UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

Facultad de Ingenería Agronómica

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

"Efectos del lixiviado de Vermicompost de estiércol bovino sobre el crecimiento, clorofilas y producción del cultivo de Pimiento (*Capsicum annuum* L) bajo sistema protegido."

AUTOR:

Cristhian Josué Cedeño Solórzano.

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Caridad Antonio Torres García. PhD

SANTA ANA – MANABÍ – ECUADOR

2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

Facultad de Ingenería Agronómica

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

"Efectos del lixiviado de Vermicompost de estiércol bovino sobre el crecimiento, clorofilas y producción del cultivo de Pimiento (*Capsicum annuum* L) bajo sistema protegido."

AUTOR:

Cristhian Josué Cedeño Solórzano.

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Caridad Antonio Torres García. PhD

SANTA ANA – MANABÍ – ECUADOR

2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENERÍA AGRONÓMICA

TEMA:

"Efectos del lixiviado de Vermicompost de estiércol bovino sobre el crecimiento, clorofilas y producción del cultivo de Pimiento (*Capsicum annuum* L) bajo sistema protegido."

TESIS DE GRADO.

Sometida a consideración del Tribunal de Defensa del Trabajo de Titulación y legalizada por el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

APROBADA POR:

_____

Ing. George Alexander Cedeño García Mg. Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

_____

Ing. Adriana del Carmen Celi Soto Mg. Sc.
MIENBRO DEL TRIBUNAL

_____

Ing. Edisson Wilfrido Cuenca Cuenca Mg. Sc.
MIENBRO DEL TRIBUNAL

CERTIFICACIÓN.

Por medio de la presente, certifico que el señor: **CRISTHIAN JOSUÉ CEDEÑO SOLÓRZANO**, egresado de la Facultad de Ingeniería Agronómica, ha concluido su trabajo de titulación **"EFECTOS DEL LIXIVIADO DE VERMICOMPOST DE ESTIÉRCOL BOVINO SOBRE EL CRECIMIENTO, CLOROFILAS Y PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L) BAJO SISTEMA PROTEGIDO."** Cumpliendo con las disposiciones y reglamentos establecidos para su ejecución.

Atentamente.,

_____

Ing. Caridad Antonio Torres García PhD.
TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

CERTIFICACIÓN.

Yo, Eduardo Fidel Héctor Ardisana a través de la presente, certifico que:

El señor: **CRISTHIAN JOSUÉ CEDEÑO SOLÓRZANO**, egresado de la Facultad de Ingeniería Agronómica, ha concluido su trabajo de titulación **"EFECTOS DEL LIXIVIADO DE VERMICOMPOST DE ESTIÉRCOL BOVINO SOBRE EL CRECIMIENTO, CLOROFILAS Y PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L) BAJO SISTEMA PROTEGIDO."**

Cumpliendo con las disposiciones y reglamentos establecidos para su ejecución.

Atentamente.,

_____

Ing. Eduardo Fidel Héctor Ardisana PhD.
REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

DEDICATORIA.

Este logro va dedicado a todas y cada una de las personas que directa o indirectamente contribuyeron a la realización de un sueño, que inicialmente empezó como tal y hoy por hoy se convierte en una grata realidad. A mi familia, amigos y aquellas personas que confiaron en mí y me brindaron su apoyo.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a Dios por darme salud, voluntad y la motivación de seguir aprendiendo y mejorando cada día.

A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional y desmedido a través de todos estos años.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí por ser partícipes en mi formación académica y al Ing. Antonio Torres García PhD por su apoyo y confianza brindados para el desarrollo de esta investigación.

A mis compañeros, amigos y allegados que con sus palabas de aliento y apoyo me motivaron a seguir trabajando y esforzarme.

La responsabilidad de la investigación, resultados, conclusiones y recomendaciones, así como de las ideas emitidas en la misma, corresponden exclusivamente al autor:

Cristhian Josué Cedeño Solórzano.

Índice de Contenido.

I. INTRODUCCIÓN. 1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. 3
III. JUSTIFICACIÓN. 4
IV. ANTECEDENTES. 5
V. OBJETIVOS. 6
5.1. GENERAL: 6
5.2. ESPECÍFICOS: 6
VI. MARCO REFERENCIAL. 7
6.1. PIMIENTO Y SUS EXIGENCIAS NUTRICIONALES. 7
6.2. CARACTERISTICAS DEL MATERIAL VEGETAL. 7
6.2.1. Hibrido Quetzal F1. 7
6.3. DEFINICIÓN DE SUSTANCIAS HÚMICAS Y VERMICOMPOST. 8
6.4. Fertilizantes foliares de origen orgánico (Lixiviados) 8
6.5. Generalidades del lixiviado de Vermicompost aplicados foliarmente a las plantas 9
6.6. Contenido nutrimental del Vermicompost. 10
6.7. Composición de las sustancias húmicas en lixiviados de Vermicompost 10
6.8. EFECTOS DE LOS LIXIVIADOS DE SUSTANCIAS HÚMICAS. 11
6.9. EFECTO DE LOS LIXIVIADOS DE SUSTANCIAS HÚMICAS (LSH) EN DIFERENTES ESPECIES Y EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.). 12
6.10. EFECTOS DE LOS LIXIVIADOS DE VERMICOMPOST SOBRE LAS CLOROFILAS Y LA CAPACIDAD FOTOSINTÉTICA DE LAS PLANTAS. 14
6.11. PROPIEDADES ANTIBACTERICIDA DE LOS LIXIVIADOS DE VERMICOMPOST. 15
6.12. SUSTANCIAS REGULADORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL PRESENTES EN EL VERMICOMPOST. 16
VII. METODOLOGIA. 17
7.1. Ubicación. 17
7.2. Características climatológicas.[1] 17
7.3. Características pedologicas.[1] 17
7.4. Material genético. 17
7.4.1. Diseño experimental metodológico y tratamientos. 18
7.5. VARIABLES DE REPUESTA. 19
7.5.1 Altura de planta (cm) 19
7.5.2 Diámetro del tallo (mm) 19
7.5.3 Número de hojas 19

7.5.4 Contenido de clorofilas 19
7.5.5 Rendimiento 19
7.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO 19
7.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO. 19
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. 22
8.1. Crecimiento de las plantas 23
8.1.1. Altura de planta. 23
8.1.2. Diámetro del tallo. 25
8.2. Desarrollo del área foliar y clorofilas. 26
8.2.1. Numero de hojas 27
8.2.2. Clorofilas. 28
8.3. Rendimiento. 30
8.3.1. Rendimiento en Toneladas/hectáreas. 30
IX. CONCLUSIONES. 33
X. RECOMENDACIONES. 34
XI. BIBLIOGRAFIA. 35
XII. ANEXOS 41

Índice de Tablas.

Tabla 1: exigencias nutrimentales del Pimiento…….....20

Tabla 2: Composición nutrimental del Vermicompost……..23

Tabla 3: Composición de las sustancias húmicas en lixiviados de Vermicompost..….23

Tabla 4: Diseño Experimental……31

Tabla 5: Tratamientos experimentales……31

Tabla 6: Resultados del análisis de suelo, realizado por Agrocalidad, Agencia ecuatoriana de aseguramiento de la calidad del AGRO……..35

Tabla 7: Análisis de los factores físicos de suelo……...35

Tabla 8: análisis estadístico de los valores medios para el incremento de la altura de planta para cada tratamiento……37

Tabla 9: valores medios para el incremento del diámetro del tallo por tratamiento…..39

Tabla 10: análisis estadístico del incremento medio del número de hojas para todos los tratamientos…….41

Tabla 11: Valores medios para el incremento del contenido de clorofilas en unidades Spad por tratamiento……43

Tabal 12: Valores medios para el incremento del rendimiento en T/ha del cultivo (*Capsicum annuum* L) híbrido Quetzal por tratamiento……..…45

Índice de Anexos.

Anexo1: Elaboración del semillero…….54

Anexo 2: Plantas emergidas…**……**54

Anexo 3: Preparación del terreno**……**54

Anexo 4: Elaboración de las camas para trasplante y prueba de las mangueras de riego localizado…….54

Anexo 5: Trasplante del cultivo……..……55

Anexo 6: Toma de datos…….55

Anexo 7: Aplicación de los tratamientos (diluciones de LSH), tutorado del cultivo y desmalezado del mismo……..55

Anexo 8: Cosecha y pesaje de los frutos……55

Anexo 9: Tablas de análisis estadísticos ANOVA para el incremento medio de los indicadores evaluados…….56

RESUMEN.

El pimiento (*Capsicum annuum* L), es actualmente uno de los productos agrícolas de mayor importancia, debido a que se encuentra presente en la dieta alimenticia de las personas y por el valor económico que significa a quienes se dedican al cultivo de esta hortaliza. La presente investigación se realizó en la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, en el campus experimental La Teodomira. Se evaluó el comportamiento del hibrido de pimiento Quetzal F1 ante la aplicación de tres diferentes concentraciones de Lixiviado de Vermicompost de Estiércol Bovino en diferentes diluciones y con fertilización química. Los indicadores evaluados en esta investigación fueron crecimiento (altura, diámetro del tallo), contenido de clorofila, numero de hojas y rendimiento del cultivo y los datos para cada una de las variables en estudio fueron analizados mediante ANOVA con el Software SPSS. Se encontró que todas las diluciones con las diferentes concentraciones de Lixiviado de Sustancia Húmicas (LSH) fueron significativamente superiores al tratamiento control (suelo) y el tratamiento T5 (fertilización química). El tratamiento de diluciones de LSH que mejores efectos tuvo fue el T4-1:30 LSH presentando incremento significativo en altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas, contenido de clorofila, y rendimiento de aproximadamente 12.68 cm, 0.16 mm, 19.2 hojas/tratamiento, 4.13 unidades SPAD y 1.44 T/ha respectivamente.

Palabras clave: lixiviado, vermicompost, diluciones, hibrido.

SUMMARY.

The pepper (*Capsicum annuum* L), is currently one of the most important agricultural products, because it is present in the diet of people and the economic value it means to those who are dedicated to the cultivation of this vegetable. The present investigation was carried out in the Faculty of Agronomic Engineering of the Technical University of Manabí, in the experimental campus La Teodomira. The behavior of the Quetzal F1 pepper hybrid was evaluated when three different concentrations of Bovine Manure Vermicompost Leaching were applied in different dilutions and with chemical fertilization. The indicators evaluated in this investigation were growth (height, stem diameter), chlorophyll content, number of leaves and yield of the crop and the data for each one of the variables under study were analyzed by means of ANOVA with the SPSS Software. It was found that all dilutions with different concentrations of Humic Substance Leach (LSH) were significantly superior to the control treatment (soil) and T5 treatment (chemical fertilization). The treatment of dilutions of LSH that had better effects was the T4-1: 30 LSH presenting significant increase in height of plant, diameter of the stem, number of leaves, chlorophyll content, and yield of approximately 12.68 cm, 0.16 mm, 19.2 leaves / treatment, 4.13 SPAD units and 1.44 T / ha respectively.

Keywords: leachate, vermicompost, dilutions, hybrid.

I. INTRODUCCIÓN.

El pimento (*Capsicum annuum* L) es originario de América del Sur, Bolivia y Perú. Se encuentra distribuido en la mayoría de regiones de clima templado. Es considerado el segundo vegetal más consumido a nivel mundial y ocupa el quinto lugar en cuanto a producción y superficie cultivada entre las principales hortalizas (Camacho *et al*, 2014).

La producción mundial de pimiento para el año 2014 se encontraba en 31,167 millones de kg, de las cuales China produce 16,000 millones de kg, siendo el primer y máximo productor mundial de esta hortaliza. En segundo lugar se encuentra México, produciendo 2,370.132 Kg y en tercer lugar se encuentra Turquía con 2,072.132 kg. La producción de pimiento en Ecuador para el 2014 fue de 5.500 kg (FAO, 2014).

Según el último censo agrícola, la superficie cultivada de pimiento en el Ecuador es: como monocultivo 956 ha y asociado 198 ha. En la provincia de Manabí, la superficie sembrada esta alrededor de 380 ha con un rendimiento promedio de 46.99 T/ha (INIAP, 2014). El pimiento, presenta en proporciones variables las sustancias nutritivas que se requieren en una dieta normal. Su contenido de vitamina C es el más elevado de todas las hortalizas con 150 mg en 100 g de pulpa, superior incluso a algunos cítricos. Además posee 1.20 g de proteína por cada 100 g de pulpa, la más alta de todas las hortalizas. Sin embargo dichas características nutricionales están determinadas directamente por la calidad de la nutrición y fertilización que reciba el cultivo (Collantes, 2015).

Los Lixiviados de Sustancias Húmicas, son un bioestimulante proveniente de la materia orgánica, el cual utilizado como fertilizante para los cultivos causa un efecto positivo en el mismo, tanto en el desarrollo vegetal como en el rendimiento del mismo. Por su naturaleza de bioestimulante, en breves rasgos se puede decir que; estimula los procesos de elongación y división celular, propiciando mayor desarrollo vegetal y la emisión de nuevos brotes (ramas, botones florales y desarrollo radicular), promueve la síntesis de proteínas, propiciando mayor carga de solutos, lo que conlleva a una mayor producción y llenado de frutos (Joshi *et al*, 2014).

Por otro lado, las Sustancias Húmicas son compuestos orgánicos de naturaleza compleja, de elevado peso molecular, formadas por reacciones químicas durante la

descomposición de la MO (Materia Orgánica). La Sociedad Internacional de Substancias Húmicas (IHSS), las define como; mezclas complejas y heterogéneas de materiales polidispersados, formados en suelos, sedimentos y aguas naturales por reacciones químicas y bioquímicas, durante la descomposición y transformación de plantas y restos de microorganismos (proceso denominado como humificación) (Martínez, 2014). Dichas características posicionan a la MO como una alternativa viable para obtener buenos niveles de producción, minimizar los gastos de producción y reducir y/o mitigar el impacto negativo en el ambiente.

El presente trabajo forma parte de las tareas del proyecto de investigación efectos de lixiviados de Vermicompost sobre la morfofisiología y el rendimiento en especies de ciclo corto de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la UTM coordinado por el Ing. Caridad Antonio Torres García PhD profesor titular principal.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El pimiento es un cultivo que demanda altas cantidades de nutrientes, por lo que requiere de suelos fértiles y aplicación adicional de fertilizantes minerales. El uso desmedido de fertilizantes químicos, si bien es cierto incrementa el rendimiento de la mayoría de cultivos y de esta hortaliza, sin embargo también representa un decrecimiento de la actividad biológica del suelo y de su entorno, causando un impacto negativo al ambiente. Esto sumado a la necesidad de alimentar a una población en constante crecimiento, el afán de producir más en menor espacio y obtener un producto que garantice su seguridad biológica (libre de contaminantes), a la par de reducir los egresos por concepto de adquisición de fertilizantes sintéticos necesarios en los procesos de producción del cultivo de pimiento denotan un serio problema. Torres *et al* (2015; 2017) mediante investigaciones ha demostrado la importancia de la aplicación de lixiviados de sustancias húmicas (LSH) a los cultivos como fertilizante foliar, obteniendo resultados muy positivos, en los cuales los tratamientos de LSH sobresalen en relación a los testigos, dejando en claro el efecto benéfico de los LSH como coayudantes en el desarrollo y producción de los cultivos.

El relativo desconocimiento que se tiene de la respuesta de los Lixiviados de Sustancias Húmicas aplicados como bioestimulantes en el crecimiento y rendimiento del cultivo de pimiento, particularmente en el Hibrido Quetzal F1, permite plantear como problema de investigación: ¿Qué efectos posee el Lixiviado de Vermicompost de estiércol Bovino sobre el crecimiento, clorofila y el rendimiento en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L. Hibrido Quetzal F1) bajo condiciones protegidas?

III. JUSTIFICACIÓN.

Es ampliamente conocido que la reserva mineral de los suelos (fertilidad) es el recuro fundamental para una elevada productividad de los cultivos. Por lo tanto, mantener niveles óptimos de fertilidad en el suelo en relación a los requerimientos del cultivo será un prerrequisito para lograr una productividad sostenible. Por lo cual la aplicación y utilización de materia orgánica se posiciona como una herramienta altamente viable para la nutrición de las plantas. La aplicación de lixiviados de Vermicompostaje actualmente es una alternativa promisoria para incrementar la productividad de los cultivos, debido a la cantidad de elementos minerales y microorganismos que se encuentran en estas sustancias, mismos que actúan como estimuladores y/o promotores de la actividad celular en las plantas, lo cual favorece al desarrollo de sus funciones, a la par que ayudan a mitigar el impacto negativo al ambiente que provocan los fertilizantes de origen sintético.

Los LSH presentan una serie de beneficios hacia los cultivos, actuando desde promotores de desarrollo vegetal hasta como inhibidores de patógenos; propiciando una acción amortiguadora del efecto que puedan tener estos hacia las plantas. Los potenciales beneficios de los LSH tanto en el desarrollo vegetal, pigmentos y rendimiento los posicionan como una alternativa altamente viable para obtener una agricultura altamente productiva y amigable al ambiente (Simsek-Ersahin *et al*, 2009; Yasir *et al*, 2009). Por lo cual la presente investigación esta direccionada a Evaluar los efectos del lixiviado de Vermicompost de estiércol bovino sobre el crecimiento, clorofila y producción del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L, hibrido Quetzal F1) bajo sistemas protegidos.

IV. ANTECEDENTES.

Los Lixiviados de Sustancias Húmicas (LSH) han sido probados en diversos cultivos en una serie de ensayos e investigaciones. En el plano nacional, en el Ecuador se han desarrollado algunos ensayos a nivel de campo para evaluar el efecto de las sustancias húmicas en cultivos de ciclo corto. Tal es el caso de Castillo y Bravo (2015), quienes evaluaron el efecto del lixiviado de estiércol bovino en el cultivo de Pimiento (*Capsicum annuum* L) aplicado de manera foliar, y determinaron que se vio favorecida la producción del cultivo, debido a que aumentó entre 3-4 g el peso de los frutos (dilución 1:20) 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. De manera general incremento el número de ramas y frutos por planta, incrementa el área foliar y por lo tanto la actividad fotosintética, aumento el contenido de materia seca, se vio favorecido el peso de los frutos, también se incrementó la longitud del tallo y raíz.

Se reportan investigaciones sobre los efectos de las sustancias húmicas en cultivos agrícolas. Tal es el caso de Velasco *et al*, (2016), quienes evaluaron el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L) bajo la técnica de hidroponía y obtuvieron que las plantas bajo el tratamiento de humus líquido incrementaron su peso en un 40.7% la altura en un 39% y su longitud en un 42% respecto al testigo (fertilización convencional). También se determinó que se redujo el ciclo vegetativo del cultivo de 60 días a 52 días, todo esto en diluciones de 8 L de SHL por 30 L de agua.

Mediante el uso de SHL en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) se encontró un comportamiento positivo en el rendimiento final, este cultivo había sido sometido a estrés hídrico y nutricional y aplicaciones previas de BIOSTAN incrementaron significativamente la tasa absoluta y relativa de crecimiento foliar, la duración del área foliar, el contenido de clorofila (a, b, a+b) y carotenoides, demostrándose que repercute en un mejor estado metabólico y fisiológico de las plantas (Torres *et al*, 2017).

Por otro lado en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L), se demostró que la aplicación de SHL propicio un incremento en el rendimiento del 43 % al aplicar los extractos líquidos del humus de lombriz (diluciones máximas de hasta 1:40) y reducción de la dosis nitrógeno, respecto al testigo donde se aplicó la totalidad de la dosis de fertilizantes química recomendada (Saborit *et al*, 2013)

V. OBJETIVOS.

5.1.GENERAL:

Evaluar el efecto del lixiviado de Vermicompost de estiércol bovino sobre el crecimiento, clorofilas y rendimiento del cultivo de Pimiento (*Capsicum annuum* L.) hibrido Quetzal F1 bajo sistema protegido.

5.2.ESPECÍFICOS:

- Determinar la mejor concentración en la disoluciones del lixiviado de Vermicompost aplicado de manera foliar al cultivo de pimiento.

- Analizar la respuesta del crecimiento y el contenido de clorofilas en el cultivo ante la aplicación de diferentes disoluciones de lixiviados húmicos de estiércol bovino.

- Determinar la repuesta del rendimiento ante la aplicación de diferentes disoluciones de lixiviados húmicos de estiércol bovino.

VI. MARCO REFERENCIAL.

6.1.PIMIENTO Y SUS EXIGENCIAS NUTRICIONALES.

El pimiento (*Capsicum annuum* L) es un cultivo muy exigente en cuanto a la nutrición y su fertilización. Requiere altas cantidades de elementos como N, P, K y Ca para lograr desarrollarse adecuadamente y obtener niveles óptimos de productividad (Berrios *et al*, 2009). Se estima que los requerimientos (tabla 1) para una cosecha promedio de 40 T/ha de pimiento, en términos de elementos minerales puros son de:

Tabla 1: exigencias nutrimentales del Pimiento.

Elemento	Cantidad en Kg
Nitrógeno (N)	240 kg
Fosforo (P2O5)	100 kg
Potasio (K2O)	280 kg
Calcio (CaO)	240 kg
Magnesio (MgO)	200 kg
Azufre (S)	50 kg

Fuentes: Berrios et al (2009)

El nitrógeno tiene una gran influencia en la producción y el color de los frutos, en cantidades adecuadas se obtiene plantas muy bien desarrolladas. El fósforo es un elemento necesario para otorgarle precocidad y mayor materia seca al cultivo. Por otro lado, el potasio es requerido por la planta en altas cantidades y está relacionado directamente con la producción y calidad del fruto. Todos estos elementos se encuentran presentes en los fertilizantes químicos convencionales además de otros. Sin embrago dichos elementos, a la par que significan un plus para el cultivo en su desarrollo y rendimiento también significa un serio problema de degradación de los horizontes del suelo, perdida de la actividad biológica del mismo, contaminación del nivel freático y del medio en el cual se utilizan (Berrios *et al*, 2009).

6.2.CARACTERISTICAS DEL MATERIAL VEGETAL.

6.2.1. Hibrido Quetzal F1.

El pimiento hibrido Quetzal F1 es un material vegetal con excelentes características; es una planta vigorosa, con un hábito de crecimiento semierecto (50 a 100 cm) follaje

abundante que cubre bien los frutos. Posee un alto potencial productivo, se caracteriza por ser un material precoz, obteniendo cosechas a los 75 días después del trasplante. Presenta muy buena plasticidad, se adapta bastante bien a las zonas costeras, valle de la sierra y Galápagos. Se comporta bien bajo condiciones de invernadero o a cielo abierto (Seminis, 2017).

La forma de su fruto es alargada, con un color verde oscuro, tendiendo a ser rojizo, cuenta con paredes gruesas de consistencia maciza con un grosor de 3,5 mm frutos de aproximadamente 230 – 250 g de peso, que termina en una punta y buen manejo post cosecha. Las dimensiones del fruto están entre 17cm de largo x 5cm de diámetro, aunque pueden variar de acuerdo al manejo del cultivo. Las semillas de este hibrido presentan un 97% de germinación, un 99% de pureza y un 1% de inherencia (Seminis, 2017).

6.3.DEFINICIÓN DE SUSTANCIAS HÚMICAS Y VERMICOMPOST.

Las sustancias húmicas son compuestos orgánicos de naturaleza compleja, de elevado peso molecular, coloreadas desde amarillo y café hasta negro, formadas por reacciones químicas durante la descomposición de la Materia Orgánica (Gonzales *et al,* 2013).

El Vermicompost es un fertilizante orgánico nutritivo rico en microorganismos benéficos, bacterias fijadoras de nitrógeno, bacterias solubizadoras de fosfato y hormonas de crecimiento; Auxinas, Citoquininas, Giberelinas entre otras. El Vermicompost es producto de la degradación de la materia orgánica a través de la interacción entre lombrices de tierra y microorganismos que habitan en su tracto intestinal (Simsek-Ersahin *et al,* 2009).

6.4.Fertilizantes foliares de origen orgánico (Lixiviados).

Es ampliamente conocido que los abonos de origen orgánico contienen altas cantidades de N, P, K, Ca, Mg entre otros elementos esenciales para las plantas, e incluso contienen fitohormonas tales como Auxinas, Giberelinas y Citoquininas. Siguiendo esta tónica, los lixiviados de sustancias húmicas contienen en su concentración dichos elementos anteriormente mencionados. Por lo cual son bastante utilizados como una alternativa de fertilización de los cultivos; amigable con el ambiente, reduciendo el impacto sobre este y mejorando la calidad y producción de los cultivos (Berrios *et al*, 2009).

Se han empleado en investigaciones lixiviados de humus de lombriz, considerado como biofertilizante líquido que contienen diferentes nutrimentos y sustancias húmicas que estimulan el crecimiento de las plantas, por lo que son usados comúnmente como fertilizantes foliares o en el riego de cultivos. Los lixiviados de sustancias húmicas presentan un efecto positivo 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 del bioestimulador (Gómez *et al* 2013). Estos autores señalan que estas sustancias húmicas están asociadas a la biosíntesis de proteínas funcionales del sistema defensivo, la síntesis de la prolina (molécula osmoreguladora del estrés) y la síntesis de acuaporina; proteína transportadora de H_2O.

6.5. Generalidades del lixiviado de Vermicompost aplicados foliarmente a las plantas.

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. Se ha demostrado que interviene positivamente en las siguientes funciones; incrementa la absorción y asimilación de nutrientes esenciales, la síntesis de aminoácidos y proteínas, interviene en la expresión de genes que codifican la biosíntesis de proteínas funcionales, incrementa la altura de la planta, el número de hojas, el área y biomasa foliar, peso seco, longitud de raíz, número y masa seca de raíces, rendimiento total y número de frutos (Torres *et al*, 2015, 2017).

La aplicación de lixiviados de Vermicompost 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, también decrecerá el crecimiento y desarrollo de la planta. En bajas concentraciones, el efecto que tienen las SHL sobre las planta es prácticamente nulo. Además se debe considerar que también pueden llegar a actuar como estimulador o regulador de crecimiento vegetal (Camacho *et al*, 2014).

6.6.Contenido nutrimental del Vermicompost.

El lixiviado de Vermicompost contiene grandes cantidades de ácidos húmicos y fúlvicos, 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. En la tabla 2 se presenta la composición en nutrientes minerales principales en diferentes tipos de Vermicompost.

Tabla 2: Composición nutrimental del Vermicompost.

Tipo de Vermicompost	N	P	K	Ca	B
	mg/L				
Estiércol de vaca	800	600	600	71	0.151
Residuos vegetales	700	400	500	94	0.182
Estiércol de vaca + residuos vegetales	700	500	500	85	0.191

Fuente: González *et al*, 2013.

6.7.Composición de las sustancias húmicas en lixiviados de Vermicompost.

La relación de ácidos húmicos y fúlvicos en los lixiviados de humus de lombriz es de 1,4 a 2,0. Las sustancias húmicas por naturaleza poseen una acción ácida, debido a la presencia de grupos carboxílicos y fenólicos, siendo mayor la acides en ácidos fúlvicos (tabla 3). La capacidad de intercambio catiónico de las sustancias húmicas liquidas es de 150 – 300 meq.mg^{-1} (miliequivalentes/miligramos) lo cual es mucho más alta que a mayoría de fertilizantes sintéticos, garantizando una mayor absorción y mejor asimilación por parte de las plantas (Fernández, 2003).

Tabla 3: Composición de las sustancias húmicas en lixiviados de Vermicompost.

Elementos presentes en el ambiente.	C%	H%	O%	N%
Ácidos Fulvicos	44-49	3,5-5,0	44-49	2,0-4,0
Ácidos Húmicos	53-62	3,0-5,5	30-33	3,5-5,0

Fuente: Fernández, 2003

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 (Elein *et al,* 2013).

6.8.EFECTOS DE LOS LIXIVIADOS DE SUSTANCIAS HÚMICAS.

Los efectos que inducen los LSH sobre las plantas aplicadas de manera foliar son varios, y así lo respalda la literatura:

- Las LSH estimulan el desarrollo de raíces y tallos (se ha observado en trigo maíz y tabaco bajo condiciones anaeróbicas).
- El tratamiento con LSH promueve los procesos de diferenciación celular, por lo tanto un pronto desarrollo de la vegetal (altura y diámetro de tallo) (Muscolo *et al*, 2007).
- Estimula y aumenta la absorción de Nitrógeno y Fosforo (Fernández, 2003).
- Ayuda a prevenir y corregir problemas de clorosis tanto de Nitrógeno como de Magnesio. Debido a que estimula la actividad fotosintética y ambos elementos se encuentran presentes en la molécula de clorofila (Fernández, 2003).
- Favoreciendo la absorción de nutrientes tales como hierro, debido a que estas sustancias incrementan la permeabilidad de las membranas de las plantas que influyen directamente en el color verde característico de las plantas (Fernández, 2003).
- Aumenta la capacidad fotosintética de las plantas debido a que las SHL poseen Carbono y Nitrógeno en bajas cantidades, las cuales son de gran importancia para la molécula de clorofila y el incrementa los rendimientos de las planta (Fernández, 2003).
- Incremento en la permeabilidad de las membranas celulares y la acción de proteínas transportadoras de iones, activando la respiración, el Ciclo de Krebs, la fotosíntesis, la producción de adenosin trifosfato (ATP) (Muscolo *et al*, 2007).
- Activación de la biosíntesis de ácidos nucleicos y la actividad de varias enzimas (Muscolo *et al*, 2007).
- Incrementos en el contenido de clorofilas, la tasa de fotosíntesis, del área foliar y el crecimiento de la planta (Torres *et al*,2015, 2017)

6.9. EFECTO DE LOS LIXIVIADOS DE SUSTANCIAS HÚMICAS (LSH) EN DIFERENTES ESPECIES Y EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L).

El efecto de los LSH en el incremento de la altura de planta y diámetro del tallo han sido demostrado en diferentes especies, entre las cuales se encuentra; Rábano (*Raphano sativus* L) por (Aguilera, 2009), en Cebolla (*Allium cepa* L) por (Pérez y Lamadrid, 2014), en frijol (*Phaseolus vulgaris* L) por (Hernández *et al*, 2012), en Tomate (*Solannum lycopersicum* L) por (Almaguer *et al*, 2013), en trigo (*Triticum aestivum*) por (Joshi *et al*, 2014), en frijol (*Phaseolus vulgaris* L) por (Torres *et al*, 2017).

El efecto estimulador en el incremento del número de hojas de los Lixiviados de Sutancias Humicas se han demostrado en diversas especies vegetales como; Rábano (*Raphano sativus* L) por Aguilera (2009), en Cebolla (*Allium cepa* L) por (Pérez y Lamadrid, 2014), en Lechuga (Lactuca sativa L) por (Velasco *et al* 2016), nuevamente en lechuga, (*Lactuca sativa* L) por (Papathanasiou *et al*, 2012).

El aumento de la cantidad del contenido de clorofilas ha sido documentado en las investigaciones en especies vegetales como; frijol (*Phaseolus vulgaris* L) por (Torres *et al*, 2017) en Lilium por (Mirakalaei *et al*, 2013), en lechuga, (*Lactuca sativa* L) por (Papathanasiou *et al*, 2012).

El efecto benéfico de los LSH sobre el rendimiento de diversas especies ha sido verificado en; Melon (*Cucumis melo* L) por (Martínez *et al*, 2012), en Tomate (*Solannum lycopersicum* L) por (Almaguer *et al*, 2013), en lechuga, (*Lactuca sativa* L) por (Papathanasiou *et al*, 2012), en frijol (*Phaseolus vulgaris* L) por (Hernández *et al*, 2012), en trigo (*Triticum aestivum*) por (Joshi *et al*, 2014), en Cebolla (*Allium cepa* L) por (Pérez y Lamadrid, 2014).

En el pimiento al igual que en la mayoría de especies vegetales el efecto que tiene el humus líquidos o sustancias húmicas liquidas (LSH) es bastante semejante, aunque es necesario mencionar que este también puede variar, aun entre variedades de la misma especie, esto en relación a ciertos factores, como; condiciones del medio, estado del cultivo y concentración de los LSH (Araujo *et al*, 2014).

De manera general se sabe que las SHL poseen un efecto estimulador de las funciones celulares, enzimáticas y fisiológicas de las plantas, debido a que actúa como un cofactor y regulador de desarrollo vegetal (Reyes *et al*, 2011).

Altura y diámetro de planta: en estos indicadores morfológicos vegetales se produce un estímulo a nivel celular; activación de los procesos de división y elongación celular, generando expansión en los tejidos a nivel endodérmico y epidérmico, con lo cual se obtiene un mayor desarrollo vegetativo, traducido en un aumento en la altura y diámetro de la planta (Camacho *et al,* 2014).

Cobertura vegetal; Con respecto a la lámina foliar, las SHL incrementan el número y tamaño de las hojas debido a que las SHL entran en contacto directamente con las hojas, por lo tanto este actúa como un "órgano de reserva" que finalmente termina utilizando cierta cantidad de estos nutrientes para el cumplimiento de su desarrollo vegetativo. También provoca un estímulo en los meristemos apicales induciendo la emisión de nuevos brotes, debido a la activación de los procesos de división celular (Reyes *et al*, 2011).

Capacidad fotosintética; La aplicación de SHL favorece la actividad fotosintética al incrementar la absorción y asimilación de N, C y Mg que son necesarios para que se produzca la fotosíntesis, debido a que estos elementos forman parte de la molécula de clorofila necesaria para la misma, y esto provoca que haya mayor biomasa aérea en la planta. Esta función se ve ciertamente favorecida, debido a que las SHL entran en contacto directamente con la superficie de la lámina foliar (Reyes *et al*, 2011).

Rendimiento (Frutos); La producción y carga de los frutos es ciertamente el complemento de las demás funciones que cumple la planta, al poseer una buena actividad fotosintética tendrá mayor cantidad de asimilados para la planta, debido a que el fruto es el órgano de reserva de la planta por excelencia, mientras mayor cantidad de asimilados acapare la planta por medio de su sistema radicular y la actividad fotosintética, mayor será la producción y calidad de los frutos (Reyes *et al*, 2011). Las SHL contienen altas cantidades de Fosforo y Potasio necesarios para la producción, calidad y el llenado de los frutos, además de las sustancias reguladoras de crecimiento (fitohormonas) que propician una producción homogénea. Se conoce que, de acuerdo a la concentración de las sustancias húmicas liquidas, el rendimiento del pimiento puede

aumentan de un 10 hasta un 23%, dependiendo también del manejo que tenga el mismo y las condiciones del medio en que se encuentre (Camacho *et al,* 2014).

De manera general se conoce que en cuanto a las disoluciones de las LSH, las que mejor efecto poseen son las que poseen concentraciones "intermedias", es decir, que su disolución no sea lo suficientemente concentrada como para provocar una inhibición en la absorción de estas sustancias debido a la acumulación de solutos o en el peor de los casos por metales de movilidad lenta o, lo suficientemente diluida como para no abastecer los requerimientos que exige el cultivo para el desarrollo de sus funciones (Berrios *et al,* 2009).

6.10. EFECTOS DE LOS LIXIVIADOS DE VERMICOMPOST SOBRE LAS CLOROFILAS Y LA CAPACIDAD FOTOSINTÉTICA DE LAS PLANTAS.

La fotosíntesis es un proceso biológico complejo en el que se encuentran dos fases bien diferenciadas, la primera; absorción y conversión de energía luminosa en energía química asimilable, la que es utilizada en la asimilación biológica de los elementos constitutivos de la materia orgánica; C, H, O, N, S (Azcón- Bieto y Talón, 2008).

Es bien conocido que las sustancias o soluciones de origen orgánico como los lixiviados ejercen un efecto sobre algunas funciones fisiológicas de las plantas. Estos efectos pueden llegar a ser positivo o negativos para la misma, dependiendo de la concentración y origen de la sustancia en cuestión. Sin embrago en la mayoría de los casos, estas sustancias tienen un efecto positivo sobre las plantas, debido a que estas tienden a actuar como un cofactor de desarrollo vegetal, en el cual se promueve la elongación celular y mayor desarrollo vegetativo, por lo cual se obtienen plantas más desarrolladas y fotosintéticamente activas debido a que promueven la producción de los cloroplastos, mismos que realizan en los procesos fotosintéticos (Calderín *et al,* 2012)

Torres *et al,* (2017), determinaron mediante una investigación que las plantas tratadas con LSH fueron significativamente superior al control en los parámetro evaluados; se determinó las clorofilas (a, b, a+b), carotenoides, la tasa absoluta y neta de crecimiento foliar, duración del área foliar, la tasa de asimilación neta y el índice del área foliar. Con lo cual se demuestra que la aplicación de LSH repercute positivamente en un mejor estado metabólico y fisiológico de las plantas. También determinaron que las plantas

tratadas con LSH bajo condiciones de estrés presentan el mismo promedio de contenido de clorofila a, b y carotenoide que plantas que no lo están.

Las plantas expuestas a los LSH contienen más pigmentos fotosintéticos indicando que la síntesis de pigmentos continúa aún bajo condiciones de mayor estrés. El total de clorofilas (a) y (b) 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 de estrés (Calderín *et al*, 2012)

6.11. PROPIEDADES ANTIBACTERICIDA DE LOS LIXIVIADOS DE VERMICOMPOST.

Los extractos o lixiviados de Vermicompost son considerados tradicionalmente como un fertilizante liquido orgánico. Sin embrago, hoy en día se están utilizando para el control de plagas y enfermedades, por lo que estas sustancias han sido objeto de estudios para determinar los componentes responsables de su capacidad para combatir patógenos (Larco, 2004).

Se han desarrollado investigación en países que cuenta con tecnología de punta, como: EE.UU, Japón y Alemania utilizando esta sustancia, en las cuales han demostrado su potencial en la protección de cultivos a un amplio número de enfermedades como el tizón de la papa o tomate (*Phytophthora infestans*), el mildiu polvoso (*Oidium sp*) y fusarium (*Fusarium solani*). Por otro lado, en cuanto a la composición microbiana presente en los extractos, se determinó que bacterias, hongos y protozoarios son componentes del Vermicompost, que en conjunto con sustancias de origen químicas como fenoles y aminoácidos inhiben la acción de los patógenos a través de varios mecanismos, como por ejemplo; incremento en la resistencia de la planta, antagonismo y competición con el patógeno, entre otros (Larco, 2004).

Los extractos o lixiviados del Vermicompost poseen una gran diversidad de microorganismos benéficos, por lo que hasta cierto punto son considerados como un pesticida orgánico, cuyo fin es competir con otros microorganismos por espacio, alimentación y un sitio de infección para el caso de los patógenos. También poseen químicos antimicrobianos que limitan el crecimiento del hongo. Una vez aplicado de manera foliar en la hoja, los microorganismos benéficos ocupan los nichos esenciales y

consumen los exudados que los microorganismos patogénicos deberían consumir, interfiriendo directamente con su desarrollo (Larco, 2004).

6.12. SUSTANCIAS REGULADORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL PRESENTES EN EL VERMICOMPOST.

Es bien conocido que los extractos o lixiviados de Vermicompost poseen una gran biodiversidad de microorganismos y bacterias, las cuales son las encargadas de desarrollar o ejecutar las funciones de nutrición de las plantas. Al haber una alta concentración y actividad microbiana, también se incrementa la tasa de transformación de nutrientes a formas más asimilables por las plantas, la cual influye en el crecimiento vegetal al incrementar la actividad enzimática, celular, supresión de enfermedades y por su puesto la producción de sustancias reguladoras de crecimiento PGRs (Plant Growth Regulating Substances) (Bremanis *et al,* 2013).

En los últimos años, y en base a las investigaciones realizadas en torno a los lixiviados de Vermicompost se ha encontrado que posee una alta cantidad de bacterias (Ej.; *Azospirillium brsilense*) capaces de producir Auxinas, Giberelinas, Citoquininas etileno y ácido absicico en cantidades considerables para las plantas (bacterias del genero *Enterobacter*). Muchos de los microorganismos que se encuentran en la rizosfera y en los lixiviados de Vermicompost son capaces de producir estas sustancias. Se encontró que de 50 cepas bacterianas aisladas de estas sustancias, un 86 % era capaz de producir Auxinas, un 58% Giberelina y un 90% sustancias con actividad Kinetina. Sin embrago existe poca información del tiempo de disponibilidad de estas sustancias para las plantas, su volatilización en el medio entre otras (Bremanis *et al,* 2013).

Se conoce que existen bacterias que pueden producir la suficiente cantidad de sustancias reguladoras de crecimiento vegetal como para modificar la estructura morfológica y fisiológica de las plantas, tal es el caso de *Anthobacter* sp, que produce cantidades asimilables de auxina para las plantas (Bremanis *et al,* 2013).

VII. METODOLOGIA.

7.1.Ubicación.

La investigación se realizó desde el mes de Mayo hasta Septiembre del 2017 en la hacienda La Teodomira, perteneciente a la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí; ubicada en la parroquia Lodana, cantón Santa Ana, provincia de Manabí, localizada geográficamente a 01° 20' 25' Latitud Sur y 80° 23' 14' Longitud Oeste con una altitud de 47 m.s.n.m.

7.2.Características climatológicas.[1]

Pluviosidad anual…….……682,50 mm

Heliofania anual……..…1354 horas luz

Temperatura promedio……...……25.34 °C

Evaporación anual…….……..1625,40 mm

7.3.Características pedologicas.[1]

Topografía……..……..….Plana

Drenaje…….……..Natural

Textura……..…….Franco/Arcilloso

1/ Datos tomados de la Estación Agro-meteorológica de la facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí. Santa Ana 2017.

7.4.Material genético.

Se utilizó la variedad de pimiento Quetzal F1, importada por la empresa Seminis, la cual fue adquirida de manera comercial.

7.4.1. Diseño experimental metodológico y tratamientos.

El diseño experimental (tabla 4) que se utilizó fue el de boques al azar con tres réplicas y cinco tratamientos: tres de Lixiviado de Vermicompost de estiércol bobino, uno de fertilización con N-P-K y testigo absoluto el suelo (tabla 5).

Tabla 4: Diseño Experimental.	
Número de tratamientos	5
Número de réplicas	3
Número de unidades de experimentales	15
Superficie de la parcela experimental	4,2 m^2
Distanciamiento entre hileras	0,80 m
Distanciamiento entre plantas	0,75 m
Distancia entre réplicas	1 m
Número de plantas por sitio	1
Número de plantas totales	500
Distancia entre unidades experimentales	1 m
Superficie del experimento (17m x 18m)	306 m^2
Fuente. Elaboración del autor.	

Tabla 5: Tratamientos experimentales.	
Tratamientos	**Descripción**
T1	Suelo (Testigo)
T2	Aplicación de dosis de (SHL) 1/10
T3	Aplicación de dosis de (SHL) 1/20
T4	Aplicación de dosis de (SHL) 1/30
T5	Fertilización Química (NPK)
Fuente: elaboración del autor.	

La frecuencia de aplicación de los LSH fue cada 15 días a partir del momento de siembra en campo y se hicieron un total de 5 aplicaciones, al igual que la aplicación del fertilizante sintético Yaramila (N-P-K).

7.5.VARIABLES DE REPUESTA.

Las variables de respuesta a considerar en la presente investigación se mencionan a continuación:

7.5.1 Altura de planta (cm): Se determinó la altura de planta a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante (DDT) con la ayuda de una cinta métrica.

7.5.2 Diámetro del tallo (cm): Se midió el diámetro del tallo a los diez centímetro de altura de la base del tallo con la ayuda de un calibrador a los 15, 30, 45 y 60 DDT.

7.5.3 Número de hojas: Se determinó el número de hojas contándolas todas sin considerar las hojas cotiledonales y las hojas nuevas que se encontraban emergiendo.

7.5.4 Contenido de clorofilas: Se determinó el contenido de clorofila en las plantas de los tratamientos en unidades de clorofila por Spad a los 15, 30, 45 y 60 DDT.

7.5.5 Rendimiento: Se determinó en kilogramos (Kg) y luego se calculó el rendimiento en toneladas por hectárea (T. Ha^{-1}).

7.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos para cada variable fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) con el empleo del software SPSS.

7.7.MANEJO DEL EXPERIMENTO.

Preparación del terreno.

La preparación del suelo para el experimento consistió en: roturación con arado de disco, un pase de rastra y finalmente un pase del rotavator (anexo 3). Luego de esto se procedió a delimitar el experimento con sus respectivas parcelas y repeticiones y finalmente la colocación y prueba de las cinta de riego por goteo.

Preparación del semillero.

Para la elaboración del semillero se utilizó 16 bandejas germinadoras de 10 cm de profundidad por agujero y 50 alveolos (agujeros/semilla) las cuales fueron previamente enjuagadas con detergente para garantizar su asepsia (anexo 1). El sustrato que se utilizo fue turba, de la marca Novarbo distribuida por Agripac. Antes de llenar las bandejas germinadoras con el sustrato se procedió a humedecer el mismo al punto en que este, al presionarlo con las manos no se desboronara y tampoco escurriera agua, esto para

proporcionar el nivel de humedad adecuado para las semillas, el mismo que también es el recomendado por el fabricante del sustrato. Luego de esto se procedió a llenar las bandejas con el sustrato y depositar una semilla por agujero, dando un total de 800 semillas sembradas.

Trasplante.

El trasplante se realizó cuando la mayoría de las plantas contaba con 6 hojas verdaderas, esto a los 25 días después de la siembra. Este se efectuó de manera manual con la ayuda de un espeque para realizar el agujero en el sitio definitivo de la planta en campo. Las plantas estaban ubicadas a un distanciamiento de 0,75m entre planta y 0,80m entre hileras. Es necesario mencionar que para el trasplante, el suelo fue humedecido previamente con dos días de antelación, para tener en el suelo la humedad adecuada para las plántulas. El trasplante se realizó en las primeras horas de la mañana, para evitar que las plantas se estresen por efecto de la temperatura o el sol (anexo 2 y 5).

Control de malezas.

Para el control de las malezas o plantas indeseables se alternaron dos métodos de control; el método químico y el método cultural. En el control químico se utilizó Verdict (IA; Haloxyfop-R metil) para malezas de hoja fina, en dosis de 40ml por bomba de 20lt. En el control cultural se hicieron deshierbas manuales cuando el cultivo lo ameritaba.

Fertilización.

La fertilización para el cultivo fue únicamente a base de los tratamientos, aplicación de los lixiviados de Vermicompost y un tratamiento que tenía la fertilización química convencional; Yaramila N-P-K (N/12, P/11, K/18) en dosis de 10 g/planta con un total de 5 aplicaciones. Sin embrago, inicialmente a los 8 DDT se aplicó Cytokin (Citoquininas) un bioestimulante natural el cual se aplicó para fomentar un mayor desarrollo radicular de las plantas (una sola aplicación), esto en dosis de 40 ml por bomba de 20 L después del trasplante.

Riego.

El riego se lo efectuó en un intervalo de 3 días por semana con un tiempo de duración de 15 a 20 min de riego, esto teniendo en cuenta las condiciones atmosféricas, del terreno y los requerimientos de las etapas fenológicas del cultivo.

Tutorado.

La actividad del tutorado se efectuó con la finalidad de evitar que las plantas sufran volcamiento debido al peso de los frutos. Este se realizó cuando las plantas se encontraban en floración y empezaban a producir frutos. Para esto se utilizaron estacas, alambre y cinta de amarre o tutorado.

Toma de datos.

La toma de datos se realizó en intervalos de 15 días a partir del momento de trasplante en campo de las plántulas de pimiento (anexo 6 y 7), esto para todas las variables estudiadas.

Cosecha.

La cosecha se realizó de manera manual, los frutos considerados aptos para la cosecha debían tener un color verde oscuro y una contextura rígida, característica morfológica que se tuvo como indicador para efectuar la cosecha de los frutos. La cosecha se efectuaba por separado para cada tratamiento, para posteriormente tomarle los respectivos datos. Los frutos de cada unidad experimental se depositaban en fundas de papel las cuales estaban identificadas con el nombre del tratamiento del cual se cosechaba, esto para evitar confusiones con los frutos (anexo 8).

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El análisis y composición química del suelo refleja que la disponibilidad de los elementos minerales esenciales, macro y micro elementos; Fosforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Manganeso en tenores medios y altos, mientras que las cantidades de materia orgánica y nitrógeno en cantidades porcentuales determinadas volumétricamente son bajas así como los contenidos en ppm determinados por adsorción atómica para el Manganeso y Zinc. Por otra parte el pH del suelo se encuentra en el rango de 6.60 siendo muy adecuado para el cultivo de pimiento (tabla 6). En cuanto a las propiedades físicas del suelo se aprecia que la clase textural es franco/arcilloso, con predominio del limo seguido de la arcilla (tabla 7).

Los datos de la fertilidad química y física permiten considerar que el suelo en que se realizó el experimento es apto para el cultivo de pimiento.

Tabla 6: Resultados del análisis de suelo, realizado por Agrocalidad, Agencia ecuatoriana de aseguramiento de la calidad del AGRO.

Parámetro	Método	Unidad	Resultado	Interpretación Resultado
pH	Potenciométrico	-	6,60	Prácticamente neutro
Materia orgánica	Volumétrico	%	2,42	Bajo
Nitrógeno	Volumétrico	%	0,12	Bajo
Fósforo	Colorimétrico	ppm	65,9	Alto
Potasio	Ab. atómica	cmol/kg	2,33	Medio
Calcio	Ab. atómica	cmol/kg	18,61	Alto
Magnesio	Ab. atómica	cmol/k	3,97	Alto
Hierro	Ab. atómica	ppm	19,2	Alto
Manganeso	Ab. atómica	ppm	4,46	Bajo
Cobre	Ab. atómica	ppm	2,61	Medio
Zinc	Ab. atómica	ppm	<1,60	Bajo

Fuente: Agrocalidad. Laboratorio de suelos, foliares y aguas (2017)

Tabla 7: Análisis de los factores físicos de suelo.

Parámetro	Método	Unidad	Resultado
Arena	Boyucos	%	20
Limo	Boyucos	%	50
Arcilla	Boyucos	%	30
Clase textural	Boyucos	%	Franco/Arcilloso

Fuente: Agrocalidad. Laboratorio de suelos, foliares y aguas (2017)

Manejo de plagas y enfermedades.

Si bien el trabajo de investigación no conceptualizo la evaluación de plagas y enfermedades estas se presentaron con fuerza afectando al aparto foliar, la floración y la fructificación, razón por la cual se presentan dentro del capítulo de resultados y discusión por la implicaciones que tuvieron en el rendimiento del hibrido Quetzal.

Dentro del control fitosanitario, para el control de la población insectil se utilizó Lorsban (IA; Chlorpyrifos) para el control de hormigas arrieras a los 10 DDT luego para el control de Lepidópteros como el caso del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y la negrita (*Prodiplosis longifila*) en dosis de 40 ml por bomba de 20 L, también se aplicó Actara (IA; Tiametoxam) para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en dosis de 1 g/L de agua. Se aplicó New Mectin (IA; Abameticna) para el control de ácaros en el cultivo, en dosis de 0,5 ml por litro de agua. Para el control de enfermedades en el cultivo se aplicó Topas (IA; Penconazol) para el control de Oidiopsis (*Leveillula taurica*) en dosis de 10 ml por bomba de 20 L.

8.1.Crecimiento de las plantas.

Para el análisis de los efectos de los LSH y del NPK sobre el crecimiento se determinó el incremento en altura y en grosor en la base del tallo en las plantas que se produjo a partir de las mediciones de ambas variables a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante.

8.1.1. Altura de planta.

En la tabla 8, se muestra los valores para el incremento medio total del crecimiento en altura en las plantas en los que destacan los tratamientos T4-1:30 LSH y T2-1:10 LSH que no difieren entre si significativamente, pero sí de los restantes tratamientos. Se observa que los tratamientos con las diluciones de 1:30; 1:10 y de 1:20 de los LSH tuvieron efectos significativos sobre el crecimiento en altura en el pimiento híbrido Quetzal F1 en comparación al tratamiento de suelo (control) las que inducen incrementos en el crecimiento de aproximadamente 21.72, 16.95 y 13.56 cm respectivamente. También es destacable que los tratamientos de LSH 1:30 y 1.10, difieren significativamente del tratamiento con NPK e incrementan el crecimiento medio de las plantas en aproximadamente 12.77 y 8.0 cm respectivamente (anexo 8).

Resultados de los efectos beneficios de los LSH sobre el crecimiento en altura han sido demostrados por Zabala (2013), quien menciona que las plantas tratadas con LSH presentan un incremento en su desarrollo vegetal debido a la concentración de elementos nutricionales y microorganismos presentes en estas sustancias que propician un rápido desarrollo vegetativo, entre los cuales se encuentra el Nitrógeno, elemento estructurador y promotor de desarrollo vegetal. Así mismo Cantoral (2015), menciona que las plantas tratadas con LSH presentan resultados positivos en cuanto a su desarrollo vegetativo, debido a que estas absorben mayor cantidad de N, que las plantas manejadas bajo fertilización química convencional. El Nitrógeno presente en los LSH se absorbe mucho más rápido que el que se encuentra presente en fertilizantes de origen sintético por lo cual la planta lo asimila en menor tiempo. Se deben considerar las concentraciones de LSH, ya que en diluciones intermedias la planta asimila más rápido el Nitrógeno, mientras que en diluciones muy concentradas o muy diluidas este tiende a volatilizarse y más aún cuando se presentan alta concentración de solutos en la solución.

Moreno (2015), argumenta que los LSH es un complejo de elementos nutricionales, microorganismo y fitohormonas. Dentro de su composición nutrimental destacan elementos como Nitrógeno, Fosforo y Potasio. Tanto en N, P y K son elementos completamente necesarios para la planta, esto atendiendo a sus etapas morfológicas de desarrollo. En los primeros estadios de la planta, el elemento que es requerido en mayor cantidad es el N; el cual forma parte de las proteínas, amidas, de la molécula de clorofila, (Auxinas y Citoquininas) en la síntesis de vitaminas y de los ácidos nucleicos. Argumento respaldado por Killmer (2015), quien a su vez también hace referencia a que los LSH propician a que la planta tenga mayor posibilidad de crear masa vegetal a través de la síntesis de proteínas y almidones necesarios para que esta cumpla sus funciones.

Tabla 8: análisis estadístico de los valores medios para el incremento de la altura de planta para cada tratamiento.

Valores medios para el incremento de la altura en cm de las plantas por tratamiento.			
Tratamientos	Media	Error Típico	Coeficiente variación
T1-Suelo	52.06d	± 2.13	17,39
T2-1:10 LSH	69.00ab	± 1.93	11,9
T3-1:20 LSH	65.61bc	± 1.43	9,3
T4-1:30 LSH	73.78a	± 2.65	15,25
T5-NPK	61.00	± 1.05	7,35
Valores medios con letras diferentes difieren para p<0,05 según prueba de Tukey Fuente. Elaboración de autor.			

8.1.2. Diámetro del tallo.

Los valores para el incremento medio total del crecimiento del diámetro del tallo de las plantas se presentan en la tabla 9, en la cual destacan los tratamientos T4-1:30 LSH y T2-1:10 LSH, los cuales no presentan diferencias significativas entre sí, pero si con los demás tratamientos. Se observa que los tratamientos con diluciones 1:30; 1:10 y 1:20 de Lixiviado de Sustancias Húmicas presentaron un efecto significativo sobre el crecimiento en diámetro del tallo del hibrido de Pimiento Quetzal F1 en comparación al tratamiento de suelo (control) las cuales inducen incrementos en el crecimiento del diámetro del tallo de aproximadamente 0.61, 0.56 y 0.45 mm respectivamente (ver anexo 8). Es necesario destacar que los tratamientos 1:30 y 1:10 de LSH difieren significativamente del tratamiento de T5 fertilización química (N-P-K) y presentan un incremento medio en las plantas de aproximadamente 0.22 y 0.17 mm respectivamente.

Resultados de los beneficios de los LSH sobre el crecimiento en diámetro del tallo han sido demostrados por Quezada *et al* (2012), en un estudio de Evaluación de Lixiviados de Abonos orgánicos sobre parámetros de desarrollo vegetal en tres híbridos de (*Capsicum annuum* L), donde demostró que las diluciones en concentraciones intermedias a bajas (1:30 y 1:40) son las que mejores resultados presentan en cuanto al desarrollo del diámetro del tallo. Resultados similares a los obtenidos por Fornaris (2014), quien también determino que diluciones en baja concentración (8 y 10 L/ha de Humus Liquido) presentan mejores resultados en el desarrollo del diámetro del tallo que

las diluciones más concentradas (22 L/ha de Humus Liquido) esto en el cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum* L).

Gonzales *et al* (2013), menciona que el efecto positivo de los LSH sobre el desarrollo del diámetro del tallo se debe a en gran parte a su composición nutrimental, estando presente elementos como N, P y K, los cuales oscilan entre 500 – 800 mg/L y de Ca y Mg entre 70 y 120 mg/L. Los cuales son elementos estructuradores y participan en la síntesis de aminoácidos y proteínas necesarios para el desarrollo vegetal, actuando como fuente de energía para el cumplimiento de las funciones vegetales de las plantas, entre las cuales el desarrollo vegetativo. Chinsamy *et al*, (2014), menciona que los lixiviados de sustancias húmicas como en el caso del Vermicompost de estiércol bovino son un complejo nutrimental, de microorganismo y fitohormonas de lenta liberación en el medio y hacia la planta, las cuales actúan como bioestimulantes y promotores de desarrollo vegetal. Estas estimulan una serie de reacciones a nivel celular como por ejemplo la elongación celular, la cual promueve el desarrollo de los tejidos endodérmicos y de los vasos celulares dando como resultado el desarrollo vegetal.

Tabla 9: valores medios para el incremento del diámetro del tallo por tratamiento.

Valores medios para el incremento del diámetro (mm) del tallo por tratamiento.			
Tratamientos	Media	Error Típico	Coeficiente variación
T1-Suelo	5,33e	± 0,229	18,19
T2-1:10 LSH	5,89ab	± 0,196	14,13
T3-1:20 LSH	5,78bc	± 0,298	21,86
T4-1:30 LSH	5,94a	± 0,171	12,20
T5-NPK	5,72d	± 0,278	20,60
Valores medios con letras diferentes difieren para p<0,05 según prueba de Tukey Fuente. Elaboración de autor.			

8.2.Desarrollo del área foliar y clorofilas.

Para el análisis de los efectos de los LSH y del NPK sobre el desarrollo del área foliar y contenido de clorofilas se determinó el incremento en el número de hojas y clorofilas en

las plantas, mismo que se dio a partir de las mediciones de ambas variables a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante.

8.2.1. Numero de hojas.

En la tabla 10 se muestran los valores del incremento medio total del número de hojas en los tratamientos, en los cuales destacan el T2 1:10 LSH y el T4 1:30 LSH, los cuales no presentan diferencias significativas entre ambos, pero si para los tratamientos restantes. Se observa que los tratamientos con diluciones 1:10 y 1:30 de LSH tuvieron un efecto positivamente significativo sobre el número de hojas del Hibrido Quetzal F1 en comparación al tratamiento control (suelo) los cuales inducen incrementos en el número de hojas de aproximadamente 9.03 y 4.67 hojas/tratamiento respectivamente. Es necesario destacar que los tratamiento T2 1:10; T4 1:20 de LSH y T1 suelo difieren significativamente del tratamiento con fertilización química T5 N-P-K e incrementan el número medio de hojas en aproximadamente 19.23, 15.17 y 10.5 hojas/tratamiento respectivamente (anexo 8).

Álvarez *et al,* (2011), menciona que en evaluaciones de diluciones de humus líquido y te de humus, las plantas evaluadas presentaron un incremento en el número de hojas por planta, así como un incremento en la parte foliar total de las plantas. Las plantas tratadas con diluciones de humus líquido y te de humus presentaron el mayor número de hojas por planta, mientras que conforme las concentraciones disminuían, el número de hojas era paulatinamente menor, demostrando el efecto positivo de los LSH en el aumento de la masa aérea foliar. Por otro lado, Delgado y Delgado (2014), a través del estudio del efecto de concentraciones de humus líquido sobre el rendimiento del melón (*Cucumis melo* L) encontró que las plantas tratadas con concentraciones más diluidas de humus líquido presentaban un incremento en el número de hojas por planta. Esto se debe a que estas sustancias poseen cantidades asimilable de Auxina y Citoquinina; las cuales son hormonas de origen vegetal y actúan como promotores y/o cofactor de desarrollo vegetal.

Se conoce que entre la composición de las sustancias húmicas se encuentran las fitohormonas u hormonas de origen vegetal, estando presente las; Auxinas, Giberelinas y Citoquininas e incluso se ha llegado a determinar la presencia de ácido abcisico, los cuales ejercen un efecto positivo hacia las plantas, no obstante se conoce que las Citoquininas y Auxinas se encuentran en mayor presencia en este tipo de soluciones

(Mondragón *et al*, 2014). Información que concuerda con la expresada por Macías (2015) quien menciona la Citoquininas como parte de la composición de los LSH actúan promoviendo la división y diferenciación celular, estimulando la producción de tejidos meristemáticos. Así mismo el movimiento de la Citoquinina en la parte aérea de la planta estimula la emisión de nuevos brotes como ramas y hojas. Por su parte la Auxina también activa la elongación celular y participa en la estimulación del movimiento de los solutos en la planta. La auxina estimula la emisión de nuevos brotes meristemáticos, siendo así que brotes nuevos presentan mayor cantidad de auxinas que brotes morfológicamente desarrollados. Armijos (2013), menciona que pese a que no se conoce exactamente la cantidad de Fitohonomas presente en el humus líquido y lixiviado de abonos orgánicos, se sabe de la presencia de estas fitohormonas en estas sustancias y del efecto positivo que representan estas hacia las plantas.

Tabla 10: análisis estadístico del incremento medio del número de hojas para todos los tratamientos.

Valores medios para el incremento del número de hojas por tratamiento.			
Tratamientos	Media	Error Típico	Coeficiente Variación
T1-Suelo	57,94c	± 1,354	9,91
T2-1:10 LSH	66,67a	± 3,151	20,05
T3-1:20 LSH	43,83de	± 2,307	22,33
T4-1:30 LSH	62,61ab	± 1,801	12,20
T5-NPK	47,44d	± 2,935	26,25
Valores medios con letras diferentes difieren para p<0,05 según prueba de Tukey Fuente. Elaboración de autor.			

8.2.2. Clorofilas.

Los valores para el incremento medio de pigmento fotosintético de todos los tratamientos se presentan en la tabla 11, los tratamientos de LSH T4 1:30 y T3 1:20 no difieren significativamente entre sí, sin embargo si difieren en relación a los restantes tratamientos. Se observa que el que el efecto significativo del tratamiento T4-1:30 sobre

el incremento en clorofilas induce un aumento aproximado de 4.13 y 3.6 unidades Spad en comparación en las hojas en las plantas cultivadas en suelo y al de fertilizadas con N-P-K.

McCarthy *et al* (2015), menciona que los LSH son soluciones altamente enriquecidas con macro y micronutrientes y microorganismo asimilables por las plantas, poseen una composición considerable de Nitrógeno y Magnesio; elementos que forman parte de la molécula de clorofila, necesario para el desarrollo de la fotosíntesis, a la par que estas sustancias actúan como bioestimulantes promoviendo el desarrollo vegetativo. De manera holística las plantas tratadas con LSH presentan mayor desarrollo vegetativo, hojas fotosintéticamente maduras y mayor cobertura vegetal. Por lo tanto, al haber mayor cobertura vegetal habrá mayor contenido de pigmento fotosintético. Información respaldada por Becket, (2015).

El efecto favorable sobre el contenido de clorofilas ha sido demostrado por Torres *et al* (2017), quien en una investigación evaluó el efecto del BIOSTAN (sustancia húmica liquida) y determinó que incrementó significativamente el contenido de clorofila con respecto al control. También determino que las plantas tratadas con LSH aún bajo condiciones de estrés presentan buena producción y/o contenido de clorofila. También menciona que se vio favorecida significativamente la Tasa de asimilación neta (TAN) en relación al control. Las plantas que fueron tratadas con este bioestimulante incrementaron la duración del área foliar, todo esto en cumulo se traduce en un incremento de clorofila y por ende mayor actividad fotosintética. Así mismo Torres *et al* (2017) mencionan que plantas de fríjol tratadas con LSH en diluciones de 1:10, 1:20 y 1:30 presentan un efecto positivo sobre el contenido de clorofila después de los 30 DDS y este empezó a ser efectivo a partir de la cuarta aplicación, sin embrago también mencionan que se debe tener en consideración la dosis de dilución y fuente de origen del lixiviado de vermicompost. Las plantas tratadas con este bioestimulante presentaron un incremento porcentual de 10,7% en relación al control.

Tabla 11: Valores medios para el incremento del contenido de clorofilas en unidades Spad por tratamiento.

Valores medios para el incremento del contenido de clorofilas por tratamiento.			
Tratamientos	Media	Error Típico	Coeficiente variación
T1-Suelo	17,43cd	± 0,314	6,25
T2-1:10 LSH	15,47e	± 0,472	10,57
T3-1:20 LSH	18,72ab	± 0,511	9,45
T4-1:30 LSH	21,56[a]	± 0,740	11,89
T5-NPK	17,97bc	± 0,383	7,38
Valores medios con letras diferentes difieren para $p<0,05$ según prueba de Tukey Fuente. Elaboración de autor.			

8.3.Rendimiento.

Para el análisis del efecto tanto de los LSH así como del NPK sobre el rendimiento del cultivo se determinó el incremento en la producción de las plantas que se produjo a partir de las mediciones a los 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante.

8.3.1. Rendimiento en Toneladas/hectáreas.

En la tabla 12 se presentan los valores para el incremento medio total del rendimiento del cultivo en T/ha para todos los tratamientos. Los tratamientos de LSH T4-1:30; T3-1:20 no difieren entre si significativamente, el primero lo hace con todos los restantes tratamiento. El T4-1:30 LSH presenta un efecto considerable sobre el rendimiento en comparación a los tratamientos T3-1:20; T2-1:10 LSH; T1-suelo y T5-N-P-K induciendo incrementos medios relativos en el rendimiento de aproximadamente 1.02, 1.51, 1.44 y 1.28 T/ha respectivamente (anexo 8).

El rendimiento final de un cultivo es propiamente el cumplimiento de las funciones metabólicas y fisiológicas que deben realizar las plantas, tal como desarrollo radicular, desarrollo del tallo y altura de planta, emisión de brotes y aumento de cobertura vegetal entre otras. El cumulo de estos procesos realizados con eficiencia se traducen en el rendimiento del cultivo, generalmente producción y carga de frutos (Montenegro, 2011).

Farfán (2015), menciona que para cultivos de ciclo vegetativos cortos, como en el caso del pimiento, las diluciones de SHL que mejor efectos presentan son la poseen bajas concentraciones. En las cuales se evitan problemas de inhibición en la absorción de nutrientes (SHL) debido a una alta concentración de solutos (diluciones muy concentradas) y problemas de deficiencia de algún elemento, debido a la aplicación de diluciones de baja concentración, las cuales no llegan a satisfacer las necesidades que exige el cultivo para el cumplimiento de sus funciones. Información que concuerda con la obtenida en investigaciones por Quezada *et al* (2012) y Klemer (2014) quienes determinaron que en cultivos de ciclo vegetativos anuales y bianuales, las concentraciones de Lixiviados de Sustancias Húmicas que mejores resultados presentan en el rendimiento final del cultivo son aquellas que son relativamente bajas, debido al ciclo vegetativo y la lenta liberación de los elementos nutricionales presentes en estas soluciones. Medina *et al* (2014), menciona que las diluciones de SHL en concentraciones intermedias a bajas presentan efectos positivos para las plantas ya que en estas diluciones se evitan fenómenos nutricionales asociados a los elementos presente en las soluciones.

Schilling (2012), menciona que el éxito de las Sustancias Húmicas Liquidas aplicadas a los cultivos foliarmente se debe en gran parte a su composición y dosificación. Estas son ricas en elementos nutricionales como el Fosforo y Potasio, mismos que son completamente necesario para obtener una buena productividad de los cultivos. El P participa en los procesos metabólicos de la planta; fotosíntesis, trasferencia de energía y la síntesis y degradación de carbohidratos. Además actúa como promotor de la floración y le otorga mayor fuerza de adherencia a los frutos recién formados (evita abortos de flores y frutos). Por otro lado el K, es un elemento sumamente importante para la planta y es requerido en grandes cantidades, este tiene la función de; regular la apertura y cierre estomático, por lo tanto regula la absorción de $CO_{2,}$ actúa como regulador del agua en las plantas (osmo-regulador) tanto del agua que entra por las raíces así como de la que se pierde por los estomas, participa en la síntesis de proteínas y almidones requeridos por las plantas. Este elemento participa en el llenado de los frutos, le otorga firmeza y rigidez a estos, por lo tanto de este elemento depende la calidad del fruto. Información respaldada por Mayer (2014), quien a su vez menciona que gran parte del éxito en la productividad de cultivares de ciclos vegetativos cortos depende de una dotación adecuada de elementos como el Fosforo y Potasio.

Es necesario señalar que los valores medios del rendimiento en los diferentes tratamientos para el hibrido quetzal resultaron muy bajos en comparación a los rendimientos que ofrecen los híbridos de pimiento. Este resultado está asociado a los efectos de las plagas y enfermedades que se presentaron y que dañaron marcadamente el aparato foliar, la floración y la fructificación, y como anteriormente se explicó el rendimiento para el tratamiento 1:30 de LSH resulto significativamente superior a los restantes tratamientos, lo que evidencia el efecto benéfico protector que presenta las sustancias húmicas frente a los ataques de plagas y enfermedades tal como lo afirma Gracia y Parraga (2016), quienes afirman que pese a que el material de pimiento seleccionado tenga buenas características fenotípicas y genotípicas las condiciones del medio y muy particularmente al ataque de plagas y enfermedades influyen en la expresión del potencial genético de los materiales. Es decir que la afectación por plagas insectiles y patológicas merma el desarrollo y productividad de una planta, aun cuando son híbridos de alta productividad, lo cual concuerda con lo sucedido en el presente trabajo de investigación, dejando en claro que el ataque de plagas y enfermedades influye en el deterioro del cultivo, mermando su desarrollo y productividad.

Tabal 12: Valores medios para el incremento del rendimiento en T/ha del cultivo (*Capsicum annuum* L) híbrido Quetzal por tratamiento.

Valores medios para el rendimiento en T/ha del híbrido Quetzal por tratamiento.			
Tratamientos	Media	Error Típico	Coeficiente variación
T1-Suelo	7,48cd	± 0,279	15,86
T2-1:10 LSH	7,41de	± 0,376	21,52
T3-1:20 LSH	7,90ab	± 0,274	14,72
T4-1:30 LSH	8,92a	± 0,319	15,17
T5-NPK	7,64bc	± 0,252	13,99
Valores medios con letras diferentes difieren para p<0,05 según prueba de Tukey Fuente. Elaboración de autor.			

IX. CONCLUSIONES.

Habiendo concluido en presente trabajo de investigación se emiten las siguientes conclusiones:

- La dilución de 1:30 v/v de lixiviado de sustancias húmicas de estiércol bovino induce los efectos más significativos sobre el crecimiento, los pigmentos clorofílicos y el rendimiento en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L) híbrido Quetzal bajo condiciones protegidas.

- Las aplicaciones de lixiviados de sustancias húmicas de estiércol bovino en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L) híbrido Quetzal incrementan la altura, el número de hojas y el contenido de clorofilas y promueven aumentos medios aproximados de 4,13 unidades SPAD para las clorofilas, 19,2 números de hojas y 12.68 cm en altura con relación al tratamiento de fertilización con NPK.

- El rendimiento en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L) híbrido Quetzal incrementa significativamente con las aplicaciones de lixiviados de sustancias húmicas de estiércol bovino (diluciones 1.20 y 1.30 v/v) induciendo aumentos medios de 1.44 y de 1.28 t/ha con relación al suelo (testigo) y a la fertilización con NPK respectivamente.

X. RECOMENDACIONES.

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se sugiere:

- Se recomienda la aplicación de lixiviados de sustancias húmicas de estiércol bovino como coadyuvante de desarrollo vegetal y/o bioestimulante para las plantas, en las cuales se obtiene buenos resultados, se reduce el impacto ambiental y se mitiga la contaminación a causa de los agroquímicos utilizados en el proceso de producción agrícola.

- Dado los alentadores resultados obtenidos en todas las diluciones se recomienda asociarlos con una pequeña base química (fertilizantes sintéticos) para potenciar el incremento en cada uno de los factores morfológicos de desarrollo evaluados y obtener un mayor nivel de productividad en este cultivar, reduciendo considerablemente el impacto al ambiente.

XI. BIBLIOGRAFIA.

Agrocalidad. (2017). Agencia Ecuatoriana de aseguramiento de la calidad del agro. Laboratorios de suelos, foliares y aguas. SFA N°. 117-1277. pp 1-2.

Aguilera, R. (2009). Efecto del extracto de humus de lombriz en el desarrollo de la planta de Rábano (*Raphano sativus* L) y en el control de *Myzus persicae* y *Helicoverpa zea*. Zamorano, Honduras. Escuela de Agronomía. pp 22.

Almaguer, J; Reyes, V; Reyes, A; Villa, O. (2013). Evaluación del efecto del humus líquido obtenido por tres métodos, en condiciones de maceta y de campo, utilizando algunas leguminosas forrajeras. Recuperado de: http://www.eumed.net/rev/delos/15/llhp.pdf

Álvarez, E; Pantoja, A; Ceballos, G y Gañan, L. (2011). Producción de lixiviados de raquis de plátano en el eje cafetalero de Colombia. Colombia. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) pp 6.

Araujo, E; Valdivia, A; Pérez, Y. (2014). Uso de fertilizantes orgánicos y químicos en el cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.). Recuperado de: http://monografias.umcc.cu/monos/2014/Facultad%20Agronomia/mo143.pdf.

Armijos, H. (2013). Composición estratificada de las sustancias húmicas y sus respectivos orígenes. Visión panorámica. Manual de buenas prácticas agrícolas. Ministerio de Agricultura de Venezuela. pp 23.

Arteaga, M.B. (2003). Resultados de la aplicación del Liplant sobre un suelo Ferralítico Rojo al evaluar algunos indicadores biológicos y productivos de tres cultivos. Tesis en opción al título de Master en Química Agrícola. La Habana. Universidad Agraria de La Habana. 132p.

Azcon-Bioeto, J y Talón, M. (2008). *Fundamentos de Fisiología Vegetal.* Segunda edición. McGraw-Hill Interamericana. ISBN: 978-84-481-9293-8. 41-77p.

Becket, K. (2013). *Influence of liquid humic substances on the vegetative development of short-cycle crops and on their development indicators.* Journal of Plant Nutrition. ISSN; 6838-3683. Vol 6. pp 12-20.

Berrios, M; Arredondo, C y Tjalling, H. (2009). *Guía de manejo de nutrición vegetal; especialidad Pimiento.* México. ISBN; 28-513-5862. 55p.

Bremanis, G; Klavins, M; Purmalis, O; Ziemelis, R y Malecka, S. (2013). *Peat humic substances and earthworm biohumus extracts for agricultural applications.* Latvian Academy of Sciences. Vol. 67. No. 3. 236-241p.

Calderín, A; Louro, R; Portuondo, F; Guridi, F y Hernández, R. (2012). *Humic acids of vermicompost as an ecological pathway to increase resistance of rice seedlings to water stress.* African Journal of Biotechnology. Vol. 11(13):3125-3134

Camacho, E; Valdivia, A; Pérez, Y; Rodríguez, S y Abreu, E. (2014). (2017, 30 de Mayo). Uso de fertilizantes orgánicos y químicos en el cultivo de Pimiento (*Capsicum annuun* L). Universidad de Matanzas, Cuba. Recuperado de: http://monografias.umcc.cu/monos/2014/Facultad%20Agronomia/mo143.pdf

Cantoral, C. (2015). *Contenido nutrimental de Humus Liquido y su efecto en la fenología de cultivos anuales*. ISBN 367-6535-23. *EngorScience.* Vol. 5. N° 11. pp 32-41.

Castillo, M y Bravo, A. (2015). Evaluación de la influencia del lixiviado de estiércol bovino en el cultivo de Pimiento (*Capsicum annuum* L) sobre indicadores morfoagronomicos aplicado de manera foliar. Quito, Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Ejército (ESPE), Facultad de Ciencias Agronómicas. Tesis de grado. 42p.

Chinsamy, M; Manoj, G; Kulkarini, L y Van Staden, J. (2014). *Vermicompost leachate reduces temperatura and wáter stress effects in tomato seedlings.* Universidad of KwaZulu-Natal Pietermaritzburg, Scottsville. South Africa. HortScience. Vol 49. N° 9. pp 1183-1187.

Collantes, J. (2015). *Estudio de dos tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en dos híbridos comerciales de pimiento* (*Capsicum annuum* L.) *en la parte alta de la Cuenca del Río Guayas*. Quevedo, Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Agrarias. Tesis de grado. p 90-92.

Delgado, R y Delgado, F. (2014). *Evalucion del efcto de humus liquido sobre los niveles de productividad en el cultivo de melón* (*Cucumis melo* L) *en diferentes concentraciones.* Live Science Magazine. ISBN 2663-7348. Vol 3. pp 23-34.

Elein, T; Ruiz, J; Tejeda, T y Díaz, M. (2013). *Respuesta del cultivo de habichuela* (*Phaseolus vulgaris* L) *a la aplicación de diferentes bioproductos*. *Cultivos tropicales.* ISSN 1819-4087. Vol. 34. No. 3. p 5-10.

FAO. (2014). Anuario estadístico de producción agrícola mundial 2014. Recuperado de: http://www.fao.org/statistics/es/

Farfán, C. (2015). Efecto de tres extractos liquidos de abonos orgánicos aplicados en el cultivo de Pimiento (*Capsicum annuum* L). ESPE (Escuela Superior Politécnica del Ejército). Carrera de Agronomia. Tesis de Grado. pp 22.

Fernández, M. (2003). *Evaluación de sustancias húmicas derivadas del humus de lombriz.* Pontifica Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Tesis de grado. Santiago, Chile. 52p.

Fornaris, A. (2014). *Influencia de dosis creciente de lixiviados de abonos mixtos microbianos y lixiviados de humus de lombriz sobre algunas variables morfológicas en*

el cultivo de Tomate (*Solanuum lycopericum* L). Instituto Provincial de Suelos y Fertilizantes. Santiago de Cuba. ISSN 1027-2887. Vol. 2. pp 100-114.

Garcia, L y Parraga, L. (2016). Caracteres agronómicos del cultivo de Pimiento (*Capsicum annuum* L) utilizando cuatro materiales de siembra y tres planes de fertilización. Escuela Superior Tecnica Agropecuaria de Manabi. pp6. Recuperado de: file:///C:/Users/pc/Downloads/178-642-1-PB.pdf

Gómez, S; Ángeles, M; Méndez, J; Reséndiz, M y Sánchez, R. (2013). *Guía de buenas prácticas de reciclaje de excretas: Uso de lixiviados de humus de lombriz para la producción de forraje verde.* Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal Diciembre 2013. Publicación Especial Núm. 3. ISBN: 978-607-37-0217-1.

Gonzales, K; Rodríguez, M; Trejo, L; García, J y Sánchez, E. (2013*). Efluente y Te de vermicompost en la producción de hortalizas de hoja en sistema NFT*. *Interciencia.* Caracas, Venezuela. ISSN: 0378-1844. Vol. 38. N^{o} 12. pp 863-869.

Gonzales, K; Rodríguez, M; Trejo, L; García, J y Sánchez, E. (2013*). Efluente y Te de vermicompost en la producción de hortalizas de hoja en sistema NFT*. *Interciencia.* Caracas, Venezuela. ISSN: 0378-1844. Vol. 38. N^{o} 12. pp 863-869.

Gutiérrez, A; Oliva-Llaven, P; Nazar, B; Ruiz-Sesma, J. Alvarez-Solís, L. (2012). Optimization of Vermicompost and Worm-Bed Leachate for the Organic Cultivation of Radish. Journal of Plant Nutrition. 2011. 53p.

Hernández, G; Hernández, O; Guridi, F y Arbelo, N. (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.) CC–25–9. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias.21 (2). 90p.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2014). *Manual de cultivos hortícolas*. Estación Experimental Portoviejo. Boletín N^{o}.56. 31p.

Joshi, R; Singh, J; Pal, A. (2014). *Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants.* Springer Science and Bio/Technology. ISSN 1569-1705. pp 24-40.

Killmer, P. (2015). Study of the effect of liquid humic substances applied in different concentrations in curcubitaceae. Live science magazine. ISBN; 238-2679. Vol. 7. pp 28-42.

Klemer, H. (2014). *Productive potential of plant species of short vegetative cycles of commercial interest treated with Leachate of Humic Substances of bovine origin.* Sphere.Special publication number 12. ISSN; 12- 283-3872. Vol 7. pp 198-209.

Larco, E. (2004). *Desarrollo y evaluación de lixiviados de compost y lombricompost para el manejo de sigatoka negra* (*Mycosphaerella fijiensis* M) *en plátano.* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. Tesis de Maestría. 6p.

Macías, Y. (2015). Variabilidad de las concentraciones y efecto de las sustancias húmicas sobre los indicadores morfológicos de desarrollo vegetal de los cultivos anuales. Universidad de Arreaga, Facultad de ciencias del suelo. Paraguay. Tesis de grado. pp 43.

Martínez, D; Huelva, R.; Portuondo, L y Guridis, F. (2012). Evaluación del efecto protector de las Sustancias Húmicas Líquidas en plantas de maíz cultivar P-2928 en condiciones de salinidad. Centro Agrícola, 39(1). 29-30p.

Martínez, M. (2014). *Las sustancias húmicas en la productividad agrícola.* Departamento técnico de INTAGRI. *EngorScien.* Vol. 2. N^{o} 31. pp 22-31.

Mayer, C. (2014). Estudio del efecto de sustancias húmicas líquidas aplicadas en diferentes concentraciones en cucurbitáceas. Universidad Nacional de Colombia. Tesis de grado. pp 45.

McCarthy, S; Rusvell, K; Smith, J y Ford, H. (2015). Effect of the concentrations and nutritional content and other substances present in leached solutions of organic origin applied to annual crops. Science and technology today. ISBN 2386-7254. Vol 5. pp 23-34.

Medina, M; Lizardo, H; Meza, K y Laz, D. (2014). *Niveles de productividad de cultivares de ciclos vegetativos cortos y respuesta a la aplicación foliar de bioestimulates.* ISBN; 1826-2983. Vol 12. N^{o} 2. pp 17-28.

Mirakalaei, S. M. M., Ardebill, Z. O. & Mostafavi, M. (2013). The effects of different organic fertilizers on the growth of lilies (Lillium longiflorum). Int. Res. J. Appl. Basic Sci.4(1), 181-186.

Mondragón, F; Castaño, H; Hanks, T y Bermellón, G. (2014). *Evaluación de la composición nutrimental y hormonal de lixiviados de abonos orgánicos aplicados foliar y edáficamente en cultivares de ciclo corto.* Universidad Nacional de Colombia. Carrera de Agronomía. Tesis de grado. pp 43-44.

Montenegro, J. (2011). Ecofisiologia de cultivos de climas tropicales; aplicación de bioestimulantes y enmiendas. Manual de producción agrícola. pp 12-13.

Moreno, R. (2015). *Estudio de la composición de lixiviados de sustancias húmicas y su efecto en cultivos hortícolas.* Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Agricolas. Science of Nature and its Environment. ISBN 2786-367. Vol 2. N^{o} 4. pp 32-42.

Muscolo, A., M. Felici, G. Concheri & S. Nardi. (2007). Effect of earthworm humic substances on esterase and peroxidase activity during growth of leaf explants of *Nicotiana plumbaginifolia. Biology and Fertility of Soils.* 15: 127–131

Papathanasiou F, Papadopoulos I, Tsakiris I, Tamoutsidis E (2012). Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and quality of lettuce (Lactuca sativa L.). J Food Agric Environ 10:677–682.

Perez, Y y Lamadrid, L. (2014). *Efecto del lixiviado de humus de lombriz sobre indicadores morfológicos en el cultivo de la cebolla* (*Allium cepa* L). Centro Agrícola. Cuba. ISSN 0253-5785. Vol. 4. N 41. pp 33-37.

Quezada, W; Marcillo, J; Romirez, R y Romero, P. (2012). *Efecto de las diferentes concentraciones de humus de origen bobino sobre indicadores vegetativos y productivos en Pimiento* (*Capsicum annuum* L). Science and Technology. ISBN; 1313-0214. Vol 4. N^{o} 9. pp 7-17.

Rebato, S; Díaz, M; Guzmán, A; Martínez, D; Calderin, A y Guridi, F. (2011). *Extractos húmicos acuosos obtenidos de residuos sólidos vermicompostados. Efecto en el cultivo de Rábano*. Universidad Agraria de la Habana "Fructuosa Rodríguez Pérez", Cuba. Universidad Federal Rural de Rio de Janeiro, Brasil. 5p.

Saborit, R; Meneses, P; Cañizares, A. (2013). Comportamiento de aplicaciones foliares de humus de lombriz mezclado con NPK en el cultivo del arroz. Recuperado de: http://infociencia.idict.cu/infociencia/issue/view/368

Schilling, P. (2012). *Aplicación y beneficios de la utilización de humus liquido en cultivos de interés comercial sobre su fisiología en el valle de Chile.* APAC (Asociación de Producción Agrícola de Chile). ISSN; 8363-3637. Vol. 2. N^{o} 11. pp 7.

Seminis. (2017). Pimiento Quetzal; detalles del producto. Ecuador. Recuperado de: http://seminis-andina.com/productos/quetzal/362

Simsek-Ersahin Y, Haktanir K, Yanar Y. (2009). Vermicompost from agricultural wastes suppress Rhizoctonia solani Kuhn in cucumber seedlings. J Plant Dis Prot 116:182–188.

Torres, A.G., Héctor EF, Hernández, G, Cué J:L, y Fosado O.A. (2017). Efectos del BIOSTAN en los índices de crecimiento y los pigmentos fotosintéticos de (*Phaseolus vulgaris*). Revista La técnica. N^{o} 18, julio 2017, 25 - 35

Torres, A; Cue, J; Héctor, F; Fosado, O y Leon, R. (2018). Efectos de lixiviados de vermicompostaje sobre el crecimiento, los pigmentos clorofílicos y el rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum* L) en cultivo protegido. pp12. En proceso de publicación.

Torres, A; Cue, J; Hernández del V.G y Peñarrieta, S. (2015). Efecto del BIOSTAN en la altura y masa seca de *Phaseolus vulgaris* L., genotipo criollo. *La Tecnica*. N^{o} 15. Diciembre 2015, pp 18-25.

Velasco, J; Aguirre, G y Ortuño, N. (2016). *Humus líquidos y microorganismos para favorecer la producción de lechuga* (*Lactuca sativa* L) *en cultivo de hidroponía*. Universidad Católica Bolivariana San Pablo. Facultad de Ciencias Ambientales. Cochabamba, Bolivia. Journal of the Selva Andina Biosphere. ISBN 2308-3867. Vol. 4 N^{o} 2. pp 71-83.

Yasir M, Aslam Z, Kim SW, Lee SW, Jeon CO, Chung YR. (2009). Bacterial community composition and chitinase gene diversity of vermicompost with antifungal activity. Bioresour Technol 100:4396–4403.

Zabala, L. (2013). Humus liquidos y su efecto sobre el desarrollo morfológico de especies de ciclo corto. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica del Ejército. Facultad de Agronomía. pp 47-49.

XII. ANEXOS.

Anexo1: Elaboración del semillero.




Anexo 2: Plantas emergidas.




Anexo 3: Preparacion del terreno.




Anexo 4: Elaboraciòn de las camas para trasplante y prueba de las mangueras de riego localizado.





Anexo 5: Trasplante del cultivo.



Anexo 6: Toma de datos.



Anexo 7: Aplicación de los tratamientos (diluciones de LSH), tutorado del cultivo y desmalezado del mismo.



Anexo 8: Cosecha y pesaje de los frutos.





Anexo 9: Tablas de análisis estadísticos ANOVA para el incremento medio de los indicadores evaluados.

ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
INCR.ALT	Inter-grupos	4940,156	4	1235,039	18,527	,000
	Intra-grupos	5666,333	85	66,663		
	Total	10606,489	89			
INCR.DIAM	Inter-grupos	4,156	4	1,039	1,010	,407
	Intra-grupos	87,444	85	1,029		
	Total	91,600	89			
INCR.HOJAS	Inter-grupos	6876,733	4	1719,183	16,500	,000
	Intra-grupos	8856,167	85	104,190		
	Total	15732,900	89			
INCR.PIGMENTOS	Inter-grupos	235,546	4	58,886	19,217	,000
	Intra-grupos	168,539	55	3,064		
	Total	404,085	59			
TONHA	Inter-grupos	27,342	4	6,835	4,130	,004
	Intra-grupos	140,675	85	1,655		
	Total	168,017	89			

Estadísticos descriptivos		N	Media	Desv. Típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
INCR.ALT	1	18	52,0556	9,05196	2,13357	47,5541	56,5570	28,00	64,00
	2	18	69,0000	8,21047	1,93523	64,9170	73,0830	53,00	80,00
	3	18	65,6111	6,09859	1,43745	62,5784	68,6439	56,00	77,00
	4	18	73,7778	11,25405	2,65260	68,1813	79,3743	58,00	93,00
	5	18	61,0000	4,48527	1,05719	58,7695	63,2305	53,00	72,00
	Total	90	64,2889	10,91669	1,15072	62,0024	66,5753	28,00	93,00
INCR.DIAM	1	18	5,3333	,97014	,22866	4,8509	5,8158	3,00	7,00
	2	18	5,8889	,83235	,19619	5,4750	6,3028	5,00	7,00
	3	18	5,7778	1,26284	,29765	5,1498	6,4058	4,00	8,00
	4	18	5,9444	,72536	,17097	5,5837	6,3052	5,00	7,00
	5	18	5,7222	1,17851	,27778	5,1362	6,3083	3,00	7,00
	Total	90	5,7333	1,01450	,10694	5,5209	5,9458	3,00	8,00
INCR.HOJAS	1	18	57,9444	5,74428	1,35394	55,0879	60,8010	44,00	67,00
	2	18	66,6667	13,36809	3,15089	60,0189	73,3145	42,00	87,00
	3	18	43,8333	9,78745	2,30692	38,9662	48,7005	30,00	65,00
	4	18	62,6111	7,63998	1,80076	58,8118	66,4104	52,00	76,00
	5	18	47,4444	12,45331	2,93527	41,2516	53,6373	30,00	75,00
	Total	90	55,7000	13,29564	1,40148	52,9153	58,4847	30,00	87,00
INCR.PIGMENTOS	1	12	17,4308	1,08885	,31432	16,7390	18,1227	15,16	19,50
	2	12	15,4692	1,63476	,47191	14,4305	16,5078	12,15	17,45
	3	12	18,7208	1,76929	,51075	17,5967	19,8450	16,46	22,75
	4	12	21,5558	2,56386	,74012	19,9268	23,1848	17,26	24,60
	5	12	17,9733	1,32662	,38296	17,1304	18,8162	15,10	19,75
	Total	60	18,2300	2,61704	,33786	17,5539	18,9061	12,15	24,60
TONHA	1	18	7,4750	1,18525	,27937	6,8856	8,0644	5,35	9,41
	2	18	7,4117	1,59496	,37594	6,6185	8,2048	4,90	9,68
	3	18	7,9026	1,16349	,27424	7,3240	8,4811	6,36	10,24
	4	18	8,9184	1,35309	,31893	8,2455	9,5912	7,40	11,38
	5	18	7,6403	1,06850	,25185	7,1089	8,1716	5,83	9,65
	Total	90	7,8696	1,37398	,14483	7,5818	8,1573	4,90	11,38