

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Evaluación de diferentes porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño
(*Capsicum annuum* L.) en invernadero

POR:

GUADALUPE MONSERRAT MAYO RAMÍREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón, Coahuila, México.
Diciembre, 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Evaluación de diferentes porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño
(*Capsicum annuum* L.) en invernadero

Por:

GUADALUPE MONSERRAT MAYO RAMÍREZ

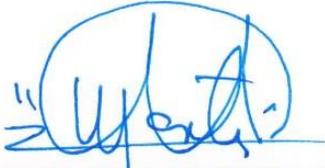
TESIS

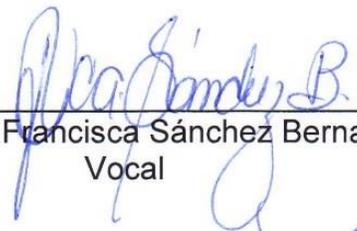
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

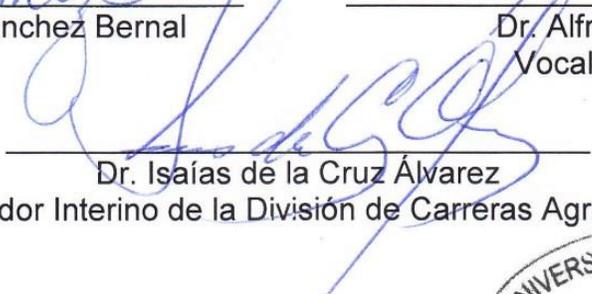
Aprobada por:


Ing. Juan Manuel Nava Santos
Presidente


M.E Víctor Martínez Cueto
Vocal


M.C Francisca Sánchez Bernal
Vocal


Dr. Alfredo Ogaz
Vocal Suplente


Dr. Isaías de la Cruz Álvarez
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México.
Diciembre, 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Evaluación de diferentes porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño
(*Capsicum annuum* L.) en invernadero

Por:

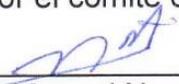
GUADALUPE MONSERRAT MAYO RAMÍREZ

TESIS

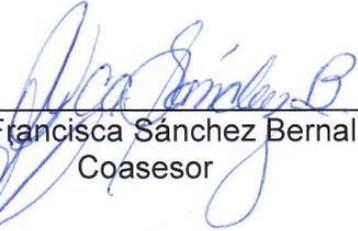
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

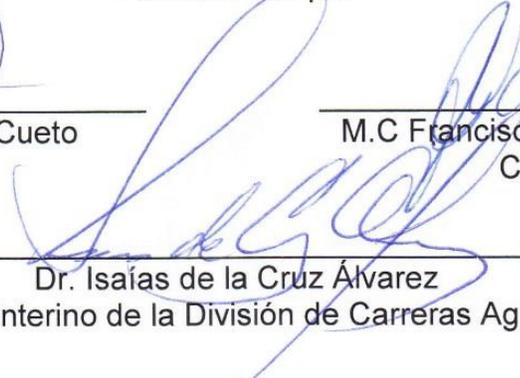
INGENIERO AGRÓNOMO

Aprobada por el comité de asesoría:


Ing. Juan Manuel Nava Santos
Asesor Principal


M.E Víctor Martínez Cueto
Coasesor


M.C Francisca Sánchez Bernal
Coasesor


Dr. Isaías de la Cruz Álvarez
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México.
Diciembre, 2019



AGRADECIMIENTO

A mi Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, por haberme aceptado ser parte de ella, y por todas las oportunidades incomparables que me proporcionó, por ser la casa de estudios donde he obtenido mis conocimientos teóricos y prácticos, por haberme brindado el apoyo y las herramientas necesarias para poder concluir con esta meta, gracias Narro, gracias mi Alma Terra Mater.

A mis docentes, por haberme brindado el apoyo y los equipos necesarios para poder concluir con este proyecto y obtener el título profesional, por el apoyo absoluto que me brindaron en la revisión de mi proyecto de tesis. Gracias, **Ing. Juan Manuel Nava Santos, Dr. Alfredo Ogaz, M.C Francisca Sánchez Bernal, M.E Víctor Martínez Cueto, Dr. Salvador Godoy Ávila, Ing. Heriberto Quirarte Ramírez.**

A mis padres: Rufino Mayo Vargas y Elsida Ramírez Salgado, por haberme brindado su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida y en el transcurso de mi carrera profesional, gracias por todo el esfuerzo que han realizado para que yo pueda obtener la mejor de las herencias. Así como también **a mis hermanos, José Ángel, Jesús Diego y Oliver**, que con su amistad y apoyo moral han logrado que mis ganas de salir adelante sean más grandes.

A mis amigos, Gladis Moreno Bello y Carlos Tacuba Prestegui, que compartimos momentos de alegría, tristezas, y desacuerdos, que a pesar de las cosas, nunca me han dejado sola, por su apoyo prácticamente en la realización del proyecto de tesis, ayudándome en cierta manera con la labor durante el transcurso del proyecto, y que a pesar del tiempo y circunstancias siempre están conmigo.

DEDICATORIA

A Dios por haberme guiado y darme las fuerzas necesarias para poder salir de casa a buscar nuevos horizontes y por brindarme todas las bendiciones que hasta ahora me ha dado; por haberme dado la oportunidad de culminar esta meta.

A mis padres: Rufino Mayo Vargas y Elcida Ramírez Salgado, por haberme dado la vida y amarme como lo hacen, por todo el apoyo inmenso que me brindan en cualquier decisión que tome para bien, por sus regaños y consejos que siempre me expresan, por esa gran fortaleza que los caracteriza para seguir adelante superando cualquier obstáculos siempre juntos, por ser los mejores padres del mundo que me han enseñado el valor de la vida, por infinitas de cosas más, que no me alcanzarían las palabras para decirles lo mucho que los amo, infinitas gracias para mis padres por ser mi todo en la vida.

A mis hermanos, José Ángel, Jesús Diego y Oliver, que nunca me han dejado sola a pesar de que a veces tenemos diferencias, siempre muestran su apoyo y seguridad, ellos desde su presencia en mi vida son lo más valioso.

A mi familia, en especial a mis tíos, Andrés, Silvino, Javier, Yadira, Anadid, Marina, Carmela, María, Ernestina, que a pesar de la distancia siempre me han apoyado a lo largo de esta etapa, moral y económicamente para poder realizar mis sueños. Así como también especialmente a mis abuelitos, Cuberta, Andrés, Aurelia y Mario, que siempre han confiado en mí y que jamás dudaron de mí, infinitas Gracias.

RESUMEN

La vermicomposta es uno de los fertilizantes naturales de más alta calidad y más nutritivos del mundo. Debido a su efecto en la mejora del suelo, promueve el crecimiento y un mayor rendimiento de los cultivos. El objetivo del presente trabajo fue la evaluación de diferentes porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño en invernadero. El estudio se realizó en el ciclo primavera-verano 2018, en el invernadero número tres de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Se evaluaron cuatro tratamientos, Testigo (90% arena, 10% perlita con solución nutritiva Steiner), T2 (Vermicomposta 20%), T3 (Vermicomposta 30%) y T4 (Vermicomposta 40%); cada tratamiento con diez repeticiones. De acuerdo a los resultados del análisis estadístico, las variables que presentaron diferencia significativa entre tratamientos fueron, altura de planta, peso total de fruto, rendimiento, diámetro de fruto, peso fresco y peso seco de planta; en las cuales el Testigo Steiner supera a los Tratamientos Orgánicos. Para las variables Longitud de fruto y grosor de pulpa no se presentó diferencia estadística significativa entre tratamientos, sin embargo numéricamente sobresalió el T2 (Vermicomposta 20%). Aunque el Testigo Steiner superó a los tratamientos orgánicos, los resultados del presente trabajo muestran que a menor porcentaje de vermicomposta se presentan mayores valores en las variables evaluadas.

Palabras Claves: Chile jalapeño, Rendimiento, Sustratos orgánicos, Vermicomposta, Invernadero.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Origen	4
2.2 Importancia económica general	4
2.3 Importancia nivel mundial	4
2.4 Importancia a nivel nacional	5
2.5 Importancia a nivel regional	5
2.6 Generalidades	6
2.7 Clasificación taxonómica	7
2.8 Descripción botánica	7
2.8.1 Fenología	7
2.8.2 Fase vegetativa	7
2.8.3 Características morfológicas	8
2.8.4 Fase reproductiva	8
2.9 Requerimientos nutricionales del cultivo de chile jalapeño	9
2.10 Requerimientos climáticos	9
2.10.1 Temperatura	9
2.10.2 Humedad relativa	9
2.10.3 Suelo	10
2.10.4 Fotoperiodo	10
2.10.5 Factores que afectan la fenología y morfología del cultivo	10
2.11 Solución nutritiva	11
2.11.1 Alcalinidad o acidez de la solución nutritiva Steiner	11
2.11.2 Conductividad eléctrica de la solución nutritiva	11
2.12 Vermicomposta	12
2.13 Producción de siembra a nivel Nacional	13

2.14 Antecedentes	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 Localización geográfica	16
3.2 Aspectos climatológicos	16
3.3 Localización del experimento	16
3.4 Procedimiento Experimental	17
3.5 Tratamientos Evaluados	17
3.6 Preparación de la solución nutritiva Steiner.	18
3.7 Labores culturales	18
3.7.1 Control de malas hierbas	18
3.7.2 Riegos	18
3.7.3 Aplicación de Insecticidas	19
3.8 Variables evaluadas	20
3.8.1 Altura de planta	20
3.8.2 Peso total de fruto	20
3.8.3 Rendimiento	20
3.8.4 Longitud de fruto	20
3.8.5 Diámetro de fruto	20
3.8.6 Grosor de pulpa	20
3.8.7 Peso fresco	21
3.8.8 Peso seco	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1 Altura de planta	22
4.2 Variables de calidad de fruto	24
4.2.2 Peso total de fruto	24
4.2.3 Rendimiento	25
4.2.4 Longitud de fruto	27
4.2.5 Grosor de pulpa	28
4.2.6 Diametro de fruto	29
4.3 Peso fresco (raíz, hoja y tallo)	30
4.4 Peso seco (raíz, hoja y tallo)	31
V. CONCLUSIONES	33
VI. LITERATURA CITADA	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos evaluados con un diseño completamente al azar dentro del invernadero.....	17
Cuadro 2. Descripción de los tratamientos evaluados en base a porcentajes de vermicomposta en la productividad de chile jalapeño.	17
Cuadro 3. Descripción de los fertilizantes utilizados para elaborar la solución nutritiva Steiner.	18
Cuadro 4. Distribución de riegos por días durante la evaluación de porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño en invernadero.	19
Cuadro 5. Descripción de los productos químicos aplicados durante la evaluación de porcentajes de vermicomposta en la productividad de chile jalapeño.	19
Cuadro 6. Altura de planta (cm) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en invernadero.....	22
Cuadro 7. Variables de calidad de fruto obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en invernadero.....	24
Cuadro 8. Rendimiento (ton/ha ⁻¹) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en invernadero.....	26
Cuadro 9. Peso fresco (raíz, hoja y tallo) (g) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en invernadero.....	30
Cuadro 10. Peso seco (raíz, hoja y tallo) (g) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en invernadero.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Altura de planta (cm) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en invernadero.	23
Fig. 2. Peso total de fruto (g) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en invernadero.	25
Fig. 3. Rendimiento (ton/ha-1) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en invernadero.	26
Fig. 4. Longitud de fruto (cm) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en invernadero.	27
Fig. 5. Grosor de pulpa (mm) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en invernadero.	28
Fig. 6. Diámetro de fruto (cm) obtenido al evaluar los porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en invernadero.	29
Fig. 7. Peso fresco (raíz, hoja y tallo) (g) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en invernadero.	31
Fig. 8. Peso seco (raíz, hoja y tallo) (g) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en invernadero.	32

I. INTRODUCCIÓN

La vermicomposta es uno de los fertilizantes naturales de más alta calidad y más nutritivos del mundo. Debido a su efecto en la mejora del suelo, promueve el crecimiento y un mayor rendimiento de los cultivos. Se utiliza fundamentalmente como mejorador o enmienda orgánica de suelos, inoculante microbiano, enraizador, germinador, sustrato de crecimiento, entre otros. (Naturland, 2011).

El contenido de nutrientes en los abonos orgánicos está en función de las concentraciones de éstos en los residuos utilizados. Estos productos básicamente actúan en el suelo sobre tres propiedades: físicas, químicas y biológicas. Por su color oscuro absorbe más las radiaciones solares, el suelo adquiere más temperatura lo que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes, mejora la estructura, textura y permeabilidad, ya que influye en el drenaje y aireación de éste, aumenta la retención de agua. Aumentan el poder de absorción y reducen las oscilaciones de pH, permite mejorar la capacidad de intercambio catiónico, con lo que se aumenta la fertilidad. (Mosquera, 2010).

Los nutrientes en los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios. Producen sustancias inhibidoras y activadoras de crecimiento, incrementan considerablemente el desarrollo de microorganismos benéficos, tanto para degradar la materia orgánica del suelo como para favorecer el desarrollo del cultivo. (Mosquera, 2010).

La aplicación de materia orgánica humificada aporta nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos que mantienen la actividad microbiana. Que al incorporarla ejerce distintas reacciones en el suelo como son la mejora de estructura, facilitando la formación de agregados estables con lo que mejora la permeabilidad de éstos, aumenta la fuerza de cohesión a suelos arenosos y disminuye está en suelos arcillosos (Félix *et al.*, 2008).

El chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) es uno de los cultivos más importante en el mundo, esta especie es de gran importancia comercial y es cultivado para su consumo en fresco o procesados. El chile se ubica entre las ocho hortalizas más cultivadas en el mundo con una producción de alrededor de 27 millones de toneladas (FAOSTAT, 2008).

Los principales estados productores de México están en el norte, entre Zacatecas y Chihuahua, mientras que en menor medida están Durango y Coahuila, que incluyen la Comarca Lagunera. En esta región, el cultivo de (*Capsicum annuum* L.) tiene gran importancia en la economía, especialmente el chile jalapeño, ya que es uno de los principales cultivos hortícolas que se siembra en la región después de la sandía, tomate y melón durante el ciclo primavera-verano. (Jimenez, 2015).

El estado de Coahuila se encuentra en el lugar número ocho a nivel nacional en la producción de chile verde con una superficie sembrada de 478.94 ha con esto obteniendo una cosecha de 470.94 ton/ha⁻¹, donde se tuvo una pérdida de ocho ton/ha⁻¹ llegado a una producción de 12,583.92 toneladas con un rendimiento de 26.72 udm/ha obteniendo un valor de producción de 82,196.86 millones de pesos en el ciclo primavera verano del año 2017 (SIAP 2017).

1.1 Objetivos

- Obtener una producción de calidad de chile jalapeño con fertilización orgánica en invernadero.
- Determinar que concentración de vermicomposta incrementa la productividad de chile jalapeño.

1.2 Hipótesis

- La menor concentración de vermicomposta iguala en rendimiento y calidad al testigo Steiner.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen

El chile es originario de América Tropical y se diferencia uno de otro por el color, forma, y sabor. En México originariamente el chile jalapeño son cultivados en la región de Xalapa, dentro de Veracruz, lugar del que han obtenido su nombre, se consumen en toda Latinoamérica, aunque es cierto que se asocian de manera directa con la gastronomía propia de México, donde es uno de los productos más cultivados y consumidos. (Álamo, 2017).

2.2 Importancia económica general

(*Capsicum annum* L.) Es la especie cultivada más importante en todo el mundo. En México se cultiva una gran variedad de chiles; entre ellos, el chile jalapeño, es uno de los de mayor importancia por la extensión de su cultivo y el valor económico que representa su producción, su amplio consumo, alta rentabilidad y gran demanda de mano de obra (SIAP, 2010).

El chile jalapeño es uno de los principales cultivos a nivel latinoamericano, donde actualmente se le ha dado valor agregado como ingrediente semiprocésado para la elaboración de un producto final (García, 2009).

2.3 Importancia nivel mundial

La superficie mundial sembrada de chiles asciende a 1.7 millones de hectáreas, con una producción de 25.1 millones de toneladas. Después de China, México es el segundo productor a escala mundial. De acuerdo a la producción obtenida en toneladas, les siguen Turquía, Estados Unidos, España e Indonesia, representando juntos el 25 % del volumen mundial de producción (Vázquez *et al.*, 2011).

La producción de chile jalapeño está liderada principalmente por China (10, 533,584 toneladas), seguida por México (1, 733,900 toneladas) y Turquía (1,

500,000 toneladas). Después de China, México es el segundo productor en el mundo con una superficie de 148,758 ha, alcanzando una producción de 2,33 millones de toneladas y valor de la producción de 13,221 millones de pesos (Macías *et al.*, 2012).

2.4 Importancia a nivel nacional

El chile jalapeño se cultiva todo el año en el país; siendo los principales estados productores a nivel nacional Chihuahua, Sinaloa, Michoacán, Veracruz, Chiapas, y Colima, ya que los mejores precios se obtienen durante el mes de junio y durante los meses de octubre y noviembre; mientras que los precios más bajos se obtienen en abril coincidiendo con las cosechas de Sinaloa, Michoacán, y Veracruz; y durante los meses de agosto y septiembre, cuando ocurre la mayor cosecha en el estado productor más importante en Chihuahua. En USA, el principal productor es California, constituyéndose en el principal competidor del producto mexicano durante el periodo comprendido entre los meses de abril y octubre. En cuanto a precio, el producto Californiano alcanza un precio superior al Mexicano hasta en un 26% (Aguilar *et al.*, 2006).

2.5 Importancia a nivel regional

En esta región, el cultivo de chile tiene gran importancia en la economía, especialmente el chile jalapeño, ya que es uno de los principales cultivos hortícolas que se siembra en la región después de la sandía, tomate y melón durante el ciclo primavera-verano. La superficie producida en los últimos años fluctúa alrededor de las 1,074 ha, con un rendimiento promedio de $15.6 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (SIAP, 2010). En esta región existen productores de chile con tendencia al uso de fuentes de materia orgánica (MO) como suministro de nutrientes vegetales, principalmente por la gran cantidad de estiércol –49 mil toneladas de estiércol seco mensuales que en esta región se genera derivado de la producción lechera de cerca de 500 mil cabezas de bovino lechero (Salazar y Juárez 2013).

2.6 Generalidades

La diversidad de chiles en México, al igual que en muchos otros cultivos, se ha visto diezmada a causa de factores tales como, presencia de plagas y enfermedades, la sustitución del cultivo, la migración y abandono del cultivo en el campo mexicano, la introducción de variedades mejoradas y el cambio de uso de suelo (Aguilar *et al.*, 2006).

Para la producción comercial de chile jalapeño se requiere que el productor administre y optimice sus recursos disponibles. Entre ellos, la mano de obra, el uso de fertilizantes y de insecticidas para el control de plagas del cultivo (Macías *et al.*, 2012).

La aplicación de abonos orgánicos tiene el potencial de ser una fuente de nutrimentos económica y eficiente en la nutrición de los cultivos. Los beneficios del uso de abonos orgánicos son muy amplios, ya que, además de aportar materia orgánica humificada y nutrimentos al suelo, se ha demostrado que pueden prevenir, controlar e influir en la severidad del ataque de patógenos del suelo (Pedroza *et al.*, 2008).

La fertilización de síntesis química fundamentada en la teoría del balance mineral, prueba que los nutrimentos son necesarios para obtener altos rendimientos y buena calidad del fruto, incorporado a un control químico de plagas y enfermedades. Mayor resistencia de plagas y uso de moléculas químicas de alto precio, resultando en elevados costos, baja rentabilidad de la producción y contaminación ambiental (Garza, 2001).

Los capsaicinoides se sintetizan y se acumulan en la placenta de los frutos; además de proporcionar el sabor picante, son utilizados por la industria farmacéutica, de armas, cosmética, en pinturas, entre otras, como ingrediente activo de diversos productos. (Garibay, 2003).

2.7 Clasificación taxonómica

El chile pertenece a la familia Solanácea, la cual incluye otras plantas de gran importancia económica para el hombre, como son: la papa, el tomate, el jitomate. Etc. (Pérez, 1998).

División: Magnoliophytas

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum*

Especie: *Capsicum annuum*

2.8 Descripción botánica

Según sus propiedades biológicas, el chile es una planta perenne, pero se cultiva como si fuese anual. (*Capsicum annuum* L). Es una planta de ciclo intermedio con floración a los 50 días después del trasplante. Su maduración para el consumo en verde es de 100 a 120 días. La producción es concentrada y se obtiene regularmente en dos cortes (Hernández *et al.*, 2003).

2.8.1 Fenología

El cultivo de chile tiene diversos estados de desarrollo en su ciclo de crecimiento. Crecimiento vegetativo, floración, cuajado, desarrollo de fruto y maduración. La información es solamente indicativa, ya que cada periodo dependerá de la variedad, condiciones medioambientales y manejo del cultivo (Flores, 2011).

2.8.2 Fase vegetativa

A partir de la producción de la sexta o la octava hoja, la tasa de crecimiento del sistema radicular se reduce gradualmente; en cambio la del follaje y los tallos se incrementa, las hojas alcanzan el máximo tamaño, el tallo principal se bifurca

(9-12 hojas), después que el brote ha terminado por una flor o vástago floral, a medida que la planta crece, ambas ramas se sub-ramifican después que el crecimiento del brote ha producido un número específico de órganos florales, vuelva a iniciarse una continuación vegetativa del proceso, este ciclo se repite a lo largo del periodo de crecimiento. La tolerancia se incrementa a medida que la planta crece y siempre que no haya factores limitantes la pérdida de follaje se compensa rápidamente (Méndez, 2012).

2.8.3 Características morfológicas

El chile jalapeño es un fruto alargado de aproximadamente 7.5 cm y su diámetro de 2.5, el color lo define el grado de maduración que tenga, comenzando en verde, después amarillo, y hasta llegar a rojo que es la maduración total y entonces se le conoce como chipotle. El peso de cada fruto fluctúa entre los 20 y 30 gramos y es de elevada turgencia, aspecto que los caracteriza. (Gómez, 2000).

2.8.4 Fase reproductiva

Dependiendo de la variedad, condiciones y manejo del cultivo, la floración y cuajado del fruto empieza alrededor de 20 – 40 días después del trasplante y continúan durante el resto del ciclo de crecimiento (Flores, 2011).

En la etapa de floración produce abundantes flores terminales en la mayoría de las ramas, aunque debido al tipo de ramificación de la planta, parece que fueran producidas en pares, en las axilas de las hojas superiores (Méndez, 2012). Las flores son hermafroditas, pero su habilidad de presentar polinización cruzada es mayor de lo esperado (Flores, 2011).

Cuando los primeros frutos empiezan a madurar, se inicia una nueva fase de crecimiento vegetativo y producción de flores. De esta manera, el cultivo tiene ciclo de producción de frutos que se traslapa con los siguientes ciclos de floración y crecimiento vegetativo. Este patrón de fructificación da origen a frutos con distintos grados de madurez en la planta, o que usualmente permite cosechas

semanales o bisemanales durante un periodo que oscila entre 6 y 17 semanas dependiendo del manejo que se dé al cultivo (Méndez, 2012).

2.9 Requerimientos nutricionales del cultivo de chile jalapeño

Las plantas necesitan para su crecimiento y desarrollo 17 elementos, según (Catalán, 2007), son conocidos como esenciales, aunque pueden estar constituidos por más de 90 elementos, estos elementos esenciales se dividen, según la cantidad utilizada por la planta en dos grupos: Macronutrientes, que se requieren en grandes cantidades y micronutrientes necesarios en cantidades más pequeñas. Son importantes para el crecimiento de la planta. Las cantidades de elementos nutritivos que el chile toma dependen de la cantidad del fruto y materia seca que produce, el cual a su vez está influenciado por un número de factores genéticos y variables ambientales. Para que se alcancen producciones de una tonelada de chile. Las plantas necesitan absorber en promedio de 3 a 4 kg de (N), 0.7 a 1 kg de (P) y de 4 a 6 kg de (K).

2.10 Requerimientos climáticos

2.10.1 Temperatura

El chile necesita para su desarrollo óptimo una temperatura ambiente durante el día de 18 a 26°C y durante la noche de 15 a 18°C. A temperaturas menores de 10°C el chile puede presentar aborto de flores y a menos de 15°C comienza a detener su crecimiento. Las temperaturas de 32 a 35°C provocan que el pistilo se desarrolle más largo que los estambres y antes que hayan abierto las anteras, fenómeno que origina la polinización cruzada. Las temperaturas extremadamente altas pueden provocar caída de flores y frutos. En las regiones chileras, predomina una temperatura media anual de 26°C; estas condiciones resultan óptimas para el cultivo del chile durante todo el año (García *et al.*, 2009).

2.10.2 Humedad relativa

Con humedad alta y vegetación exuberante el cultivo se expone a que la floración y la fecundación de flores se vea dificultada; también a fuertes ataques de

Botrytis, la humedad relativa óptima para el chile va desde un 50 a 70 % teniendo con estos valores un buen desarrollo en la planta y en la etapa reproductiva del cultivo (Azofeifa y Moreira 2004).

2.10.3 Suelo

El cultivo de chile se adapta a diferentes tipos de suelos, pero los prefieren profundos, de 30 a 60 cm, de ser posibles francos, arenosos, franco-limosos o franco-arcillosos, con alto contenido de materia orgánica. El chile se adapta y se desarrolla en suelos con pH desde 6.5 hasta 7. En suelos salinos, la planta se desarrolla poco y los frutos son más pequeños que su tamaño normal (Ibar, 2005.)

2.10.4 Fotoperiodo

Esta planta es de días ortos, es decir, la floración se realiza mejor y es más abundante en los días cortos, siempre que la temperatura y los demás factores climáticos sean óptimos. No obstante, debido a la gran diversidad de cultivares existentes en la actualidad, las exigencias fotoperiódicas varían de 12 a 15 horas por día. En el estado de plántula, es un cultivo relativamente tolerante a la sombra. En el semillero, la utilización de hasta un 55% de sombra aumenta el tamaño de las plantas, lo que favorece la producción en el campo de mayor número de frutos de tamaño grande. La sombra tenue en el campo puede ser benéfica para el cultivo para el cultivo, por reducir el estrés de agua y disminuir el efecto de la quema de frutos por el sol; sin embargo (Ramos y Terry 2014).

2.10.5 Factores que afectan la fenología y morfología del cultivo

El cultivo requiere precipitaciones pluviales de 600 a 1200 mm bien distribuidos durante el ciclo vegetativo. Lluvias intensas, durante la floración, ocasionan la caída de flor por el golpe de agua y mal desarrollo del fruto, y durante el periodo de maduración ocasionan daños físicos que inducen a la pudrición de estos. Una sobredosis de agua puede inducir al desarrollo de enfermedades fungosas en los tejidos de la planta. El encharcamiento por periodos cortos,

ocasionan la caída de las hojas por la falta de oxígeno en el suelo y favorece el desarrollo de enfermedades fungosas (López, 2010).

2.11 Solución nutritiva

Una solución nutritiva, es un conjunto de sales minerales disueltas en el agua, esta mezcla debe estar balanceada y equilibrada a partir de un análisis de la especie vegetal a cultivar, su etapa fenológica, del agua y de las condiciones ambientales que se tengan (Jiménez, 2015).

La solución nutritiva consiste en agua con oxígeno y los nutrimentos esenciales en forma iónica. Varias soluciones nutritivas han sido propuestas y hechas para hacer crecer las plantas en hidroponía, y su composición química varía ampliamente con los elementos que necesita la planta es necesario que la solución nutritiva tenga un balance adecuado, para que las plantas absorban los nutrimentos; en caso contrario, se producirá un desequilibrio entre los nutrimentos, lo que dará lugar a un exceso o deficiencias de los cultivos y afectará su producción. (Juárez *et al.*, 2006)

2.11.1 Alcalinidad o acidez de la solución nutritiva Steiner

El nivel de pH influye directamente sobre la absorción de los nutrientes por parte de la planta. Entre los valores de pH 5.5-7.0, se encuentra la mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas. Fuera de este rango las formas en que se pueden encontrar los nutrientes resultan inaccesibles para ser absorbidos por la planta, por lo que es fundamental mantener el rango de pH. En caso de encontrarnos con valores de pH superiores a 7.0 es posible corregir la solución nutritiva mediante la acidificación, usando ácidos nítrico, fosfórico y/o sus mezclas (Gilsanz, 2007).

2.11.2 Conductividad eléctrica de la solución nutritiva

La conductividad eléctrica es un indicador indirecto de la concentración salina del agua y de la solución nutritiva; nos puede dar un indicio si el agua a utilizar es la

adecuada y sobre la vida útil de la solución nutritiva en el sistema. Al comienzo el agua de nuestra fuente deberá contar con el nivel más bajo posible de conductividad eléctrica; son adecuados valores de 0.7-1.2 ms/cm (Favela *et al.*, 2006)

2.12 Vermicomposta

La vermicomposta, es una técnica de fertilización orgánica que consiste en aprovechar la actividad metabólica de lombrices de tierra para producir humus con alto contenido de nutrientes. Para aplicarla, se requieren residuos orgánicos, (abonos orgánicos, cachaza, residuos de cosecha). El material orgánico pasa a través del tracto digestivo de la lombriz, donde es transformado en un material rico en microorganismos, macronutrientes y micronutrientes. De esta forma se obtiene un fertilizante orgánico estable química y biológicamente (López *et al.*, 2001).

La aplicación de abonos orgánicos tiene el potencial de ser una fuente de nutrimentos económica y eficiente en la nutrición de los cultivos. Los beneficios del uso de abonos orgánicos son muy amplios, ya que, además de aportar materia orgánica humificada y nutrimentos al suelo, se ha demostrado que pueden prevenir, controlar e influir en la severidad del ataque de patógenos del suelo (Pedroza *et al.*, 2003).

La adición de compost (C) y vermicomposta (VC) a los suelos y sustratos incrementa el crecimiento y la productividad de diversos cultivos hortícolas. El C y VC constituyen una fuente de elementos minerales de lenta liberación y fácilmente disponibles para las plantas, a medida que las especies vegetales los van demandando. Al mezclar estos materiales con medios inertes como la arena se mejoran sus características físicas y químicas evitando la hipoxia. Además, ambos productos pueden satisfacer los requerimientos nutrimentales de cultivos hortícolas en invernadero durante los primeros dos meses posteriores al trasplante (Márquez *et al.*, 2006).

El beneficio del uso de vermicomposta no solo se limita a la mejora de suelo ya que este material tiene un efecto benéfico en el desarrollo de la raíz, aumenta el área foliar, promueve la germinación de semilla, estimulación de la floración con el aumento del número y biomasa de flores producidas, aumento de rendimiento y calidad nutricional de algunos cultivos hortícolas, no obstante existen indicios de que estos efectos no son generales o constantes debido posiblemente al sistema de cultivo o de las propiedades del material utilizado (Lazcano y Domínguez, 2011).

El proceso de compostaje se desarrolla inicialmente cuando las cepas de microorganismos descomponen los residuos orgánicos generando diferenciales de temperatura. De forma simultánea, el pH del medio disminuye por la producción de ácidos orgánicos. Una vez se alcanza una temperatura cercana a 40°C, se inicia el proceso de degradación, haciendo que la temperatura alcance 65°C, en estas condiciones se inactiva el metabolismo de ciertos hongos. Estos consumen rápidamente compuestos de fácil degradación como azúcares, proteínas, almidón y grasas. Además, el pH tiende a ser alcalino por efecto de la liberación de ion amonio (Rodríguez *et al.*, 2007)

2.13 Producción de siembra a nivel Nacional

Las siembras de este cultivo se dividen en dos regiones: la que cubre los estados del Golfo de México y Sureste del país y la región Centro-Norte. Primero se ubican los estados de Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Tabasco, Campeche y Quintana Roo, se caracteriza porque en ocasiones los chiles jalapeños se producen en agricultura de temporal, se usan materiales criollos o variedades de polinización abierta, y baja aplicación de insumos, con lo que se tienen bajos rendimientos y pobre calidad comercial, en tanto que en la Región Centro y Norte donde se incluyen Michoacán, Jalisco, Colima, Nayarit, Sinaloa, Sonora, Baja California, Chihuahua, San Luis Potosí, Nuevo León, Tamaulipas y Coahuila, se caracteriza por el uso de alta tecnología fertirrigación, invernaderos, variedad híbrida (Espinoza *et al.*, 2007).

Adicionalmente, el cultivo con manejo orgánico fue dos y media veces más económico que con el manejo convencional, debido a una nula inversión en agroquímicos y fertilizantes de síntesis química. El alto costo de producción del cultivo de chile jalapeño bajo sistema convencional, puede recuperarse, sólo si el precio de mercado es igual o mayor a 10 pesos por kg. Sin embargo, aunque el precio de la fruta sea adecuado, los efectos negativos generados en el suelo, en la fauna y en la salud del productor, son cada vez más difíciles de recuperar (Macías *et al.*, 2012).

Mientras que el manejo orgánico, ofrece la posibilidad de competir en la comercialización del producto y, adicionalmente, incrementa la fertilidad del suelo. En la agricultura orgánica se observa durante la transición una reducción de la producción (desde 26% a 43%) comparada con la producción convencional (Soto, 2003).

2.14 Antecedentes

Uno de los problemas más trascendentes que enfrenta no sólo este cultivo, sino la agricultura en general, es la capacidad de los suelos para sostener los cultivos en su máximo desarrollo debido a la pérdida sostenida de su fertilidad (Ruíz, 1996; Nieto *et al.*, 2002). Una de las recomendaciones que se hace con mayor énfasis para conservar la fertilidad del suelo, es la aplicación de abonos orgánicos a fin de garantizar la presencia de microorganismos que ayuden en la fijación de nutrimentos y posibiliten su absorción por las plantas. Actualmente se han hecho un gran número de trabajos encaminados a determinar una dosis de composta óptima para la producción de hortalizas. El objetivo general que se persigue en la mayoría de los trabajos, que se han desarrollado a lo largo de las últimas décadas, es obtener una dosis óptima.

Muñoz, *et al.*, en 2012 mencionan que las plantas de chile respecto de la variable altura de planta mostraron diferencias significativas en los tratamientos con 10 y 25 t·ha⁻¹ de composta, y el testigo presentó una altura de planta igual; mientras

que la dosis más alta (50 t·ha⁻¹) de abono orgánico mostró un menor crecimiento en altura hasta de 2.0 a 7.5 cm. Las diferencias en altura de planta con el abono orgánico mostraron que es posible producir un cultivo sin necesidad de usar fertilizantes químicos. El tratamiento con mayor producción de frutos correspondió a una aplicación de 25 t·ha⁻¹ de composta. Otra investigación realizado por Ramírez (2012). Menciona una altura de planta 28.14 el evaluar fertilización orgánica de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Goykovic y Saavedra (2007) señalan que el crecimiento y altura de la planta disminuye con el incremento de la salinidad.

Fortis, *et al.*, 2013 mencionan que los sustratos orgánicos de estiércol tratado, se suman a las diversas alternativas para sustituir el empleo de fertilizante inorgánico.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica

La Comarca Lagunera, está integrada por los municipios de Torreón, Matamoros, Francisco I. Madero, San Pedro y Viesca en el estado de Coahuila; y los municipios de Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo, Mapimí y Nazas, en el estado de Durango. Esta región se encuentra ubicada entre los paralelos 25° 05' y 26° 54' latitud norte y los meridianos 101° 40' y 104° 45' longitud oeste.

3.2 Aspectos climatológicos

La Comarca Lagunera es una zona que se caracteriza por sus limitados recursos hídricos y por su clima seco muy caluroso en verano alcanzando hasta 44.8° grados Centígrados y frío en invierno, con temperaturas que oscilan entre los 8° y 0°, llegando incluso a los -7° grados Centígrados. Es una entidad con terrenos fundamentalmente áridos-semiáridos.

Tiene un promedio de precipitaciones pluviales de 235 mm de lluvias anuales, una altitud de 1 139 msnm y una temperatura media anual de 18.6 °C (Schmidt, 1989). La humedad relativa varía según las estaciones del año, esta humedad es promedio de las observaciones efectuadas durante el día, y son las siguientes: Primavera 31.3%. Verano 46.2%. Otoño 52.9%. Invierno 44.3%.

3.3 Localización del experimento

El estudio se realizó en el año 2018, en el invernadero número tres del departamento de horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna ubicado en Torreón Coahuila, México.

El proyecto se estableció en un invernadero semicircular cubierto con plástico transparente y malla sombra al 60% con estructura metálica, que cuenta con un sistema de enfriamiento automatizado compuesto por una pared húmeda, cuatro ventiladores en el techo y dos extractores en la parte frontal, con

dimensiones de 9 m de ancho, 23 m de largo y 4.5 m de alto; cuenta en el interior con piso de grava.

3.4 Procedimiento Experimental

Los tratamientos a estudiar se formaron con diferentes porcentajes de sustratos y fertilización orgánica (Arena, Perlita, Vermicomposta). Las cuales se distribuyeron en un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos de 10 repeticiones considerando una maceta como unidad experimental. El material vegetativo que se utilizó fue el híbrido de chile jalapeño variedad "Tornado" con un periodo de 90 a 140 días. Se caracteriza por ser una planta de porte vigoroso, con frutos de color verde oscuro, pared firme y gruesa.

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos evaluados con un diseño completamente al azar dentro del invernadero.

T1R10	T1 R9	T1 R8	T1 R7	T1 R6	T1 R5	T1 R4	T1 R3	T1 R2	T1 R1
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4	T2 R8	T2 R9	T2R10	T2 R7	T2 R6	T2 R5
T3R10	T3 R9	T3 R8	T3 R7	T3 R6	T3 R5	T3 R4	T3 R3	T3 R2	T3 R1
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4	T4 R8	T4 R9	T4R10	T4 R7	T4 R6	T4 R5

3.5 Tratamientos Evaluados

Se trasplantaron plántulas de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) variedad Tornado, de dos a cuatro hojas verdaderas en bolsas negras tipo vivero de 18 kilos el 07 de Febrero de 2018. El sustrato utilizado para este trabajo fue arena mezclado con perlita al 10 % y vermicomposta en diferentes porcentajes.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos evaluados en base a porcentajes de vermicomposta en la productividad de chile jalapeño.

Tratamientos	Arena (%)	Perlita (%)	Vermicomposta (%)
1	90	10	0
2	70	10	20
3	60	10	30
4	50	10	40

3.6 Preparación de la solución nutritiva Steiner.

Cuadro 3. Descripción de los fertilizantes utilizados para elaborar la solución nutritiva Steiner.

Nombre	Formula	Cantidad
Nitrato de Calcio	Ca (NO ₃) ₂	46.36 g.
Nitrato de Potasio	KNO ₃	144.57 g.
Nitrato de Magnesio	Mg(NO ₃) ₂	54.49 g.
Sulfato de Magnesio	MgSO ₄	42.944 g.
Ácido fosfórico	H ₃ PO ₄	13.4 ml

3.7 Labores culturales

Las labores culturales consistieron en efectuar deshierbes manuales en la zona de las plantas, a sus alrededores o deshierbes mecánicos.

3.7.1 Control de malas hierbas

Para mantener las macetas libres de maleza se realizó un control cultural, con el propósito de contribuir a la prevención de los ataques de insectos que posiblemente existían antes de ser trasladadas al invernadero, esto para poder tener un mejor monitoreo de plantas. Este proceso se estuvo realizando cada 15 días durante todo el desarrollo de la planta. Utilizando como herramienta azadón y rastrillo.

3.7.2 Riegos

La aplicación de los riegos, se realizó cada tercer día durante el desarrollo de la planta, pero aumentó el número de litros de agua aplicados debido al crecimiento de la planta.

Cuadro 4. Distribución de riegos por días durante la evaluación de porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño en invernadero.

Mes	Días	Riegos	Litros de agua y solución	Hora
Febrero	07 a 28	1 por día	0.5 L.	08:00 am.
Marzo	03 a 30	2 por día	0.5 L. a 1 L.	09:00 am. 05:30 pm
Abril	03 a 30	2 por día	1 L. a 1.5 L.	09:00 am. 05:30 pm.
Mayo	03 a 30	2 por día	1.5 L. a 2 L.	09:00 am. 05:30 pm.
Junio	03 a 30	2 por día	1.5 L. a 2 L.	09:00 am. 05:30 pm.
Julio	03 a 30	2 por día	1.5 L.	09:00 am. 05:30 pm.

3.7.3 Aplicación de Insecticidas

Se presentaron algunas plagas y enfermedades durante el desarrollo del cultivo, y se aplicó un producto químico que se utilizó para el control, con una dosis mínima para aplicar en las plantas.

Cuadro 5. Descripción de los productos químicos aplicados durante la evaluación de porcentajes de vermicomposta en la productividad de chile jalapeño.

Plagas	Aplicación	Producto	Dosis	Fecha
Mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	4	Imidacloprid, Deltametrina	1 ml/L	08/04/18
Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)				11/04/18
Pulga saltona (<i>Epitrix cucumeris</i>)				20/04/18
				28/04/18

3.8 Variables evaluadas

3.8.1 Altura de planta

La altura se midió con la ayuda de una regla en un principio, después se utilizó un flexómetro, se medía desde el tallo principal hasta el ápice; se estuvieron tomando los datos cada semana después del trasplante, los datos se reportaron en centímetros.

3.8.2 Peso total de fruto

Esta variable se realizó pesando fruto por fruto con la ayuda de una báscula, los datos se reportaron en gramos.

3.8.3 Rendimiento

Esta variable se obtuvo multiplicando el peso de frutos totales por número de plantas por hectáreas.

3.8.4 Longitud de fruto

Para la toma de datos de esta variable se tuvo que medir desde la base del fruto hasta la parte del ápice con la ayuda de un vernier, la longitud se estuvo reportando en centímetros.

3.8.5 Diámetro de fruto

Esta variable se logró con la ayuda de un vernier en la parte media del fruto, los datos se reportaron en gramos.

3.8.6 Grosor de pulpa

Para poder lograr saber el grosor de la pulpa, se tuvo que realizar un corte transversal por la parte central de cada fruto para poder medir el grosor se estuvo utilizando un vernier para poder obtener el dato. Las medidas se estuvieron expresando en milímetros.

3.8.7 Peso fresco

Esta variable se obtuvo pesando las partes de la planta en fresco con la ayuda de una báscula de precisión una vez que se había separado el tallo, las hojas y la raíz, los datos se registraron en gramos.

3.8.8 Peso seco

Para esta variable las partes de las plantas se pasaron a un espacio donde se mantuvieron por ocho días para secarlas para posteriormente pesarlas en una báscula de precisión y se registrar el peso en gramos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Altura de planta

En cuanto a la altura de planta se encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos a los 15, 44, 51, 72 y 86 días después del trasplante (ddt), así como también se encontró diferencia significativa a los 23, 37, 58, 64 (ddt), mientras que a los 30 (ddt) no se encontró diferencia significativa. El tratamiento que fue superior estadísticamente fue el testigo Steiner con una altura final de 94.8 cm, mientras que los tratamientos de vermicomposta (Vermi) fueron estadísticamente iguales entre sí y menores al testigo como se puede observar en el cuadro 6 y figura 1.

Cuadro 6. Altura de planta (cm) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en invernadero.

Tratamientos	15 ddt*	23 ddt	30 ddt	37 ddt	44 ddt	51 ddt	58 ddt	64 ddt	72 ddt	86 ddt
T1 Steiner	16.00 **b	21.80 ab	26.00 a	40.20 a	49.80 a	63.80 a	73.40 a	76.20 a	85.00 a	94.80 a
T2 Vermi 20%	17.80 b	23.20 ab	28.00 a	35.80 ab	46.20 a	53.60 ab	66.20 ab	68.80 ab	72.20 ab	77.80 ab
T3 Vermi 30%	20.00 a	24.00 a	26.80 a	36.60 ab	44.40 ab	53.00 ab	63.40 ab	67.40 ab	71.60 ab	74.60 b
T4 Vermi 40%	16.60 b	19.60 b	22.80 a	27.60 b	32.60 b	41.80 b	50.00 b	53.40 b	56.20 b	59.60 b

* Días después del trasplante.

**Letras diferentes entre tratamientos indican diferencia estadística significativa.

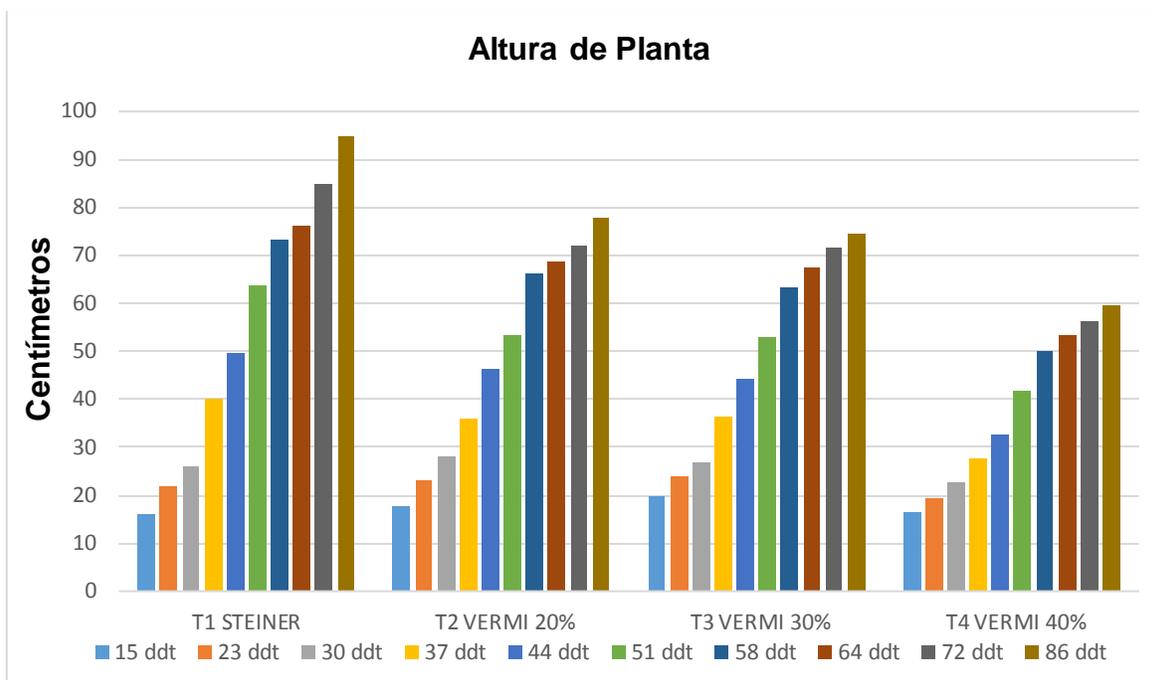


Fig. 1. Altura de planta (cm) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en invernadero.

Hernández (2016) quien evaluó porcentajes de vermicomposta en tomate tipo saladette bajo condiciones invernadero, reporta en su experimento, que con el T1 (40% Vermicomposta) obtuvo 129.2 cm en la variable altura de planta. Este resultado es diferente al obtenido en el presente trabajo, ya que con el tratamiento de vermicomposta al 20% se logró una altura máxima de solo 77.8 cm.

Ruíz (2019) al evaluar la producción y calidad de chile jalapeño con sustratos y fertilización con algas marinas en invernadero menciona que los tratamientos con vermicomposta al (50%+ algas marinas) obtuvieron los valores más altos con 45 cm. Este resultado es diferente al obtenido en este trabajo, ya que con el tratamiento de vermicomposta al 20% se logró una altura máxima de solo 77.8 cm.

Por lo tanto puede ser posible que un factor importante que influye en los resultados es la sal liberada por los sustratos que incrementa la salinidad del medio radical y disminuye la absorción de agua y nutrientes afectando el metabolismo de la planta, Guauque (2017).

4.2 Variables de calidad de fruto

En el cuadro 7 se presentan los resultados para las variables de calidad de fruto, peso por fruto, longitud, diámetro y grosor de pulpa como se puede observar en las siguientes figuras.

Cuadro 7. Variables de calidad de fruto obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en invernadero.

Tratamiento	Peso total de fruto(g)	Longitud (cm)	Grosor (mm)	Diámetro (cm)
T1 Steiner	393.8 a*	7.54 a	4.20 a	2.72 a
T2 Vermi 20%	230.40 b	7.61 a	4.10 a	2.66 ab
T3 Vermi 30%	213.40 b	7.50 a	4.0 a	2.59 ab
T4 Vermi 40%	136.60 b	6.98 a	3.60 a	2.39 b

*Letras diferentes entre tratamientos indican diferencia estadística significativa.

4.2.2 Peso total de fruto

En cuanto al peso de fruto total se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos. El tratamiento superior estadísticamente fue el testigo Steiner con 393.8 g. Mientras que los tratamientos T2 Vermicomposta (20%), 230.4 g y vermicomposta (30%), 213.4 g. fueron estadísticamente iguales entre sí, y el tratamiento que obtuvo menor peso fue vermicomposta (40%) 136.6 g. Como puede observarse en la figura 2.

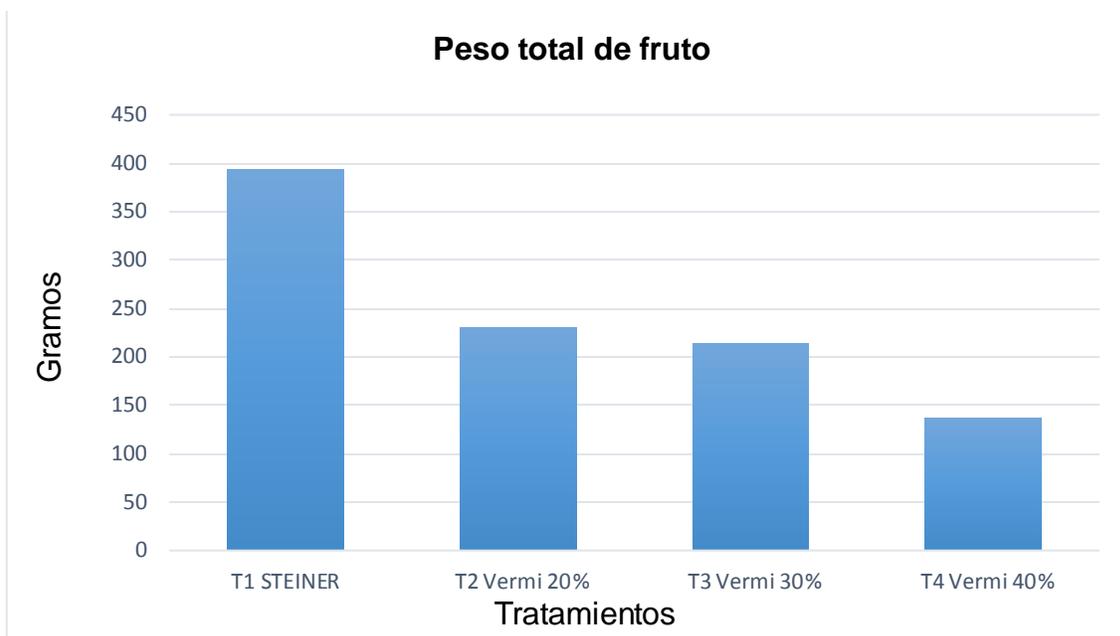


Fig. 2. Peso total de fruto (g) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en invernadero.

Jiménez (2018) al evaluar la productividad de una variedad de chile puya con vermicomposta en el sustrato en invernadero, señala que el tratamiento T1, (Testigo) fue el de mayor peso total igual a 314.40 g, este resultado es diferente al obtenido en el presente trabajo ya que se obtuvo un peso total de fruto de 393.8 g, con el testigo Steiner.

Los resultados reportados por Jiménez (2018) son menores a los obtenidos en este trabajo, esta diferencia pudo ser debido a que se evaluaron híbridos o variedades distintos, Pérez (2008).

4.2.3 Rendimiento

En cuanto a la variable de rendimiento, se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos. El tratamiento superior estadísticamente fue el testigo Steiner con un rendimiento de 27.566 ton/ha⁻¹. Mientras que los tratamientos Vermicomposta (20%), 16.128 ton/ha⁻¹. y Vermicomposta (30%), 14.938 ton/ha⁻¹. fueron estadísticamente iguales entre sí, y el tratamiento que

obtuvo menor rendimiento fue vermicomposta (40%) con 9.562 ton/ha⁻¹. Respectivamente como puede observarse en el cuadro 8 y figura 3.

Cuadro 8. Rendimiento (ton/ha⁻¹) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en invernadero.

Tratamientos	ton/ha ⁻¹
T1 Steiner	27.566 a
T2 Vermi 20%	16.128 b
T3 Vermi 30%	14.938 b
T4 Vermi 40 %	9.562 b

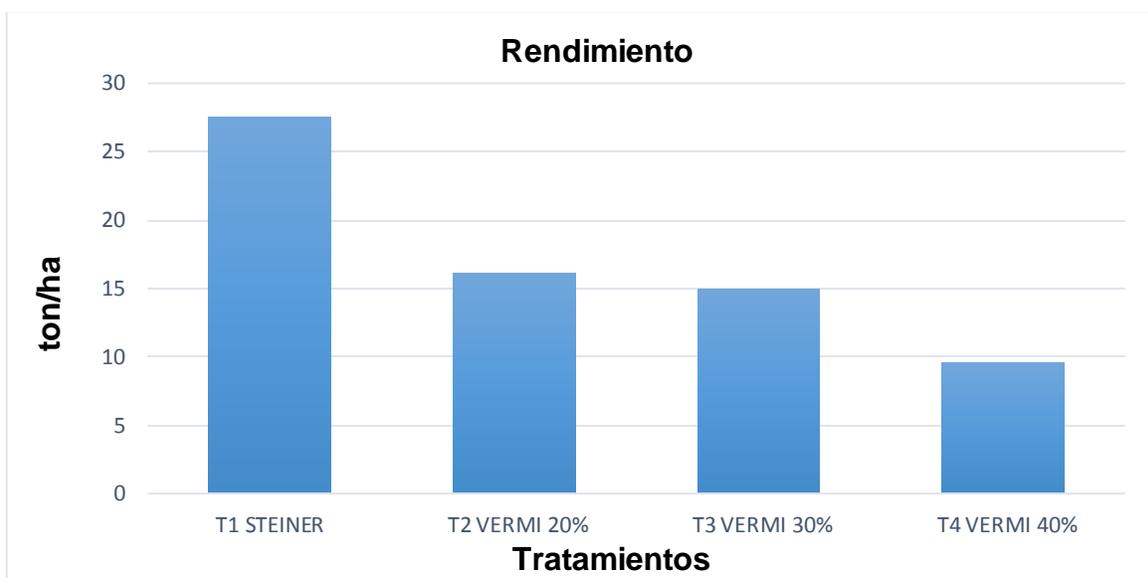


Fig. 3. Rendimiento (ton/ha-1) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en invernadero.

Ruíz (2018) al evaluar la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con sustratos y fertilización con algas marinas, obtuvo un rendimiento promedio de 3.33 ton/ha⁻¹. Mientras que en este trabajo el rendimiento promedio general del fue de 17.04 ton/ha⁻¹.

Puede ser posible que el mayor rendimiento reportado por Ruíz (2018) fue debido a que utilizó algas marinas en cada tratamiento ya que son consideradas como activadores biológicos y bioestimulantes orgánicos y en este trabajo sólo se utilizó vermicomposta, Sánchez (2017).

4.2.4 Longitud de fruto

En cuanto a la longitud de fruto se puede observar que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, pero el tratamiento con el mayor valor numérico fue vermicomposta (20%) con una longitud de 7.61 cm. Como puede observarse en la Figura 4.

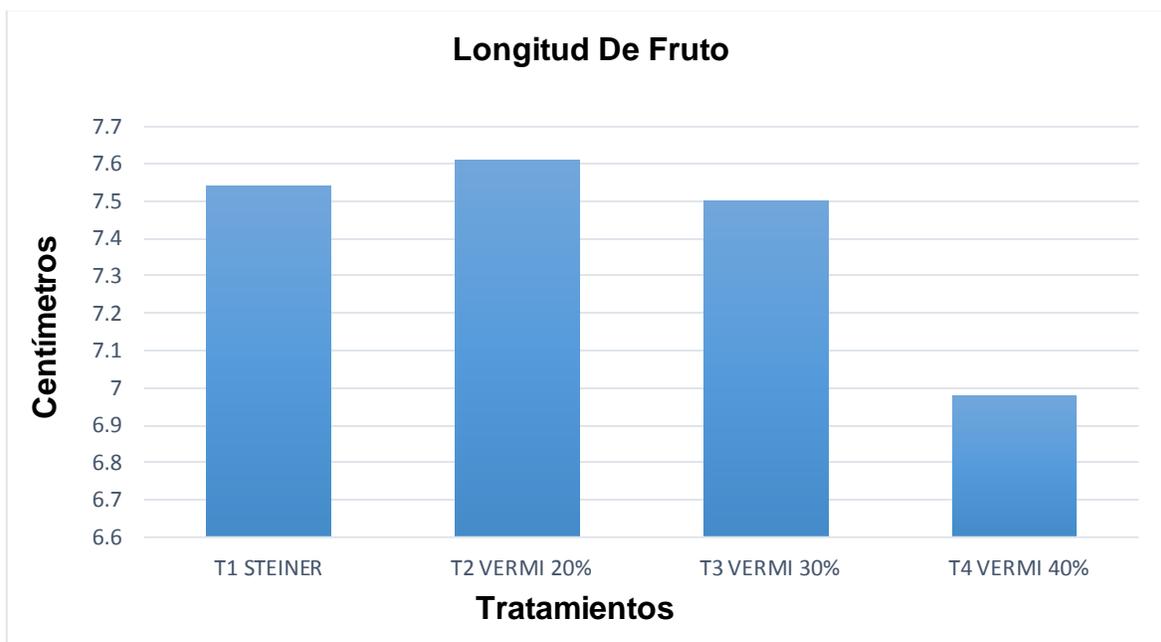


Fig. 4. Longitud de fruto (cm) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en invernadero.

Ruíz (2019) al evaluar la producción y calidad de chile jalapeño con sustratos y fertilización con algas marinas en invernadero menciona que los tratamientos con vermicomposta (30%+ algas marinas) obtuvieron los valores más altos con 62.94 mm. Datos diferentes a los obtenidos en el presente trabajo donde se obtuvo una longitud de fruto de 7.61 cm, con el tratamiento de vermicomposta (20%).

Posiblemente en los resultados obtenidos influyó los porcentajes de vermicomposta, esto se debe a que la planta requiere un buen potencial de volumen, es decir que no debe ser muy denso porque puede compactarse y disminuir el flujo de aire en las raíces, Guauque (2017).

4.2.5 Grosor de pulpa

En cuanto al grosor de pulpa se puede observar que no se presentó diferencia significativa entre los tratamientos. Sin embargo el tratamiento con el mayor valor numérico fue el testigo Steiner con un grosor de 4.20 mm, seguido del tratamiento vermicomposta (20%). Mientras que el tratamiento vermicomposta (40%) presentó el menor valor numérico con 3.60 mm. Como se observa en la figura 5.

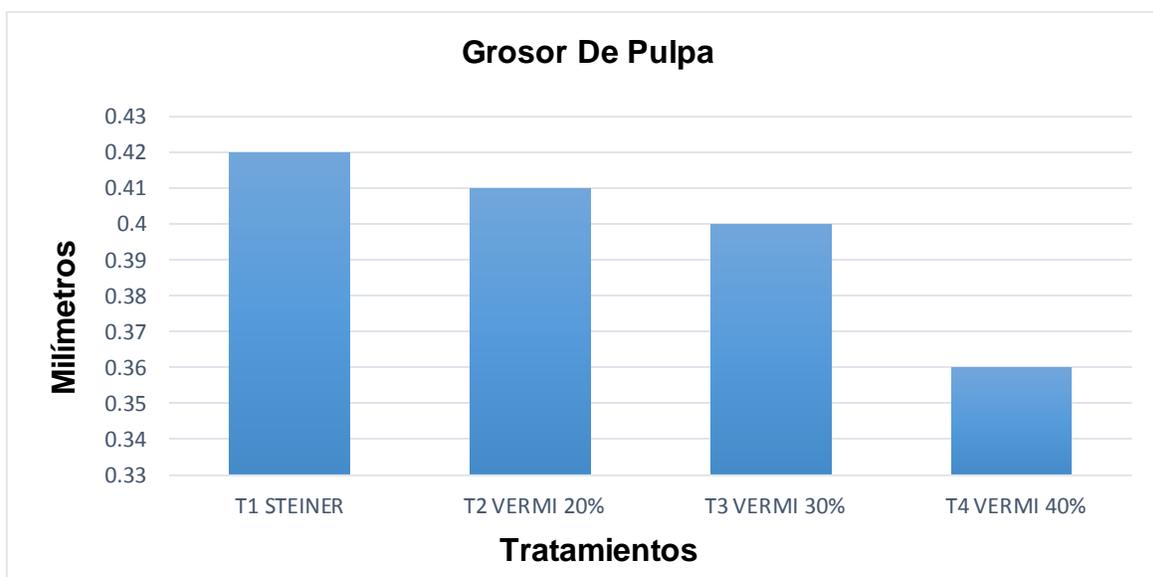


Fig. 5. Grosor de pulpa (mm) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en invernadero.

Jiménez (2018) en la evaluación de chile puya con vermicomposta en sustratos bajo invernadero, reporta que el tratamiento 40% vermicomposta, obtuvo los valores más altos en el grosor de la pulpa con 3.04 mm, resultados diferentes a los obtenidos en el presente trabajo donde se obtuvieron valores de 4.20 mm con el

testigo Steiner, seguido de este el tratamiento de vermicomposta (20%) con 4.10 mm.

Probablemente influyó en los resultados la variedad, temperaturas o posiblemente el porcentaje de vermicomposta utilizada, ya que algunos materiales afectan la porosidad del sustrato, por el rango de tamaño de partícula, la forma, la textura, y la rigidez de su estructura, el conjunto de estos factores puede eventualmente determinar el grosor del producto, Guauque (2017).

4.2.6 Diametro de fruto

En cuanto al diametro promedio de fruto se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. El tratamiento superior estadísticamente fue el testigo Steiner con un diametro de 2.72 cm, mientras que los tratamientos Vermicomposta (20%), 2.66 cm. y vermicomposta (30%), 2.59 cm, fueron estadísticamente similares. El tratamiento con el menor diametro de fruto lo presentó Vermicomposta (40%) con 2.39 cm. Como se observa en la figura 6.

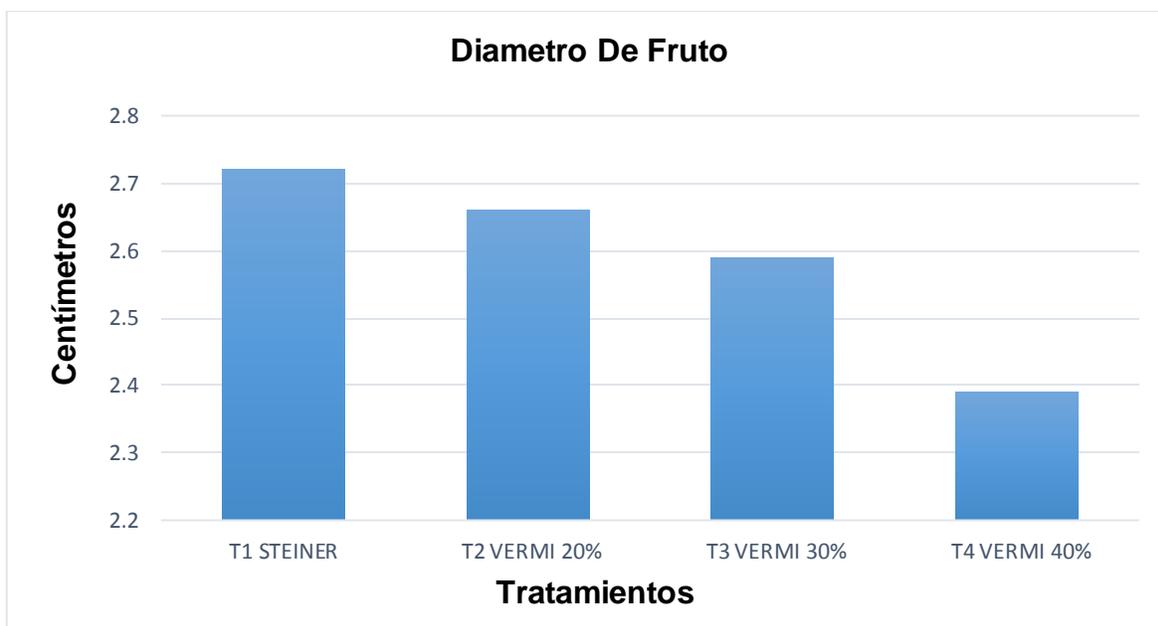


Fig. 6. Diámetro de fruto (cm) obtenido al evaluar los porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en invernadero.

Molina (2018) en la producción de chile jalapeño cultivado con abonos orgánicos, señala que los resultados más bajos en la variable Diámetro de fruto, los obtuvo con la fertilización orgánica a base de vermicomposta (40%) con rangos de 1.4 y 1.9 cm, resultado que difiere de los valores obtenidos en este trabajo ya que los mayor diámetros de fruto fueron de 2.72 cm y se obtuvieron con el testigo Steiner, seguido del T₂ vermicomposta (20%) con un diámetro de 2.66 cm.

Tomando en cuenta los registros obtenidos del trabajo de Molina (2018) y los de este trabajo se observa que a mayor porcentaje de vermicomposta se obtuvo un menor diámetro.

4.3 Peso fresco (raíz, hoja y tallo)

En cuanto al peso fresco total se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos. El tratamiento superior estadísticamente es el Testigo Steiner con un peso de 275.4 g. Mientras que los tratamientos vermicomposta al 20, 30 y 40% fueron estadísticamente iguales entre sí pero menores al Testigo Steiner. Como se observa en el cuadro 9 y figura 7.

Cuadro 9. Peso fresco (raíz, hoja y tallo) (g) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en invernadero.

Tratamiento	Raíz (g)	Hoja (g)	Tallo (g)	Total (g)
T1 Steiner	72.2 a	87 a	116.2 a	275.4
T2 Vermi 20%	54.2 a	63.6 a	72.6 b	190.4
T3 Vermi 30%	48.6 a	67.2 a	68.2 b	184
T4 Vermi 40%	53.4 a	68.2 a	64.6 b	186.2

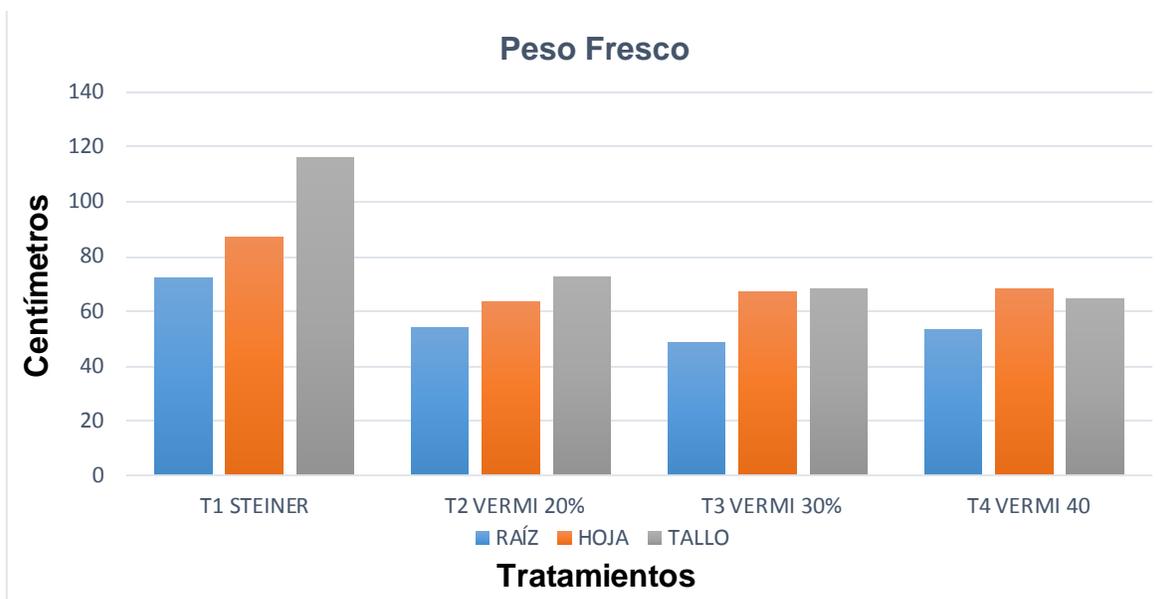


Fig. 7. Peso fresco (raíz, hoja y tallo) (g) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en invernadero.

González (2018) al evaluar la producción de tomate tipo saladette con fertilización biológica, reporta que el tratamiento Steiner obtuvo valores altos en peso fresco en hojas con 77 g; tallo 39 g y raíz 24 g y a diferencia de los resultados obtenidos en el presente trabajo donde el testigo Steiner obtuvo mayores valores para tallo con 116.2 g, hoja 87 g y raíz 72.2 g, mientras que los tratamientos orgánicos presentaron valores estadísticamente iguales entre si y menores al Testigo Steiner.

La diferencia en los resultados para la variable peso fresco, pudo ser debido a que son cultivos diferentes, teniendo en cuenta que presentan requerimientos distintos y a que se adiciono algas marinas a sus tratamientos. Sánchez (2017).

4.4 Peso seco (raíz, hoja y tallo)

En cuanto al peso seco total se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. El tratamiento superior estadísticamente es el testigo Steiner con un peso de 66.4 g. Mientras que los tratamientos orgánicos, vermicomposta al 20, 30

y 40 % fueron estadísticamente iguales entre sí pero diferentes al testigo Steiner. Como se observa en el cuadro 10 y figura 8.

Cuadro 10. Peso seco (raíz, hoja y tallo) (g) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en invernadero.

Tratamiento	Raíz (g)	Hoja (g)	Tallo (g)	Total (g)
T1 Steiner	13.4 a	20.4 a	32.6 a	66.4
T2 Vermi 20%	8.8 a	16.8 ab	22.8 a	48.4
T3 Vermi 30%	9.2 a	17 ab	22.2 a	48.4
T4 Vermi 40%	9.4 a	15.6 b	22.2 a	47.2

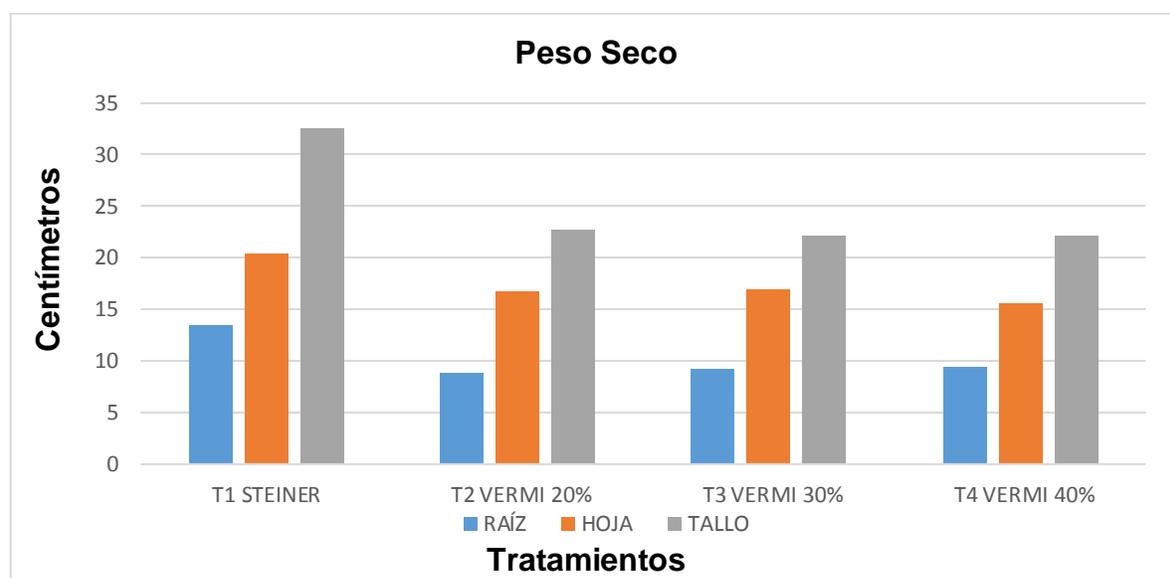


Fig. 8. Peso seco (raíz, hoja y tallo) (g) obtenido al evaluar porcentajes de vermicomposta en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en invernadero.

Díaz (2013). en cultivo de pepino, se evaluaron dosis de vermicomposta / arena a 25/75, 30/70, 35/65, 40/60 y 45/55 donde el mayor vigor de las plantas representado por materia seca fue en los sustrato de (25:75) seguido por la relación (30:70). Las plantas desarrolladas con mayor proporción de vermicomposta produjeron la menor cantidad de materia seca. Los resultados obtenidos en este experimento son similares a los reportados por Díaz (2013), donde a mayor concentración de vermicomposta produjeron menor cantidad de peso seco en los tres tratamientos orgánicos evaluados.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados del análisis estadístico, se concluye que las variables que presentaron diferencia significativa entre los tratamientos fueron, Altura de planta, peso total de fruto, Rendimiento, Diámetro de fruto, Peso fresco y Peso seco de planta, en las cuales el Testigo Steiner supera a los Tratamientos Orgánicos.

Para las variables Longitud de fruto y Grosor de pulpa no se presentó diferencia estadística significativa entre tratamientos sin embargo numéricamente sobresalió el T₂ (Vermi 20%).

Aunque el Testigo Steiner superó a los tratamientos orgánicos, los resultados del presente trabajo muestran que a menor porcentaje de vermicomposta se presentan mayores valores en las variables evaluadas.

VI. LITERATURA CITADA

Aguilar-Rincón, V. H., T. Corona Torres, P. López López, L. Latournerie Moreno, M. Ramírez Meraz, H. Villalón Mendoza y J. A. Aguilar Castillo. 2006. Los chiles de México y su distribución. SINAREFI, Colegio de Postgraduados, INIFAP, ITConkal, UANL, UAN. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 114 p.

Aguirre, M., 2010. Cultivo del chile Ciencia y Tecnol. Agrop. México Vol. 5 Núm. 1: 19-31 19 EL CHILE (*C. annum* L.), CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA CHILI CULTIVATION AND SEED PRODUCTION.

Álamo. 2017. El cultivo de chile en México y en el mundo. Fundación Produce Oaxaca, México.

Azofeifa, A. y Moreira, M. (2004). Absorción y distribución de nutrientes en plantas de chile jalapeño (*Capsicum annum* L. Cv. hot) en Alajuela, Costa Rica. Agron. Costarricense 32(1): 19-29

Catalán, V. E., 2007, fertilización y riego del cultivo de chile en la región lagunera, CENID-RASPA, Gómez Palacio Durango México, pp. 2-24.

Cervantes, M., Franco, A. (2002). Diagnóstico ambiental de La Comarca Lagunera. Abril 12, 2008, de Observatorio geográfico américa latina.

Espinoza, V.J.L., Palacios, E.A., Ávila, S.N., Guillén, T.A., De Luna P De la R., Ortega, P.R. y Murillo, A.B. 2007. La ganadería orgánica, una alternativa de desarrollo pecuario para algunas regiones de México. Interciencia. 32(6): 385-390

FAOSTAT. 2008. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Favela CH., E., P. Preciado R., y Benavides, A. 2006. Manual para la preparación de soluciones nutritivas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila.

Félix J., A.H., R.S. Torres R. S., Martínez, G. E. R., Ruiz, R. M., y Portugal, V. O. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 4(1), 57-68.

Flores. 2011. "Nutrición en chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) bajo condiciones de sombreadero en la región lagunera". Tesis de ingeniero agrónomo en horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. pp. 12.

Fortis H., M; Preciado R., P; García H., J., L; Navarro B., A; González, J., A; Omaña Silvestre, J., M; 2013. Sustratos orgánicos en la producción de chile pimienta morrón, Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 3, núm. 6, pp. 1203-1216.

García, E. 2009. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía-UNAM. 5 ed. México. p. 90.

Garibay S., V. 2003. La investigación en la agricultura orgánica y su importancia.

Garza E. 2001. El minador de la hoja (*liriomyza* spp) y su manejo en la planicie huasteca. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Folleto Técnico Núm. 5. San Luis Potosí, S.L.P., México.

Gilsanz, J., C., 2007. Hidroponia (No. CIDAB-SB321-G5h). Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Uruguay).

Gómez, M., 2000. Producción, comercialización y certificación de la agricultura orgánica en América Latina. CIESTAAM y AUNA, Chapingo, México. 291p.

Hernández, D. M. I. Chauloux, L. M. y Ojeda, V. A. 2003. Cultivo protegido de las Hortalizas, Ciencia Tecnológica. pp. 25.

Hernández, E. O. 2016. Fluctuación poblacional de insectos plaga en seis variedades de chile (*capsicum annumm* L.) Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. División de carreras Agronómicas. 58 pp.

Ibar, R. E. 2005. The Compost Tea Brewing Manual. 5th Edition. Soil Foodweb Inc, Corvallis, Oregon. USA. 79 p.

Jiménez., V.A. 2015. La importancia de la solución nutritiva en la hidroponía.

Juárez R., C. R.; Rodríguez M., M. N.; Sandoval V., M.; Muratalla L., A. 2006. Comparación de tres sistemas de producción de fresa en invernadero, TERRA Latinoamericana, Vol. 25, Núm. 1, pp. 17-23.

Lazcano, C., Dominguez, J. (2011). The use of vermicompost in sustainable agricultura: impact plant growth and soil fertility. Nova Science Publishers, Inc. 10: Pp. 1-23.

López M., J.D., A. Díaz E., E. Martínez R., y R.D. Valdez Cepeda., 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Terra latinoamericana, 19(4).

López U., H.O. 2010. Desarrollo y evaluación de un chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) en salmuera y su diseño de planta (Bachelor's thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana).

Macías D., R., R. L. Grijalva C., y F. Robles C., 2012. Respuesta de la aplicación de estiércol y fertilizantes sobre el rendimiento y calidad del chile jalapeño. *Biotechnia*, 14(3), 32-38.

Macías, P.R., Grijalva, C.R.L y Robles, C.F. 2012. Respuestas de la aplicación de estiércol y fertilizantes. *Biotechnia*. 14 (3): 32-38.

Marquez H., C.; Cano R., P. 2004. Produccion Organica de Tomate Bajo Invernadero. En: C. A. LEAL CH. Y J. A GARZA G. (eds). Memorias del Segundo Simposio Internacional de Produccion de Cultivos en Invernaderos. Facultad de Agronomia-UANL, Monterrey N.L. Mexico. pp. 1-11.

Márquez, H. C., Cano, R. P., Rodríguez, D. N. (2006). Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. *Agricultura Técnica en México*. Vol. 34(1). Pp.69-74

Mendez. 2012. “ Caracterización de híbridos de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de sombreadero en la región lagunera”. Tesis de Ingeniero agrónomo en horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. pp.7,15,16.

Mosquera, B. (2010, Septiembre). Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana. *FONAG*, 1, 4-25.

Muñoz., M.A.V., H.M.R (2012) uso de composta en la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero. Gómez Palacio Durango México Pp 9.

Naturland, I. (2011). Vermicompost Un abono de alta calidad para mejorar la fertilidad del suelo. Febrero 10, 2019, de Naturland Internacionales.

Nieto-Garibay, A., Murillo, B., Troyo, E., Larrinaga, J., García, H.J.L. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum* L.) en zonas áridas. *Interciencia* 27. Pp. 417-421.

Pedroza R. L.C. Gómez G. A. y Antunar L 2008; Análisis exploratorio del mercado y la comercialización de chile piquín (*C. annuum*, var. *variculare* Dierb.) en México. *TECSISTECATL*. 1(6):8

Pérez G., M. 1998. Mejoramiento genético de hortalizas, p 29-38.

Ramírez C., E. 2012. Fertilización orgánica de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 68 p.

Ramos A., D., y E. Terry A., 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos tropicales*, 35(4), 52-59.

Rodríguez D., N., P. Cano R., E. Favela CH., U. Figueroa V., V. Paul Á., A. Palomo A. y A. Moreno R., 2007. Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 13(2).

Salazar J., F., L. Juárez L. P., 2013. Requerimiento macronutricional en plantas de chile (*Capsicum annuum* L.), *Revista Bio Ciencias*, 2 (2) pp. 27-34.

SIAP. 2010. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

SIAP. 2017. Servicio de información agroalimentaria y pesquera.

Soto G. 2003. Agricultura Orgánica. Una Herramienta para el Desarrollo Rural Sostenible y la Reducción de la Pobreza. Memoria Taller.

Vázquez, C., García, J., Salazar, E., López, J., Valdez, R., Orona, I., Gallegos, M., & Preciado, P. (Enero-abril, 2011). APLICACIÓN DE ESTIERCOL SOLARIZADO AL SUELO Y LA PRODUCCIÓN DE CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum L.*) CHAPINGO SERIE HORTICULTURA, vol. 17, núm. 1, 69-74.