienc. Agríc vol.3 no.6 Texcoco nov./dic. 2012, 1-10.

Gonzales, K., Rodríguez, M. y García J.(2013). Efluente y té vermicompust en la producción de hortalizas de hoja en sistema NFT. http://search.proquest.com/docview/1503244839?accountid=36862

Gracìa, j. (2016). Efecto de diferentes dosis de vermicompost sobre la capacidad de producciòn y calidad de fruto en chile (Capsicim annuum L.), tipo Mirasol. Saltillo, Mèxico: Universidad Autònoma Agraria Antonio Narro.

Grupta, R., Uribe, R. y James R. (2013). Efficient Utilization of Solid Organic Waste through Vermicomposting and its Impact on Growth Parameters of Different Vegetable Crops. Journal of environmental Science and sustainability. USA,

Hortoinfo G. (15 de Octubre de 2014). http://www.hortoinfo.es/index.php/noticias-3/noticias/2687-prod-mund-pim-261216.

Hernández, G. y Arbelo, M. (2012). Influencia de la siembra directa y las aplicaciones foliares de extracto líquido de Vermicompost en el crecimiento y rendimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.). Revista Ciencias de Técnicas Agropecuarias. Pág. 86-90.

INEC. (11 de Noviembre de 2017). http://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/osticket_sp/view.php?e=solrac221@hotmail.com&t=42137.

Infoagro S.A. (2012). Hortalizas. El cultivo de pimiento. Quito, Ecuador: Disponible en: www.infoagro.com/hortalizas/pimienton.

Joshi, R., Singh, J., & Pal Vig, A. (2014). Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants. Rev Environ Sci Biotechnol, 1-24.

Lazcano, H. & Rivera G. (2010). Effects of vermicompost as a potting amendment of two commercially-grown ornamental plant species. Spanish Journal of Agricultural Research. Florida, USA.

López, J., Méndez, A., Pliego, L., Aragón, E., & Róbles, M. (2013). Evaluación agronómica de sustratos en plántulas de chile. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp. Núm. 6 14 de agosto - 26 de septiembre, 2013 p. 1139-1150.

Lucas E. (2014). Características fenológicas del cultivo de pimiento. Buenos Aires, Argentina: Editorial Kapeluz.

Luna, R., Reyes, J., López, R., Reyes, M., Alava, A., Velasco, A., Macías, R. (2015). Efectos de abonos orgánicos en el crecimiento y desarrollo del pimiento (Capsicum annuum L.). Centro Agrícola, 42 (4): 11-18; octubre-diciembre, 2015, 1-8.

Luna, R., Reyes, J., López, R., Reyes, M., Murillo, G., Samaniego, C., Travéz, R. (2015). Abonos orgánicos y su efecto en el crecimiento y desarrollo del cultivo

del tomate (Solanum lycopersicum L.). Centro Agrícola, 42 (4): 67-74; octubre-diciembre, 67-74.

MAG. (2017). Superficies de siembra de especies horticolas en Manabí. El Cultivo de Pimiento. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Maroto T. (2009). Horticultura herbácea especial. El Cultivo de pimiento. Madrid, España: Editorial Mundi Prensa.

Martìnez B. (2014). sustancias húmicas, proceso de transformaciòn y su importancia. Madrid, España: Editorial AEDOS.

MCCH. (2014). Fertilización orgánica. Quito, Ecuador: Fundación MCCH. Maquita Crushunchic.

Mikolic, C., Ruffinelli, S., Dárdano, B., Escudero, G., Andreoni, I., Gómez, A., & Basile, D. (2018). Manual de Vermicompostaje. Montevideo - Uruguay: Departamento de Desarrollo Ambiental de la Intendencia de Montevideo (IM). Unidad de Montevideo Rural. Departamento de Sistemas Ambientales, Facultad de Agronomía de la Universidad de la República.

Morón, A., & Alayón, J. (2014). Productividad del cultivo de chile jalapeño (Capsicum anuum L.) con manejo orgánico o convencional en Calakmul, Campeche, México. Avances de Investigación Agropecuaria Issn 0188789-0, 1-6.

Moreno J. (2011). Origen, importancia y aplicación de vermicompost para el desarrollo de especies hortícolas y ornamentales. Saltillo, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Nuez C. (2012). Características agronómicas del cultivo de pimiento. México D.F.: Editorial AlfaOmega.

Oceáno F. (2012). Enciclopedia práctica de la Agricultura y la Ganadería. El Cultivo de pimiento. Barcelona, España: Editorial Oceáno Centrum.

Olmo C. (17 de Agosto de 2012). http://www.horticulturaefectiva.net/2012/03/origen-delpimiento.html. Recuperado el 16 de Agosto de 2018

Parcero V. (2013). Las temperaturas en la producción y condiciones del pimiento en invernadero. Madrid, España: Editorial Tompsom.

Pérez H. (2014). Efecto del lixiviado de humus de lombriz sobre indicadores morfológicos en el cultivo de la cebolla (Allium cepa L.). Lima, Perú: Editorial Centro Agrícola.

Rai, G., Suárez, F., y Páez D. (2014). Comparative Study of the Effect of Chemical Fertilizers and Organic Fertilizers on Eisenia foetida. International Journal of Innovative Research Science. Chicago, USA

Ramìrez C. (2015). Ventajas y desventajas de la fertilizaciòn inorganica y organica en cultivos de campo. Mèxico D.F.: Editorial La Norma.

Reyes, A., Goya, J., Domo G. (2012). Efectos del humus líquido sobre algunos parámetros agronómicos en el cultivo de pimiento, bajo condiciones de estrés salino. Editorial Trillas. México D.F.

Sarduy, M., Díaz, I., Castellanos, L., Soto, R., & Pérez, Y. (2016). Sustratos y soluciones nutritivas para la obtención de plántulas de pimiento y su influencia en la producción en cultivos protegido. Centro Agrícola, 43 (4): 42-48; octubre-diciembre, 2016, 1-7.

Suàrez V. (2015). Importancia de la fertilizaciòn y lixiviados orgànicos en la producciòn del frutos limpios. Madrid, España: Editorial Aedos.

Suquilanda L. (2013). Importancia de los lixiviados húmicos en el rendimiento agronómico y de producción de las hortalizas. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Valadez A. (2013). Producción de Hortalizas. México D.F.: Editoria AlfaOmega.

Velasco, S., Suárez, B., J.& Bore, J. (2016). Humus líquido y microorganismos para favorecer la producción de lechuga (Lactuca sativa var. Crespa) en cultivo de hidroponía. Revista de la selva andina Biosphera. USA.

Villegas, V., & Laines, J. (2017). Vermicompostaje: I avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.8 Núm.2 15 de febrero - 31 de marzo, 2017, p. 393-406.

Zambrano, C. (2011). Efecto de cuatro fuentes y dos dosis de nitrògeno en el crecimiento y desarrollo de chile dulce (Capsicum Annuum) en casa malla. Tegucibalpa, Honduras: Editorial El Zamorano.

XI. ANEXOS

Preparación y definición de parcelas

Terreno listo alineado

Instalación de mangueras para riego por goteo

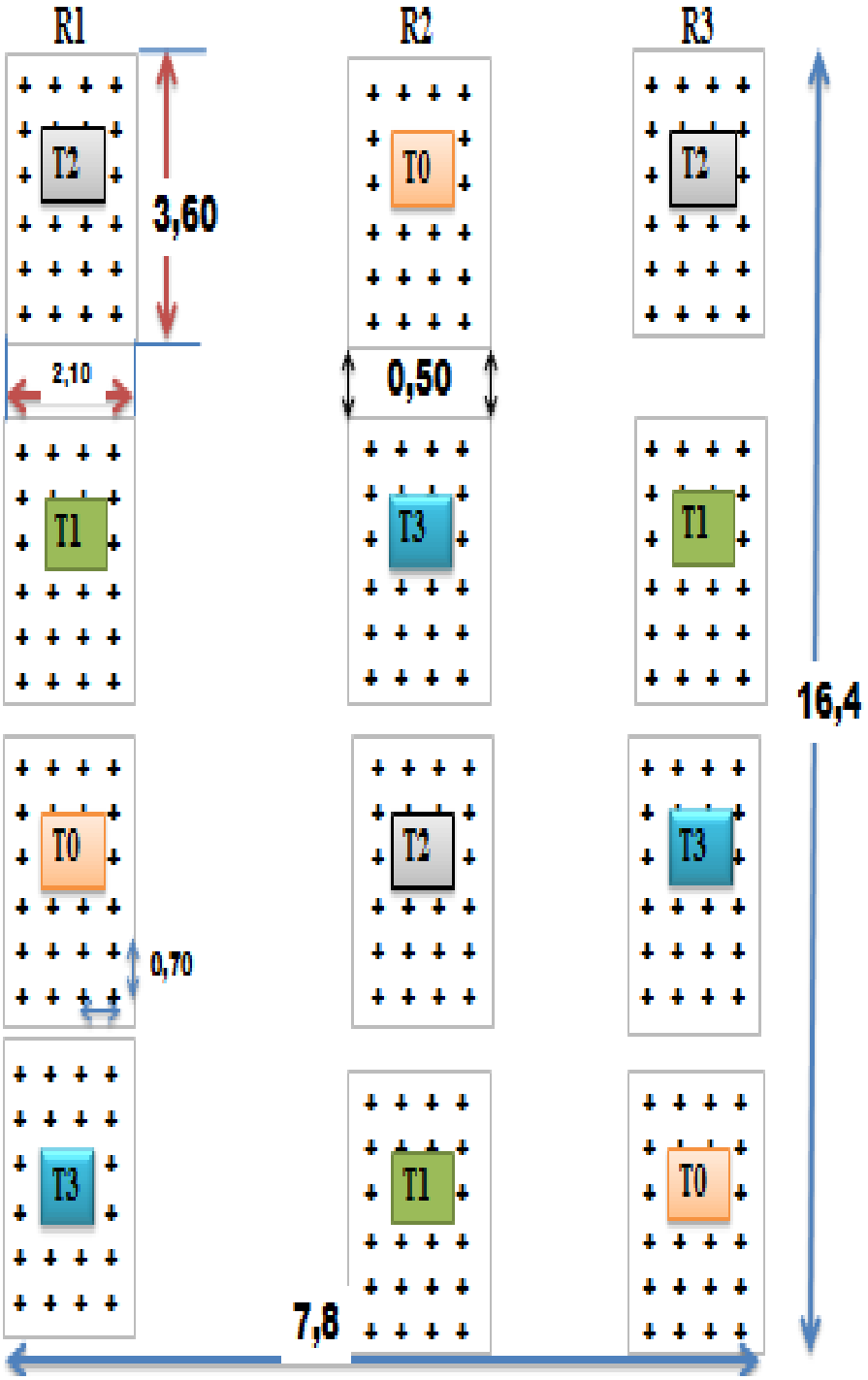
Bandejas con plántulas germinadas.

Labor de trasplante y aplicación de **LVC**

Productos orgánicos utilizados

Plantación tutorada bajo cultivo semiprotegido

Toma de datos de frutos

Producción de pimiento

CROQUIS DE LA INVESTIGACION EXPERIMENTAL