

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Evaluación de la producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus L.*) con diferentes porcentajes de vermicompost en invernadero.

POR:

JOSE ISRAEL HERNÁNDEZ GÓMEZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2016

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**Evaluación de la producción y calidad de pepino (*cucumis sativus* L.) con
diferentes porcentajes de vermicompost en invernadero.**

**POR:
JOSE ISRAEL HERNÁNDEZ GÓMEZ**

TESIS

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADA POR:

PRESIDENTE



M.C. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

VOCAL

M.E. VICTOR MARTINEZ CUETO

VOCAL



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

VOCAL



DR. ALFREDO OGAZ

**M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

Evaluación de la producción y calidad de pepino (*cucumis sativus* L.) con diferentes porcentajes de vermicompost en invernadero.

**POR:
JOSE ISRAEL HERNÁNDEZ GÓMEZ**

TESIS

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADA POR:

PRESIDENTE



M.C. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

VOCAL



M.E. VICTOR MARTINEZ CUETO

VOCAL



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

VOCAL



DR. ALFREDO OGAZ



**M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



DEDICATORIA

A Dios

Por darme salud y por haberme dado las armas necesarias para seguir adelante, la capacidad de poder estudiar y la sabiduría para entender las cosas más difíciles. Acabar una carrera profesional no es nada fácil, uno encuentra muchos tropiezos en el camino, me costó mucho esfuerzo y lágrimas, gracias mi dios por estar siempre conmigo, tú has hecho de mi lo que hoy soy un profesional y con mucho orgullo.

A mis padres

Sr. José Hernández Gómez te agradezco de todo corazón, la ayuda que siempre me brindaste, tus consejos, porque desde niño me has enseñado la humildad, la honradez y la perseverancia, ahora que culmino el camino profesional es también tu culminación de ver tus esfuerzos en mí. Gracias padre.

Sra. Isabela Gómez Gómez, con mucho amor y cariño, te agradezco que me hayas ayudado e impulsado a estudiar una carrera profesional, que siempre hayas estado conmigo en mis alegrías y tristezas, tú siempre has sido para mí una mujer que me ha enseñado a luchar en la vida. Ahora que termino mis estudios te lo agradezco ya que es la culminación de tus esfuerzos combinados con los míos

A mis hermanos

Francisco, María, Antonio, Miguel, Reyna, Luz Angelina y José Rigoberto, con los cuales hemos compartido victorias y derrotas, momentos de alegrías y tristeza, motores principales para cumplir una meta más.

A mis seres queridos

A mis abuelitos, padrinos, tíos, primos y amigos por su apoyo hacia mi persona, por todos los consejos que me brindaron en su momento.

A todos Gracias.

AGRADECIMIENTOS

Mi universidad

A mi “alma terra mater” por brindarme la oportunidad de ser parte de él, por proporcionarme las herramientas teóricas para poder ejercer mi profesión de manera satisfactoria, me dio la oportunidad de realizarme como profesionista y por haberme acobijado durante estos cuatro años y medio de mi carrera profesional.

A mis padres

Por ser una guía en mi vida, por ser lo más hermoso que tengo en mi vida, por sus esfuerzos que hicieron por mí durante mi estancia en la universidad. Agradezco por la confianza que me han tenido para que elija mi camino y por el inmenso apoyo que me han dado siempre. Terminar mi carrera profesional es un regalo que le brindo para ellos.

A mis asesores.

M.C. Francisca Sánchez Bernal, Ing. Juan Manuel Nava Santos, M.E. Víctor Martínez Cueto, Dr. Alfredo Ogaz. Agradezco por sus concejos, sugerencias durante la realización de este trabajo, por compartir sus conocimientos, en este trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| DEDICATORIA..... | i |
| AGRADECIMIENTOS | iii |
| ÍNDICE GENERAL..... | iv |
| ÍNDICE DE CUADROS | vii |
| RESUMEN | viii |
| I. INTRODUCCIÓN. | 1 |
| Objetivos | 3 |
| Hipótesis. | 3 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 4 |
| Origen e importancia del pepino. | 4 |
| Clasificación taxonómica..... | 4 |
| Características botánicas..... | 5 |
| Sistema radicular: | 6 |
| Tallo principal:..... | 6 |
| Hoja: | 6 |
| Flor..... | 6 |
| Fruto: | 7 |
| Requerimientos ambientales..... | 7 |
| Clima..... | 7 |
| Temperatura | 7 |
| Suelo..... | 8 |
| Producción bajo invernadero | 9 |
| Agricultura orgánica | 10 |
| Impacto ambiental del uso de fertilizantes químicos y alternativas de fertilización. | 10 |
| Vermicomposta | 12 |

| | |
|--|----|
| Propiedades físicas de la vermicomposta..... | 15 |
| Propiedades químicas de la vermicomposta..... | 16 |
| Potencial de Hidrogeno (pH)..... | 16 |
| Concentraciones de sales disueltas (CE) | 17 |
| Propiedades biológicas de la vermicompost | 18 |
| Disponibilidad de nutrientes | 19 |
| Análisis químico | 20 |
| PLAGAS Y ENFERMEDADES | 20 |
| PLAGAS..... | 20 |
| Ácaros fitófagos. | 20 |
| Insectos..... | 21 |
| Afidos o pulgones..... | 22 |
| Trips. <i>Frankliniella occidentalis</i> | 22 |
| Orugas. | 22 |
| ENFERMEDADES | 23 |
| Enfermedades Producidas por hongos | 23 |
| Mildiu de las cucurbitáceas (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>). | 23 |
| Oidio de las cucurbitáceas o “ceniza” (<i>Sphaerotheca fuliginea</i>) | 23 |
| Podredumbre gris (<i>Botrytis cinerea</i>)..... | 24 |
| Podredumbre blanca (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) | 24 |
| Chancro gomoso del tallo (<i>Didymella bryoniae</i>)..... | 24 |
| Enfermedades producidas por bacterias | 25 |
| Marchitamiento bacteriano (<i>Erwinia tracheiphila</i>). | 25 |
| Podredumbre blanda (<i>Erwinia carotovora</i>)..... | 25 |
| Mancha bacteriana de la hoja (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Cucurbitae</i>). | 25 |
| Antecedentes de trabajos realizados con vermicompost | 25 |

| | |
|---|----|
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 29 |
| Ubicación Geográfica de la comarca lagunera | 29 |
| Características Climáticas..... | 29 |
| Localización del sitio de lugar | 30 |
| Descripción del invernadero..... | 30 |
| Diseño Experimental..... | 30 |
| Sustratos..... | 31 |
| Material vegetal..... | 31 |
| Obtención de plántulas. | 31 |
| Trasplante..... | 32 |
| Labores culturales..... | 32 |
| Tutorado | 32 |
| Control Fitosanitario..... | 32 |
| Poda | 33 |
| Riego | 33 |
| Variables a evaluar. | 33 |
| Altura de planta..... | 33 |
| Calidad de fruto..... | 34 |
| Peso del fruto..... | 34 |
| Longitud del fruto | 34 |
| Diámetro ecuatorial del fruto..... | 34 |
| Rendimiento total..... | 34 |
| Solidos solubles..... | 34 |
| Peso fresco y Peso seco | 35 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSION | 36 |
| V. CONCLUSIONES | 43 |
| VI. BIBLOGRAFÍA..... | 45 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Rangos de temperatura críticas para el cultivo de pepino | 8 |
| Cuadro 1. Análisis químico de la Vermicompost | 20 |
| Cuadro 3. Porcentaje de los sustratos a base de de vermicompost, arena y perlita utilizados en la evaluación de la producción y calidad de pepino en invernadero. UAAAN-UL.2016 | 31 |
| Cuadro 4. Inicio de floración y amare de fruto, resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost en pepino producido en invernadero. UAAAN UL 2016. | 36 |
| Cuadro 5. Altura de planta (cm), Resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost en pepino producido en invernadero. UAAAN UL 2016 | 37 |
| Cuadro 6. Longitud de fruto, diámetro ecuatorial y grados Brix resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost en pepino producido en invernadero. UAAAN UL. 2016. | 38 |
| Cuadro 7. Peso de fruto (g) y rendimiento (kg.planta ⁻¹), resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost en pepino producido en invernadero. UAAAN UL 2016. | 40 |
| Cuadro 8. Peso fresco de tallo, hoja y raíz (g), resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost en pepino producido en invernadero. UAAAN UL 2016. | 42 |
| Cuadro 9. Peso seco de tallo, hoja y raíz (g), resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost en pepino producido en invernadero. UAAAN UL 2016 | 43 |

RESUMEN

Esta investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar el crecimiento, producción y calidad del pepino (*Cucumis Sativus L.*) fertilizado con diferentes dosis de vermicompost en invernadero. El vermicompost es un abono orgánico que ha adquirido importancia como fuente de nutrimentos y componente del medio de desarrollo de los cultivos hortícolas. Se evaluaron las siguientes dosis de vermicompost: arena: perlita: 70:20:10, 60:30:10, 50:40:10, 40:50:10 %. El análisis estadístico no detectó diferencia significativa entre tratamientos para las variables altura de planta, calidad de fruto y rendimiento. Para las variable peso fresco y peso seco si presento diferencia significativa entre los tratamiento evaluados. Los tratamientos con el 50 y 60% de vermicompost obtuvieron los mayores valores para peso fresco de hoja, tallo y raíz. Mientras que para el peso seco de tallo y raíz sobresale el 50% de vermicompost. Los resultados del presente trabajo muestran que los tratamiento del 50 al 60% de vermicompost sobresalen en las variables evaluadas excepto para altura de planta, en donde sobresalió el tratamiento del 70% de vermicompost. El uso de vermicompost constituye una atractiva alternativa en la producción orgánica del cultivo de pepino en invernadero ya que se obtiene frutos libres de agroquímicos, lo que proporciona una comercialización competitiva para el productor y disminuyendo el uso de insumos orgánicos contribuyendo a la preservación del medio ambiente.

Palabras clave: *Cucumis sativus L.*, Vermicompost, Crecimiento, calidad y rendimiento.

I. INTRODUCCIÓN.

Uno de los factores más importantes en la producción de las hortalizas es la fertilización, ya que de ello depende su calidad y rendimiento (Moreno et al., 2015).

La vermicomposta es un abono orgánico rico en nutrientes, microbiológicamente activo que resulta de las interacciones entre las lombrices de tierra y microorganismos durante la descomposición de la materia orgánica. Se trata de un estabilizado, finamente dividido material de turba similar a la mínima relación C: N, alta porosidad y alta capacidad de retención de agua, en la que la mayoría de los nutrientes están presentes en formas que son fácilmente absorbido por las plantas (Domínguez, 2004).

El invernadero es una alternativa para la producción de hortalizas en cualquier época del año (Savvas, 2003). Una alternativa para satisfacer la demanda nutritiva de las especies vegetales, en invernadero, es el empleo del vermicompost como sustrato de crecimiento (Manjarrez-Martínez et al., 1999), ya que éste, por sus características físicas, químicas y biológicas, puede reducir, significativamente, el uso de los fertilizantes (Atiyeh et al., 2000a).

Existen trabajos donde se sugiere que el uso de sustratos de vermicomposta, como fuente alterna de fertilización y arena en concentraciones del 10 a 20% puede sostener la producción de hortalizas como el tomate con un rendimiento de 17.05 de $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ (Moreno et al., 2008). Caso similar se ha reportado en pepino donde se obtuvo un rendimiento de 8.45 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ al combinar arena con vermicomposta en una proporción de (20:80). Éstos resultados permiten suponer que la utilización del

sustrato de arena con vermicompost, como medio de crecimiento y nutrición, podría permitir reducir la fertilización tradicional, lo cual se considera una mejora en los sistemas de producción orgánica bajo invernadero. (Galindo et al., 2014).

La agricultura orgánica puede ser un sistema de producción que se implemente en los invernaderos de 0.5 ha y con ello puede contribuir a la reducción de la dependencia alimentaria, a la generación de empleo rural, de mejores ingresos, a la reducción de la migración y la pobreza, a la generación de externalidades ambiental (Gómez-Cruz., 2001).

La producción mundial de pepino está encabezada por la República Popular de China con 63% de la producción total en el año 2002, que fue aproximadamente 36 millones de toneladas, seguido por Turquía con 4.8%, Irán con 3.6% y EUA con 3%. Los tres primeros países cubren por si solos más de 70% de la producción de este cultivo en el mundo (FAO, 2003).

En el 2014, México se sembraron 1 008 ha de pepino en invernadero, con rendimiento de 110.0 t ha⁻¹ como media de producción. En el estado de Sonora ese mismo año se programó una superficie de siembra de 26 ha con un rendimiento promedio de 305.4 t ha⁻¹ ocupando el octavo lugar en superficie y primero en rendimiento a nivel nacional (SIAP, 2015).

Objetivos

1. Evaluar el comportamiento fenológico de pepino en contenedor con diferentes porcentajes de vermicompost en invernadero.
2. Determinar la calidad de fruto de pepino en contenedor con diferentes porcentajes de vermicompost en invernadero.

Hipótesis.

La respuesta de la planta de pepino a los porcentajes de compost en el sustrato será diferente entre tratamientos

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

Origen e importancia del pepino.

El pepino es un cultivo originario de Asia y África y ha formado parte de la alimentación humana desde hace por lo menos 3 000 años (Rodríguez, 1986). El cultivo de pepino fue introducido por los romanos en otras partes de Europa; aparecen registros de este cultivo en Francia en el siglo IX, en Inglaterra en el siglo XIV y en Norteamérica a mediados del siglo XVI, ya que Cristóbal Colón llevó las semillas a América y el primer híbrido apareció en 1872 (Gálvez, 2004).

Esta hortaliza ha alcanzado gran importancia debido a la gran diversidad de climas y la adaptabilidad que presenta, ya que esta hortaliza se cultiva en 29 estados de México (SAGARPA, 2010). El pepino es una hortaliza que se consume en estado fresco o industrializado y este como la mayoría de las hortalizas es rico en vitaminas y es de fácil digestión, en su mayoría las hortalizas son cultivos anuales y en algunos casos especialmente de temporada (Araiza, 1999).

En México es un cultivo altamente rentable, pues en la última década se ha incrementado su importancia debido principalmente a las exportaciones hacia EEUU, ocupando en segundo lugar en importancia entre las hortalizas exportadas, es superado por el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (SIAP, 2007).

Clasificación taxonómica

De acuerdo a López (2008), la clasificación taxonómica del pepino es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitaceae

Subfamilia: Cucurbitoideae

Tribu: Melothrieae

Subtribu: Cucumerinae

Género: Cucumis

Especie: Sativus

Características botánicas

López (2008), describe las características botánicas del pepino:

Familia: Cucurbitaceae

Nombre científico: Cucumis sativus L.

Planta: Herbáceo anual.

Sistema radicular:

Es muy potente, dada la gran productividad de esta planta. Consta de una raíz principal que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco.

Tallo principal:

Es anguloso y espinoso, de porte rastrero y trepador. De cada nudo parte una hoja y un zarcillo. En la axila de cada hoja se emite un brote lateral y una o varias flores.

Hoja:

De largo pecíolo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente acabado en punta), de color verde oscuro y recubierto de un vello muy fino.

Flor.

De corto pedúnculo y pétalos amarillos. Las flores aparecen en las axilas de las hojas y pueden ser hermafroditas o unisexuales, en la actualidad todas las variedades comerciales que se cultivan son plantas ginoicas, es decir sólo poseen flores femeninas que se distinguen claramente de las masculinas porque son portadoras de un ovario ínfero.

Fruto:

Pepónide áspero o liso, dependiendo de la variedad, que empieza con un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto. Dichas semillas se presentan en cantidad variable y son ovales, algo aplastadas y de color blanco-amarillento.

Requerimientos ambientales

El pepino por ser una especie de origen tropical, exige temperaturas elevadas y una humedad relativa. Es una hortaliza de primavera-verano, aunque en la actualidad se puede comprar durante todo el año gracias a los cultivos de invernadero (SIAP, 2012).

Clima.

El pepino es una planta de clima templado a frío. Requiere menos calor que el melón, pero le perjudica el calor excesivo y la humedad (Tisconia, 1983).

Temperatura

Se menciona que el pepino requiere de una temperatura del suelo de al menos 12° C para la germinación. La tasa de crecimiento en el cultivo se incrementa si la temperatura aumenta a 25° C (Pacas, 2002).

En el siguiente cuadro se describen las temperaturas críticas para pepino en sus distintas fases de desarrollo.

Cuadro 1. Rangos de temperatura críticas para el cultivo de pepino

| | |
|--|------------|
| Temperatura mínima de germinación | 12° C |
| Temperatura máxima de germinación | 35° C |
| Temperatura optima de germinación | 30° C |
| Temperatura optima día | 20 – 25° C |
| Temperatura optima noche | 18 – 22° C |
| Temperatura optima de desarrollo | 19 – 21° C |
| Temperatura optima de floración | 16 – 35° C |
| Temperatura mínima de maduración del fruto | 16 – 19° C |
| Temperatura mínima letal | -1° C |

Fuente. INIFAP 2014

Los días cortos y las temperaturas relativamente bajas favorecen la formación de flores femeninas, mientras que los días largos y las temperaturas altas propician la formación de flores masculinas (Maroto, 1983).

Suelo

El pepino se puede cultivar en una amplia gama de suelos fértiles y bien drenados, desde los arenosos hasta los franco-arcillosos, aunque los suelos francos que poseen abundante materia orgánica son los ideales para su desarrollo. Es una planta medianamente tolerante a la salinidad, de forma que si la concentración de sales es demasiado elevada las plantas absorben con dificultad el agua de riego. El

pH óptimo oscila entre 5.5 y 7. Se debe evitar los suelos ácidos con pH menores de 5.5 (INFOAGRO, 2007).

El pepino es una planta muy exigente con respecto al balance de humedad del suelo y del aire, debido al débil sistema radicular y al poseer una alta densidad estomática. Para el desarrollo y fructificación del cultivo, la humedad del suelo debe ser de 70 a 80 % de la capacidad de campo y la humedad relativa de 80 a 90 %. La falta de humedad en el suelo produce frutos poco desarrollados y deformes (Guenkov, 1974; Mortensen, 1986)

Si se cultiva bajo condiciones de riego por surcos (que es lo más usado en el país), es básico considerar la topografía del terreno teniendo presente que los pendientes deben ser uniformes y poco pronunciadas (0.1%-2%). Las pendientes desuniformes ocasionan riegos ineficientes y las pendientes pronunciadas aumentan la velocidad del agua con lo cual se aumenta el riesgo de erosión.

Producción bajo invernadero

El uso de invernaderos y sistemas hidropónicos representa una opción para incrementar la productividad agrícola, al propiciar un ambiente poco restrictivo para el crecimiento y desarrollo de las plantas que el que ocurre a cielo abierto sobre todo en especies hortícolas (Sánchez et al., 1998).

La infraestructura de invernaderos en México ha tenido un crecimiento acelerado y en su implementación participan agricultores y empresarios

convencidos de las ventajas y alternativas para producir. En un invernadero se puede evitar la propagación de nuevas enfermedades y problemas de suelo que no permita maximizar el alto rendimiento y calidad del producto (Gálvez., 2004).

El pepino es una hortaliza de alto potencial económico por ser un producto de exportación que se cultiva y consume en muchas regiones del mundo; además, se cuenta con variedades de alto rendimiento y con prácticas de manejo que permiten maximizar su producción bajo invernadero (Gálvez., 2004).

Agricultura orgánica

La agricultura orgánica, biológica o ecológica es un sistema de producción basado en la utilización óptima de los recursos naturales y alternativa sustentable para atenuar dichos problemas, sin emplear productos de síntesis química.

La producción de alimentos orgánicos se produce bajo un conjunto de procedimientos que tiene objetivos en la obtención de alimentos más saludables (libres de agroquímicos) y la protección del medio ambiente a través del uso de técnicas no contaminantes (Gómez et al., 2005).

Impacto ambiental del uso de fertilizantes químicos y alternativas de fertilización.

La agricultura moderna es considerada como una de las principales responsables de las enfermedades medioambientales debido a la producción y utilización desmedida de fertilizantes y productos de origen sintético (Cadahía et al.,

2004). Debido a que el nitrógeno es el elemento nutritivo más asociado al incremento de rendimiento en los cultivos, los agricultores de áreas tecnificadas aplican dosis elevadas de nitrógeno sin darse cuenta del daño que se ocasiona al medio ambiente, por un lado el exceso de nitrógeno en el suelo en forma de nitratos tiende a la lixiviación, contaminando los mantos acuíferos. Además se sabe que el consumo de alimentos con residuos químicos puede causar cáncer (Medina-Morales y Cano Ríos, 2001). Es por ello que los consumidores prefieren comprar alimentos que garantizan estar libres de productos químicos, inocuos y con alto valor nutricional, a los cultivados convencionalmente, en especial aquellos de consumo en fresco (Márquez et al., 2008).

Debido a los problemas derivados del uso de fertilizantes químicos se ha buscado implementar alternativas encaminadas a una agricultura sustentable, reduciendo el uso de agroquímicos y aumentando el empleo de recursos amigables con el medio ambiente (Moreno et al., 2008).

Uno de los recursos son los abonos orgánicos que han sido utilizados en diversos cultivos como sustitutos o complementos de los fertilizantes de origen químico. Además, estos abonos sirven como mejoradores del suelo debido al efecto positivo que tiene sobre algunas de sus propiedades (Duran-Umaña y Henríquez-Henríquez, 2010).

Dentro de los abonos orgánicos sobresale la composta y vermicomposta, ambos productos de una transformación microbiana de residuos orgánicos en condiciones controladas, con la diferencia de que en el proceso de elaboración de

la vermicomposta participan diversas especies de lombrices (Olivares-Campos et al., 2012). Se han hecho estudios comparativos entre ambos abonos y se ha observado mejor respuesta en el suelo y planta cuando se usa vermicomposta (Cruz-Lázaro et al, 2009).

Vermicomposta

La vermicomposta es materia orgánica que ha sido procesado bioquímica y microbiológicamente en el tracto digestivo de la lombriz dando lugar a un abono rico en elemento nutritivo (Galindo et al, 2014). Como sustrato permite satisfacer la demanda nutritiva de los cultivos hortícolas en invernadero y reduce significativamente el uso de fertilizantes sintéticos. Además, la vermicomposta contiene sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, elevan la capacidad de intercambio catiónico (CIC), tiene alto contenido de ácidos húmicos, y aumenta la capacidad de retención de humedad y la porosidad, lo que facilita la aireación, drenaje del suelo y los medios de crecimiento (Hashemimajd *et al.* 2004; Rodríguez *et al.* 2008).

La Vermicomposta ha cobrado importancia en los últimos años debido a que es una alternativa de fertilización a los cultivos orgánicos, además resulta una alternativa viable para el reciclaje de residuos orgánicos de naturaleza animal, domestica e incluso para lodos de aguas negras. Esta alternativa resulta conveniente para los agricultores pues además de que se reciclan los nutrientes presentes en los residuos orgánicos, el costo de este abono es significativamente menor en comparación con los fertilizantes convencionales y abre nuevas

oportunidades para el desarrollo y comercio de productos “ambientalmente responsables” (Ancona et al., 2006).

El vermicompost está demostrando ser "fertilizante orgánico" altamente nutritivo y "promotor de crecimiento" más potente sobre los compost convencionales y un aporte agrícola "protector" (aumentando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, restaurar y mejorar su fertilidad natural) contra los fertilizantes químicos "destructivos" que han destruido las propiedades del suelo y han disminuido su fertilidad natural a lo largo de los años. El vermicompost es rico en NKP (nitrógeno 2-3%, potasio 1,85-2,25% y fósforo 1,55-2,25%), micronutrientes, microbios beneficiosos para el suelo y también contienen "hormonas de crecimiento de plantas y enzimas". Está probando científicamente como 'promotor del crecimiento milagroso y también protector de la planta' de plagas y enfermedades.

Vermicompost retiene nutrientes durante mucho tiempo y mientras que el compost convencional no entrega la cantidad requerida de macro y micronutrientes incluyendo el NKP vital a las plantas en menos tiempo. Se ha encontrado que influye en todos los parámetros del rendimiento, tales como: mejora de la germinación de las semillas, aumento de la tasa de crecimiento de las plántulas, floración y fructificación de cultivos importantes como trigo, arroz, maíz, caña de azúcar, tomate, papa, berenjena, okra, espinaca, uva y Fresa, así como de plantas con flores como petunias, caléndulas, girasoles, crisantemos y poinsettias. En todos los ensayos de crecimiento se mostraron las mejores respuestas de crecimiento cuando el vermicompost constituía una proporción relativamente pequeña (10% - 20%) del volumen total del medio contenedor. Sorprendentemente, mayores proporciones de

vermicompost en el medio de crecimiento de la planta no siempre han mejorado el crecimiento de las plantas (Am-Euras et al., 2009).

Este tipo de abonos orgánicos, cobran importancia al considerar que México ocupa el lugar 16 respecto a la superficie de cultivos orgánicos, el tercero con respecto al número de productores y es el país con mayor diversidad de cultivos producidos orgánicamente, con alrededor de 81 cultivos (Gómez et al., 2010)

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). La vermicomposta en el biomasa del cultivo son variables, ya que mientras investigadores como (Ozares et al., 1994), reportan aumento en biomasa y otros señalan que no hay efecto (Harrz et al., 1996).

Experimentalmente se han probado dosis de 0.5 a 4 ton.ha⁻¹ de vermicomposta como fuente de fertilización en tomate y los resultados muestran que a dosis mayores de 4 ton.ha⁻¹ el número y tamaño del fruto por planta se incrementó, además los frutos tuvieron características deseables para el mercado nacional e internacional (Roblero et al., 2014). En otros estudios, en tomate, se observó un incremento en rendimiento y altura de planta conforme aumentaba la

dosis de vermicomposta en 5, 10 y 15.5 Ton.ha⁻¹ (Azarmi et al., 2008). La vermicompost favorece el desarrollo de los cultivos en invernadero cuando estos se utilizan como componentes de los sustratos (Moreno et al., 2005). Además de ser utilizada como fuente de fertilización también se ha empleado como forma de control de nematodos en dosis de 7.5 y 12.5 ton.ha⁻¹ reduciendo el índice de agallamiento y la necrosis radicular y al mismo tiempo aumentando el peso seco del follaje (Villa-Briones et al., 2008).

En otros estudio, en pepino, se observó, que el número de hojas por planta, altura de planta, área foliar, contenido de clorofila y rendimiento fue significativamente mayor cuando la fertilización se complementó con vermicomposta y que estos mismos parámetros iban en incremento cuando el aporte de vermicomposta de 10 a 30 ton.ha⁻¹ (Azarmi et al., 2009)

Está bien establecido que la vermicomposta tiene la capacidad de favorecer el crecimiento de las plantas y rendimiento de los cultivos debido a sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Arancon et al, 2003).

Propiedades físicas de la vermicomposta.

La vermicomposta actúa como un acondicionador de suelo debido a su capacidad de retención de agua, drenaje, aireación, alta porosidad, densidad aparente, resistencia a la penetración y agregación. Además, se ha observado que su aplicación continua puede mejorar la calidad total del suelo, incluso en suelo degradado y sódico (Am-Euras y Enviros, 2009). Su uso continuo con una gestión

adecuada puede aumentar el carbono orgánico del suelo y se ha demostrado que la vermicomposta tiene alto nivel de nitrógeno total y disponible, así como de fósforo, potasio y micronutrientes (Parthasarathi et al., 2008)

La vermicomposta tiene más porosidad total (EPT >85%), y mayor capacidad de aireación (CA, 10-30%) y contenidos de materia orgánica (MO, 5-19%) ideal para sustratos. Las características de los sustratos para el cultivo de plantas cambian en el tiempo, y por lo general las propiedades físicas del mismo tienden a reducirse, por lo que hay que procurar que dichas características sean al inicio más altas o lo más cercanos a lo considerado como ideal. Por otro lado, la tendencia actual es producir plantas de calidad en sustratos y con menor costo de producción en conceptos de fertilizantes y sustratos (Cruz et al., 2010).

Propiedades químicas de la vermicomposta.

Potencial de Hidrogeno (pH)

EL pH es uno de los parámetros importantes que controlan las formas de los elementos en el suelo, matemáticamente se define como el logaritmo de la inversa de la concentración de iones hidrogeno e indica en el suelo el grado de saturación de bases, dependiendo de la arcilla predominante. Así mismo la variación de pH se logra mediante el medio del cultivo basándose a un amortiguadora de carbonato/bicarbonato; de tal forma que al aumentar la presión parcial de CO₂ disminuye el pH, mientras que el efecto inverso resulta al disminuir la presión del CO₂ (Serrato et al., 2001).

Las propiedades químicas, a diferencia de la propiedad física, pueden modificarse una vez colocado el sustrato en los contenedores. Sin embargo, el análisis de las propiedades químicas es importante debido a su interacción con los fertilizantes y su efecto en el desarrollo de las plantas, siendo el pH, CE y CIC las principales a considerar (Quesada y Méndez, 2005).

El pH adecuado y preferido para cultivo en sustratos orgánicos oscila entre 6.24 y 6.84, que debe estar entre rango de neutro y ligeramente ácido (Castillo et al., 2004).

Concentraciones de sales disueltas (CE)

La variabilidad de los desechos orgánicos en la composición química del vermicompost, por sus características comunes era que contiene alto contenido de conductividad eléctrica, lo que indica que no se puede ser utilizado individualmente para producción de plántulas; sino como un componente de mezclas de sustrato. Las diferencias de CE entre diferentes vermicompost depende de la naturaleza del material a transformar, así mismo, puede deberse a las condiciones en las cuales se haya llevado a cabo el vermicomposteo (Tringovska and Dintcheva, 2012).

Las condiciones ambientales y la salinidad en el suelo, afectan en general a la zona de las hojas, el rendimiento por planta y crecimiento (Folegatti y Blanco, 2000; Blanco et al., 2002). Los efectos adversos de la salinidad se traducen en una disminución del crecimiento de la planta que se refleja en menor tamaño de hoja y

menor altura. Además, el riego de cultivos con aguas salinas producen una inhibición del rendimiento y crecimiento del fruto (Munns, 2002).

Propiedades biológicas de la vermicompost

La vermicompost posee una riqueza en flora bacteriana superior a la fuente orgánica de origen debido a que el proceso de vermicomposteo incrementa la actividad microbiana, lo que repercute en una mayor tasa de transformación de nutrientes a formas disponibles por las plantas, supresión de enfermedades, producción de sustancias reguladoras de crecimiento e incremento en la producción de enzimas, importantes para la evolución de la materia orgánica una vez que la vermicomposta sea incorporado al suelo (Domínguez et al, 2010).

El vermicompost es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta. Estos agentes reguladores del crecimiento son:

La *Auxina*, que provoca el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración y la cantidad y dimensión de los frutos.

La *Gibberelina*, favorece el desarrollo de las flores, aumenta el poder germinativo de las semillas y la dimensión de algunos frutos.

La *Citoquinina*, retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos (SIAP, 2007).

Disponibilidad de nutrientes

Las plantas requieren calcio, magnesio, nitrógeno, fósforo, potasio y azufre en cantidades relativamente grandes (>1.5 % de materia seca), cada uno de estos llamados macronutrientes es esencial para una planta para completar su ciclo de vida. Estos minerales son absorbidos por las raíces de las plantas a partir de la solución del suelo en forma iónica (Maathuis, 2009).

El compost de lombriz es una fuente sostenible de macro y micro nutrientes con una potencial considerable para mejorar el crecimiento de las plantas de manera significativa cuando se utilizan como componentes de los suelos hortícolas. (Domínguez y Lazcano, 2010).

Una de las grandes ventajas de la vermicompost es la gran cantidad relativamente de nitrógeno disponible para las plantas que contienen en forma de nitrato (NO_3). El uso de vermicompost con eficacia como medio del cultivo es la acción combinada de lombrices y microorganismos dando como resultado un producto como un componente de encapsulamiento, que pueden mejorar el vigor del cultivo y posteriormente, rendimiento y la calidad nutricional. En su composición esta presentes todos los nutrientes: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Manganeso, Hierro y Sodio en cantidad suficiente para garantizar el perfecto desarrollo de las plantas, (Arancon et al., 2004).

Análisis químico

Estos valores no son típicos y pueden variar mucho en función del material empleado para hacer el vermicompost. Por otra parte, al tratarse de producto natural no tiene una composición constante.

Cuadro 2. Análisis químico de la Vermicompost

| | | | |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-----------|
| Materia orgánica | 65 – 70 % | pH | 6.8 – 7.2 |
| Humedad | 40 – 45 % | Carbono orgánico | 14 – 30 % |
| Nitrógeno, como N ₂ | 1.5 – 2 % | Calcio | 2 – 8 % |
| Fosforo, como P ₂ O ₅ | 2 – 2.5% | Potasio, como K ₂ O | 1 – 1.5 % |
| Relación C/N | 10 - 11 | Ácidos húmicos | 4 – 3.4 % |
| Flora bacteriana | 2x10 ⁶ colonias/gr | Magnesio | 1 – 2.5% |
| Sodio | 0.02 % | Cobre | 0.05 % |

Fuente. (Emison.2015).

PLAGAS Y ENFERMEDADES

PLAGAS

Ácaros fitófagos.

Fam. Tetranychide, Eriophyidae. Son de tamaño pequeño y minúsculo respectivamente y succionan el contenido de las células de las hojas o de los frutos.

Los Tetraniquidos son llamados comúnmente *Arañitas rojas*.

Los primeros síntomas en observarse son unas manchas amarillentas en el haz de la hoja, pudiéndose contemplar la presencia de arañas en el envés de la hoja.

Los daños ocasionados son como consecuencia del debilitamiento que se produce en la planta a causa de las numerosas picaduras de alimentación, las cuales pueden provocar la disminución de las funciones de las hojas terminando por secarlas. (INIFAP 2014).

Insectos

Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y (*Trialeurodes vaporariorum*)

Fam. Aleyrodidae. Los adultos colonizan las partes más jóvenes de las plantas, haciendo las puestas en el envés de la hoja. De aquí emergen las larvas móviles, se fijan en la planta y pasan por tres estados larvarios y uno de pupa. Producen en las plantaciones daños directos e indirectos.

Los daños directos (amarillamiento y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de negrilla sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas. *Trialeurodes vaporariorum* es trasmisora del virus del amarillamiento en cucurbitáceas. *Bemisia tabaci* es potencialmente trasmisora de un mayor número de virus en cultivos hortícolas y en la actualidad actúa como trasmisora del virus del rizado amarillo del tomate (TYLCV). (INIFAP 2014)

Afidos o pulgones

Fam. Aphididae. Son los que infestan preferentemente los brotes y las hojas tiernas de las plantas, deformándolos o encrespándolas; se presenta en colonias y en el envés de las hojas (INIFAP 2014).

Trips. *Frankliniella occidentalis*.

Fam. Thripidae. Los adultos colonizan los cultivos realizando las puestas dentro de los tejidos vegetales en hojas, frutos y, preferentemente, en flores. Los daños directos se producen por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. Estos síntomas pueden apreciarse cuando afectan a frutos y cuando son muy extensos en hojas (INIFAP 2014).

Orugas.

Los daños pueden clasificarse de la siguiente manera: daños ocasionados a la vegetación (*Spodoptera*, *Chrysodeixis*), daños ocasionados a los frutos y daños ocasionados en los tallos (*Heliothis* y *Ostrinia*) que puede llegar a cegar las plantas (INIFAP, 2014).

ENFERMEDADES

De acuerdo con (INIFAP 2014). Las principales enfermedades del pepino son:

Enfermedades Producidas por hongos

Mildiu de las cucurbitáceas (*Pseudoperonospora cubensis*).

Los síntomas aparecen en las hojas como unas manchas de color amarillo, de formas angulares y delimitadas por los nervios. En el envés se observan estas manchas como un polvillo color grisáceo y llegando a tener un aspecto aceitoso que son los esporangios y esporangióforos del hongo. Las manchas terminan por necrosarse, pudiendo afectar la hoja entera que se seca, quedando adherida al tallo.

Esta enfermedad causa defoliación, detención del desarrollo y muerte de las plantas.

Oidio de las cucurbitáceas o “ceniza” (*Sphaerotheca fuliginea*)

Los síntomas que se observan son manchas de color blanco pulverulentas sobre la superficie de las hojas (haz y envés) que van cubriendo todo el aparato vegetativo llegando a invadir la hoja entera, afectando a tallos y pecíolos e incluso en ataques muy fuertes a frutos. Las hojas y tallos afectados en ataques muy fuertes se vuelven de color amarillento y se secan. Son fuentes de inóculo las malas hierbas, otros cultivos de cucurbitáceas y restos de cultivos, siendo el viento el encargado del transporte de las esporas y de la dispersión de la enfermedad.

Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*)

Parásito que ataca a un amplio número de especies vegetales, afectando a todos los cultivos hortícolas protegidos y que puede comportarse como parásito y saprofito. En plántulas produce Damping-off. En hojas y flores se producen lesiones pardas. En frutos se produce una podredumbre blanda (más o menos acuosa, según el tejido), en los que se observa el micelio gris del hongo.

Podredumbre blanca (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Hongo polífago que ataca a todas las especies hortícolas. En plántulas produce Damping-off. En planta produce una podredumbre blanda (no desprende mal olor) acuosa al principio que posteriormente se seca más o menos según la succulencia de los tejidos afectados, cubriéndose de un abundante micelio algodonoso blanco, observándose la presencia de numerosos esclerocios, blancos al principio y negros más tarde. Los ataques al tallo con frecuencia colapsan la planta, que muere con rapidez, observándose los esclerocios en el interior del tallo.

Chancro gomoso del tallo (*Didymella bryoniae*)

Las plantas afectadas presentan en el cuello zonas acuosas y de color pardo, sobre las que se suelen observar gotas de exudados. Estas zonas evolucionan posteriormente a colores negruzcos. Cuando el ataque es muy intenso, la planta puede llegar a marchitarse con el aspecto típico de colapso. También pueden aparecer estos síntomas en la cruz de la planta o en las ramas.

Enfermedades producidas por bacterias

Marchitamiento bacteriano (*Erwinia tracheiphila*).

Es una bacteria que ocasiona infecciones muy graves en las zonas donde se detecta. Su introducción y expansión se produce por dos vectores, los escarabajos del pepino (*Acalymma vittata* y *Diabrotica undecimpunctata*), que al alimentarse en plantas infectadas contaminan sus aparatos bucales, transmitiéndolo después en su alimentación sobre plantas sanas.

Podredumbre blanda (*Erwinia carotovora*).

Esta bacteria se conserva en el suelo y en restos vegetales, entrando en las plantas afectadas por pequeñas heridas a nivel del cuello. En esta zona provoca podredumbre blanda, además de en el tallo del pepino. Los tejidos se tornan de color marrón claro y en condiciones elevadas de humedad se producen fisuras y chancros.

Mancha bacteriana de la hoja (*Xanthomonas campestris* pv. *Cucurbitae*).

Son pequeñas manchas húmedas en las hojas, que evolucionan a zonas secas rodeándose de halos amarillentos. Algunas de estas manchas se pueden unir y formar áreas necrosadas en las hojas. También como la bacteria de la mancha angular, puede afectar a frutos, tallos y pecíolos.

Antecedentes de trabajos realizados con vermicompost

Galindo et al., (2014) realizaron un experimento para aportar información sobre el uso de sustratos orgánicos elaborados a partir de estiércol bovino tratado para la

producción de pepino en invernadero. El diseño experimental fue completamente al azar; considerando cuatro tratamientos con cuatro repeticiones: vermicompost + arena (20:80 v/v); estiércol solarizado + arena (20:80); vermicompost + estiércol solarizado + arena (10:10:80) y un tratamiento testigo (solución steiner). Las variables evaluadas en planta fueron altura, peso fresco y seco, rendimiento, calidad de fruto, sólidos solubles y análisis químico foliar; en el sustrato se evaluaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

Los resultados indicaron respuesta significativa en altura, rendimiento y en el análisis del tejido vegetal, así como en CE y pH. El rendimiento de pepino fue mayor con la utilización de la solución Steiner (9.87 kg m⁻²); la mezcla de arena más vermicompost (80:20) obtuvo el mayor rendimiento de los sustratos orgánicos con un rendimiento de 8.45 kg m⁻². Los valores promedio de frutos obtenidos mediante la fertilización orgánica son: peso 285 g con diámetros y longitudes de 4.9 cm y 19.3 respectivamente y un valor de 2.5 °Brix.

Díaz Méndez., (2013), evaluó diferentes dosis de vermicompost/arena en pepino cultivadas bajo invernadero, se evaluaron las siguientes relaciones de arena y vermicompost: 25:75, 30:75, 35:65; 40:60, 45:55. Los resultados indicaron que pequeñas proporciones de vermicompost (25 o 30%) tenían el mayor rendimiento (2655,6 a 1109,8 g/planta). Sin embargo en dosis alta de vermicompost causaron efectos adversos

Azarmi et al., (2009), evaluó los efectos del lombricomposta producido a partir del estiércol de oveja en el crecimiento, rendimiento y calidad de 2 variedades de pepino

de fruta (Cv. 'Sultan F1' y cv Storm F1. Se incorporaron cuatro tratamientos de vermicompost a una velocidad de 0 (control), 10, 20 y 30 t ha⁻¹.

Las parcelas tratadas con vermicompost de 30 t ha⁻¹ mostraron un incremento en el peso seco de hojas, tallos y hojas para ambas variedades. La aplicación de vermicompost a 30 t ha⁻¹ incrementó el rendimiento total de fruta en 26% para cv. 'Sultan F1' y 25% para cv.'Storm F1 'en comparación con el control. Las parcelas tratadas con vermicompost a 30 t ha⁻¹ aumentaron el número de frutos por planta 26% para cv. 'Sultan F1' y 25% para cv. 'Tormenta F1' que parcela sin vermicompost.

La fruta cosechada de las plantas que recibieron vermicompost tuvo mayor sólido soluble total (TSS), menor acidez del jugo y más materia seca que las parcelas sin vermicompost. Los parámetros de crecimiento y rendimiento se mejoraron con el aumento de las tasas de vermicompost hasta 20 t ha⁻¹. No hay diferencias significativas entre las parcelas a 20 y 30 t ha⁻¹ vermicompost en todos los parámetros evaluados.

Moreno et al.,(2005) realizaron un experimento donde se evaluó el desarrollo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), bajo condiciones de invernadero, utilizando diferentes mezclas de vermicompost/arena.

Se estudiaron cuatro tipos de vermicompost, generados por la acción de descomposición de las lombrices de tierra (*Eisenia foetida* Sav.), sobre los siguientes materiales: a) estiércol de caballo; b) estiércol de caballo + estiércol de cabra con paja de alfalfa (*Medicago sativa* L.) (1:1, v: v); c) estiércol de cabra con

paja de alfalfa; y d) estiércol de cabra con paja de alfalfa + residuos de jardín (principalmente pasto y hojas) (1:1, v:v). La composición de las mezclas de vermicompost/arena evaluadas, tomando como base un peso de 15 kg, fue de 25:75, 50:50, 75:25 y 100:0 (% en peso). Se estableció que tres de las variables evaluadas en el tomate presentaron diferencia significativa; sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), número de racimos ($P \leq 0,01$) y número de frutos ($P \leq 0,05$), en los tratamientos con las mezclas de vermicompost/arena 25:75 y 50:50 (%), mientras que las variables diámetro de fruto, altura de planta y rendimiento no presentaron diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación Geográfica de la comarca lagunera

La Comarca Lagunera, ubicada en el centro-norte de México, está conformada por parte de los Estados de Coahuila y Durango y debe su nombre a los cuerpos de agua anteriormente existentes.

La Comarca lagunera está situada en la parte suroeste del estado de Coahuila y noroeste del estado de Durango. Comprendida entre los meridianos 101° 41´ y 105° 15´ de longitud oeste del meridiano de Greenwich y los paralelos 24° 59´ y 26° 53´ longitud norte. Colinda al norte con el estado de Chihuahua y los municipios de sierra mojada y cuatro Ciénegas Coahuila, al sur del estado de zacatecas (Domínguez, 1998).

Características Climáticas

El clima de la Comarca lagunera, según la clasificación de Koppen, es árido o muy seco (estepario-desértico); es cálido tanto en primavera como en verano, con invierno fresco, de tal forma que la temperatura media anual observada a través de 41 años (1941-1982), oscilo entre 19.4 y 20.6 °C, con un valor promedio de las temperaturas máximas y mínimas de 19.1 y 12.1 °C respectivamente, en lo que cabe a la precipitación pluvial, en la región lagunera es escasa, encontrándose la atmosfera desprovisto de humedad.(Domínguez, 1988).

Localización del sitio de lugar

La presente investigación se llevó a cabo en el año 2016 en el ciclo primavera verano, en el periodo de marzo a junio del presente año. Se estableció en el invernadero número 1 ubicado en el departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, ubicada en periférico Raúl López Sánchez S/N, Col valle verde CP 27059, Torreón, Coahuila, México.

Descripción del invernadero.

El invernadero es de forma semicircular con estructura de acero galvanizado, cubierta con una plástica transparente y una maya sombra del 50%, piso con grava para evitar encharcamientos, cuenta con dos extractores, pared húmeda, para automatismo de esto cuenta con un termostato para disminuir la temperatura en épocas de temperaturas altas, tiene una longitud de 23 m y de ancho con 9.40 m con una superficie de 216.2 m².

Diseño Experimental.

El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar el cual constó de 4 tratamientos con 10 repeticiones respectivamente en cada uno, resultando un total de 40 unidades experimentales.

Sustratos

Los sustratos evaluados consistieron en vermicompost mezclado con arena y perlita a diferentes porcentajes. Las unidades experimentales fueron 40 macetas de polietileno de 19 Lts. Los sustratos evaluados se describen en el cuadro.

Cuadro 3. Porcentaje de los sustratos a base de de vermicompost, arena y perlita utilizados en la evaluación de la producción y calidad de pepino en invernadero. UAAAN-UL.2016

| TRATAMIENTO | % VERMICOMPOST | % ARENA | %PERLITA |
|---------------------|----------------|---------|----------|
| T1 (Testigo) | 70 | 20 | 10 |
| T2 | 60 | 30 | 10 |
| T3 | 50 | 40 | 10 |
| T4 | 40 | 50 | 10 |

Material vegetal.

Se utilizó el híbrido tipo americano Poinsett 76, esta variedad tiene crecimiento indeterminado. El tamaño de la fruta es 16 a 19 cm de longitud de color verde oscuro, de espina blanca, resistente a mancha angular de la hoja, atracnosis, roña y los mildius, resistente a enfermedades más comunes. De ciclo intermedio.

Obtención de plántulas.

Para la obtención de plántulas de pepino (*Cucumis sativus* L.), de la variedad poinsett 76 se realizó siembra en charolas de 200 cavidades el día 2 de marzo del 2016, utilizando como material inerte el peat mosst premier promix PGX, totalmente humedecida con agua, la semilla se colocaron en forma vertical.

Trasplante.

El trasplante se realizó a los 35 días después de la siembra, cuando las plántulas tenían 2 o 3 hojas verdaderas, colocando una plántula por maceta de polietileno de 19 L.

Labores culturales

Tutorado

Todas las plantas fueron tutoradas sostenidas con un hilo de rafia polipropileno, sujeto a un alambre transversal de guía y conducido a un solo tallo con crecimiento indeterminado. Lo anterior permitió mantener la planta erguida y evitar que las hojas y frutos estén en contacto con el suelo.

Control Fitosanitario

Se realizó de forma manual eliminando todo tipo de hospedero que pudiera albergar a plagas y enfermedades, se eliminaron hojas viejas y dañadas que pudieran ser una amenaza para la planta.

Durante el desarrollo del cultivo, hubo presencia de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) se utilizó control químico a base de Muralla Max (Betacyflutrin + Imidacloprid) con una dosis de 1ml/l, se aplicó 2 veces durante el desarrollo del cultivo, la primera a los 12 ddt, segunda a los 30 ddt.

Poda

Las plantas fueron guiadas a un tallo principal, eliminando de manera manual los brotes laterales que salían en los tallos principales. También se eliminaron hojas viejas y dañadas, por abajo del fruto.

Riego

El riego se realizó de manera manual aplicando dos frecuencias de riego por día, en la mañana y tarde cuyo volumen fue de un 2 L diario. En los sustratos no se realizaron ninguna aplicación con solución nutritiva, cubriendo únicamente las necesidades hídricas de la planta.

Variables a evaluar.**Altura de planta.**

Se midió a partir de la superficie del sustrato, hasta del punto de ápice. La medición se realizó utilizando como instrumento de medición una cinta métrica, este trabajo se realizó cada 8 días después del trasplante, los datos se reportaron en metros (m).

Calidad de fruto**Peso del fruto**

Los frutos fueron cosechados antes de alcanzar su madurez fisiológica, se evaluó el peso apoyado con una balanza digital de la marca Ohaus CS 5000, los datos se reportaron en g.

Longitud del fruto

Se midió a partir de la base al ápice del fruto, con una regla de 30 cm. Los datos se reportaron en cm.

Diámetro ecuatorial del fruto

Para esta variable se midió el diámetro ecuatorial del fruto con un vernier, los datos se reportaron en milímetros (cm).

Rendimiento total.

Para el peso total promedio de los cortes realizados por tratamiento y repetición se contabilizaron los pesos de cada fruto para estimar el rendimiento total en kg/planta por m² del cultivo del pepino.

Sólidos solubles

Esta actividad se realizó con un refractómetro de la marca Atago colocando una gota de jugo en el refractómetro y obtener la lectura en grados Brix, por cada fruto evaluado.

Peso fresco y Peso seco

Se realizó muestreo destructivo en plena fructificación, para determinar la materia seca del follaje, tallo y raíz, se separaron las hojas, tallo y raíz, y se seleccionaron las plantas evaluadas, enseguida fueron pesados para registrar su peso fresco y posteriormente se esperó a que secaran las plantas para registrar su peso seco.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Fenología del cultivo.

Se determinó el comportamiento fenológico del cultivo de pepino al inicio de floración y el amarre de fruto. Se evaluó una planta de cada tratamiento elegida al azar, se contaron las primeras cinco flores femeninas, también los primeros cinco frutos que amarraron.

Numéricamente el T1 con la dosis de 70% de vermicompost, fue el más rápido en iniciar la floración promediando 29.2 Días Después del Trasplante (DDT). De igual manera para amarre de fruto fue el T1, el que presento los primeros frutos formados, promediando 38.8 días DDT. (Cuadro 2)

Cuadro 4. Inicio de floración y amare de fruto, resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost en pepino producido en invernadero. UAAAN UL 2016.

| Tratamiento (%Vermicompost: %Arena: %Perlita) | inicio de floración (ddt) (Fecha de aparición de las 5 primeras flores) | | | | | Media | Amarre de fruto (ddt) (Fecha de amarre de los primeros 5 frutos) | | | | | Media |
|---|---|----|----|----|----|-------|--|----|----|----|----|-------|
| T1: 70:20:10 | 19 | 22 | 29 | 35 | 41 | 29.2 | 26 | 32 | 39 | 44 | 53 | 38.8 |
| T2: 60:30:10 | 17 | 24 | 33 | 39 | 44 | 31.4 | 27 | 32 | 41 | 47 | 54 | 40.2 |
| T3: 50:40:10 | 21 | 29 | 35 | 42 | 45 | 34.4 | 27 | 39 | 41 | 43 | 57 | 41.4 |
| T4: 40:50:10 | 22 | 26 | 38 | 41 | 44 | 34.2 | 29 | 38 | 43 | 48 | 60 | 43.6 |

T1= Testigo

En diversas investigaciones señalan que la adición de pequeñas cantidades de vermicompost en el medio de crecimiento estimula el crecimiento de las plantas, aumenta el área foliar, promociona la germinación de semilla y estimulación de la floración con el aumento del número y biomasa de flores producidas (Lazcano y Domínguez, 2011).

Altura de planta

De acuerdo al análisis estadístico no se determinó diferencia significativa entre los tratamientos para la variable altura de planta, evaluada a los 31, 45 y 76 ddt. Los resultados obtenidos, no presentaron diferencia en crecimiento (cuadro 5). Numéricamente La mayor altura se presentó en el tratamiento 1 (Testigo) con 297.9 cm, y la menor con el T3 que solo alcanzó 275.

Cuadro 5. Altura de planta (cm), Resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost en pepino producido en invernadero. UAAAN UL 2016

| Tratamiento (% vermicompost: % arena: % perlita) | 31 ddt | 45 ddt | 76 ddt |
|--|--------|---------|---------|
| T1: 70:20:10 | 39.1 a | 121.6 a | 297.9 a |
| T2: 60:30:10 | 34.7 a | 110.9 a | 289.1 a |
| T3: 50:40:10 | 37.6 a | 118.2 a | 275 a |
| T4 : 40:50:10 | 36.3 a | 107.8 a | 276.9 a |

T1= Testigo

La altura de planta obtenida en el presente experimento resultó similar al resultado reportado por Moreno et al., (2005), en cultivo de tomate, donde no se encontraron diferencias en altura de planta cuando utilizaron cuatro tratamientos de vermicompost en proporciones de arena/vermicompost de 75, 50, 25 y 0 %.

Atiyeh et al. (2001) destacan que la vermicompost favorece el desarrollo de los cultivos en invernaderos cuando estos se utilizan como sustratos de crecimiento y se debe a su contenido de elementos nutritivos y a la naturaleza de sus comunidades microbianas. Otro factor a que puede influir en los resultados son la sal liberada por los sustratos, que incrementa la salinidad del medio radical y disminuye la absorción de agua, nutrimentos, afectando al metabolismo de la planta (Maathius,

2009; Antal et al., 2010). Debido a esto se debe tener cuidado con la dosis de vermicompost a utilizar, ya que la salinidad es un limitante para su utilización (Chon, 2005).

Calidad de fruto

Longitud de fruto (cm), diámetro ecuatorial (cm) y Grados Brix.

En las variables de calidad que se evaluaron longitud de fruto, diámetro de fruto, peso de fruto y grados Brix, no se detectó diferencia significativa entre tratamientos.

Sin embargo, numéricamente sobresale el T₂ (60:30:10) ya que fue el que alcanzó mayor longitud de fruto, diámetro ecuatorial y grados Brix (Cuadro 6).

Cuadro 6. Longitud de fruto, diámetro ecuatorial y grados Brix resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost en pepino producido en invernadero. UAAAN UL. 2016.

| Tratamiento (%Vermicompost: %Arena: %Perlita) | Longitud de fruta (cm) | Diámetro ecuatorial (cm) | Grados brix (°Brix) |
|---|---------------------------|-----------------------------|---------------------|
| T1: 70:20:10 | 19.34 a | 4.59 a | 3.98 a |
| T2: 60:30:10 | 20.44 a | 4.8 a | 4.11 a |
| T3: 50:40:10 | 19.70 a | 4.74 a | 3.99 a |
| T4 : 40:50:10 | 19.01 a | 4.41 a | 4.09 a |

. T1= Testigo.

Estos resultados coinciden con los reportados por Galindo et al., (2014) al utilizar dosis de vermicompost y arena (20:80 %) en cultivo de pepino, para las variables de Longitud de fruto y diámetro ecuatorial, con valores promedio de 19.3 cm y 4.9 cm, respectivamente. Respecto a la variable de Grados Brix, el presente trabajo supera al reportado por Galindo et al. (2014) ya que el obtuvo un promedio de 2.5 Grados Brix, mientras que en el presente trabajo se alcanzó un promedio de 4.04.

Otro estudio con pepino y sustratos orgánicos (López et., al 2011) menciona que no se encontró diferencia entre tratamientos para la variable longitud de fruto, obteniendo una media de 18.0 cm, aunque la longitud de fruto puede variar de acuerdo al híbrido o genotipo utilizado.

Los dosis de vermicompost utilizadas en el presente experimento como componente de sustrato, dieron como resultado una longitud promedio de fruto de 19.46 cm la cual está dentro de los estándares de calidad en la categoría Fancy para pepino americano, señalando que los frutos no deben pasar de los 6.0 cm de diámetro y no menor de 15 cm de longitud (USDA, 1997).

Peso de fruto y rendimiento

El número de frutos por planta y peso promedio por fruto es el más importante componente para determinar el rendimiento en el cultivo de pepino. Los resultados obtenidos indican que no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados. Sin embargo numéricamente sobresale el tratamiento con el 60% de vermicompost.

Cuadro 7. Peso de fruto (g) y rendimiento (kg.planta⁻¹), resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost en pepino producido en invernadero. UAAAN UL 2016.

| Tratamiento | Peso de fruto (g) | Rendimiento kg.planta ⁻¹ |
|-------------|-------------------|-------------------------------------|
|-------------|-------------------|-------------------------------------|

| (% Vermicompost: % Arena: % Perlita) | | |
|---|----------|--------|
| T1: 70:20:10 | 283.68 a | 8.51 a |
| T2: 60:30:10 | 304.64 a | 9.13 a |
| T3: 50:40:10 | 285.44 a | 8.56 a |
| T4 : 40:50:10 | 267.24 a | 8.01 a |

T1= Testigo.

En peso del fruto no se encontró diferencia significativa entre tratamientos. Similar a la respuesta encontrado por Galindo et al., (2014) al utilizar dosis de 20 % de vermicompost donde obtuvo un peso promedio de 285 g.

Cabe señalar que numéricamente sobresale el T2 (60:30:10) ya que fue el que alcanzó mayor valor en peso de fruto y rendimiento. Mientras que las plantas del T1 (70:20:10) produjeron menor rendimiento de kg.planta^{-1} .

Los resultados reportados en esta investigación son menores a los obtenidos por López-Elías et al. (2011), al evaluar compost en pepino se obtuvieron rendimientos de 10.6 kg m^{-2} . Por otra parte Morales (2009), en sustrato de compost reporta 8.6 kg m^{-2} , resultado similar al del presente trabajo.

Las diferencias en los rendimientos reportadas y los obtenidos en este trabajo pueden obedecer a que se evaluaron híbridos diferentes.

Los resultados obtenidos en este experimento coinciden con los obtenidos por Am-Euras et al., 2009 al mostrar que a mayor porcentaje de vermicompost no siempre mejora el rendimiento en plantas, debido a la salinidad del sustrato (Atiyeh et al., 2000; Flores et al., 2008), lo que disminuye la absorción de agua y nutrientes afectando el metabolismo de la planta. (Maathuis, 2009).

Con una tasa de creciente de vermicompost de 40 a 60%, hubo un aumento significativo en el crecimiento, sin embargo, por encima de 60% de vermicompost no pudo aumentar significativamente el crecimiento.

Peso fresco

Los resultados obtenidos en peso fresco de hoja, tallo y raíz de acuerdo al análisis de varianza muestran diferencia significativa entre tratamientos, de acuerdo a la prueba de separación de medias, donde el mayor contenido de peso fresco en hoja y tallo se presentó en las plantas que se desarrollaron en el sustrato de mayor concentración de vermicompost (50 a 70%), a diferencia de las plantas establecidas en sustrato con menor proporción de vermicompost (40%) donde se presentó el menor peso fresco.

Cuadro 8. Peso fresco de tallo, hoja y raíz (g), resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost en pepino producido en invernadero. UAAAN UL 2016.

| Tratamiento % Vermicompost: % Arena: % Perlita. | Peso Fresco Hoja | Peso Fresco Tallo | Peso Fresco Raíz |
|---|------------------|-------------------|------------------|
| T1: 70:20:10 | 136.8 a | 67.2 a | 27.6 b |
| T2: 60:30:10 | 144.4 a | 67.2 a | 36.4 a |
| T3: 50:40:10 | 131.6 a | 68.0 a | 36.8 a |
| T4 : 40:50:10 | 110 b | 57.2 b | 32.8 ab |

T1. Testigo

Los resultados obtenidos en el presente experimento fueron similares a los reportados por Galindo et al., 2014 el cual reporta que al evaluar materia fresca en cultivo de pepino utilizando dosis de vermicompost + arena (20:80 %); estiércol solarizado + arena (20:80%); vermicompost + estiércol solarizado + arena (10:10:80%) y un tratamiento testigo (solución Steiner) el tratamiento de vermicompost fue estadísticamente igual al testigo obteniendo ambos el mayor peso de materia fresca superando al resto de los tratamientos. Lo anterior puede deberse a que el vermicompost está constituido por macro y micronutrientes que provocan efectos similares en el crecimiento y calidad de los cultivos como los fertilizantes inorgánicos aplicados al suelo (Singh et al., 2008).

Peso seco

Los resultados para peso seco de hoja no presentaron diferencia significativa entre tratamientos, mientras que para peso seco de tallo y raíz se determinó diferencia significativa entre los tratamientos. A menor dosis de vermicompost de 40 a 60 % se presentó mayor peso seco de tallo y raíz, en cambio en el T₁ con una dosis de 70 % de vermicompost se obtuvo un resultado menor. El T₃ con la dosis de 50% de vermicompost, presento mayor peso seco de tallo y raíz.

Cuadro 9. Peso seco de tallo, hoja y raíz (g), resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost en pepino producido en invernadero. UAAAN UL 2016

| Tratamiento % Vermicompost: % Arena: % Perlita. | Peso seco de hoja | Peso seco de tallo | Peso seco de raíz. |
|---|-------------------|--------------------|--------------------|
| T1: 70:20:10 | 44.60 a | 5.20 b | 4.80 c |

| | | | |
|---------------|---------|---------|---------|
| T2: 60:30:10 | 44.60 a | 11.40 a | 6.80 bc |
| T3: 50:40:10 | 47.00 a | 12.00 a | 10.00 a |
| T4 : 40:50:10 | 42.40 a | 11.20 a | 7.60 ba |

T1=Testigo

Los resultados obtenidos concuerdo a lo reportado por Díaz Méndez., (2013) en cultivo de pepino, se evaluaron dosis de vermicompost/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 vermicompost produjeron la menor cantidad de materia seca. Similar con los resultados obtenidos en este experimento donde a mayor concentración de vermicompost produjeron menor cantidad de peso seco en las tres variables evaluadas.

V. CONCLUSIONES

El análisis estadístico no detectó diferencia significativa entre tratamientos para las variables altura de planta, calidad de fruto y rendimiento.

Para las variable peso fresco y peso seco si presento diferencia significativa entre los tratamiento evaluados.

Los tratamientos con el 50 y 60% de vermicompost obtuvieron los mayores valores para peso fresco de hoja, tallo y raíz. Mientras que para el peso seco de tallo y raíz sobresale el 50% de vermicompost.

La utilización del sustrato de vermicompost como medio de crecimiento permite reducir la fertilización tradicional sin afectar significativamente el rendimiento del cultivo lo cual se considera una mejora en lo que se refiere a fertilización y sustratos orgánicos bajo invernadero. Los resultados del presente trabajo muestran que los tratamientos del 50 al 60% de vermicompost sobresalen en las variables evaluadas excepto para altura de planta, en donde sobresalió el tratamiento del 70% de vermicompost.

VI. BIBLIOGRAFÍA.

Am - Euras. J. Agric. & Environ. Sci. (2009). Earthworms vermicompost: a powerful crop nutrient over the conventional compost & protective soil conditioner against the destructive chemical fertilizers for food safety and security. Sci 5(S): Pp. 01-55.

Anconca, M. L., Pech, M. V., Flores, N. A. (2006). Perfil del mercado de la vermicomposta como abono para jardín en la ciudad de Mérida, Yucatán, México. Revista Mexicana de agronegocios. Vol. 19(1). Pp. 1-15.

Araiza, R. S. 1999. Horticultura Domestica. Editorial Trillas. UAAAN. Buenavista, saltillo, Coahuila, México.

Arancon, N., Edwards, C. Q., Bierman, P. a., Eelch, C., Metzger, J. D. (2005). Influence of vermicompost on field strawberries effects on growth yields. Bioresour. Technol.93: Pp.145-153.

ASERCA. 2015. Coordinación General de Promoción Comercial y Fomento a las Exportaciones. Proyecto Descriptivo. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios (SERCA). Disponible en http://www.aserca.gob.mx/promocion/desarrollo/Eventos_2015/Lists/Octubre/Attachments/61/PROYECTO_PMA_2015.pdf. [Recuperado el 2 de Junio de 2016].

Atiyeh, R. M., N. Arancon, C. A., Edwards, and J. D., Metzger. (2000). Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Bioresour. Technol. 75: Pp. 175-180.

Azarmi, R., Sharifi, Z. P., Reza, S. M. 2008. Effect of vermicompost on growth yield and nutrition status of tomato (*Lycopersicum esculentum*). Pakistan journal of biological Sciences. 11(14): 1797-1802.

Azarmi, R., Torabi, G. M., Hajeghrari, B. 2009. The effect of sheep-manure vermicompost on quantitative and qualitative properties of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grow in the greenhouse. African Journal of Biotechnology. 8(19), 4953-4957.

Carlos Cadahía, et al. (2004). Fertirrigación. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Tercera edición. Mundi-prensa. Madrid, Barcelona y México. Pp. 44-45.

Castillo J. E., Herrera F, López-Bellido R.J., López-Bellido F.J., López-Bellido L, y Fernández E.J. (2004). Municipal solid waste (MSW) compost as a tomato transplant medium. Compost Sci. Útil. Vol.21. Pp. 86-92.

Chan, K. Y. (2001). An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity: implications for functioning in soils. Soil Tillage Res. Vol. 57: Pp. 179-191.

Chon, C. 2005. Experiencias with wastes and composts in nursery substrates. Hort Technology 15:739-747.

Cruz C. E., Villa S., M., Halle V. V., Chaparro O, V., Torres T. J. L., Sánchez, E. (2010). Generación de mezclas de Sustratos mediante un programa de optimización utilizando variables físicas y químicas. Terra latinoamericana. Vol. 28. Pp. 219-229.

Cruz- Lázaro, E., Estrada. Botello, M., Roblero-Torres, V., Osorio-Osorio, R., Márquez-Hernández, C. Sánchez-Hernández, R. (2009). Producción de Tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*. Vol. 25(1). Pp. 59-67.

Domínguez J., C. C. Lazcano y M. Gómez Brandon. (2010). Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. *Acta Zoológica Mexicana*. 26: Pp. 359-371.

Dominguez, J. (2004). State of the art and new perspectives on vermicomposting research. In: C.A. Edwards (Ed.). *Earthworm Ecology* (2nd edition). CRC Press LLC. Pp. 401-424.

Duran-Umaña, L., Henriquez-Henriquez, C. (2010). El vermicompost. Su efecto en algunas propiedades del suelo y la respuesta en planta. *Agronomía Mesoamericana*. Vol. 21(1). Pp. 85-93.

FAO. 2003. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Google. [En línea]. http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020149815/1020149815_02.pdf. Recuperado: 5 junio 2016.

FAOSTAT. 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponible en <http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx>. 2014. [Recuperado: 2 de Junio de 2016].

Folegatti, M. V., Blanco, F, F. (2000). Desenvolvimiento vegetativo de pepino enjertado irrigado como agua salina. *Scientia Agricola*. Vol. 57. Pp. 451-457.

Galindo, P. F. V., Fortiz, H. M., Preciado, R. P., Trejo, V. R., Segura, C. M. A., Orozco V. J. A. (2014). Caracterización físico-químico de sustratos orgánicos para producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo sistema protegido. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol. 5(7). Pp.1219-1232.

Gálvez H. F (2004) El cultivo de pepino en invernadero. In: Manual de Producción Hortícola en Invernadero, 2a ed. R J Castellanos (ed). INTAGRI. Celaya, Gto. México. Vol. 32(4) Pp: 282-293.

Gálvez, F. 2004. El cultivo del pepino en invernadero, Editor Manual de producción hortícola en invernadero, 2° Edición. P. 282-293.

Gómez C, M, A., Schwentesius R. R., Gómez T. L., y Iobato G. A. J. (2005). Agricultura orgánica en México ¿un panorama verde? III. Encuentro mesoamericano y del caribe de productores experimentadores e investigadores en producción orgánica. 3 – 5 de octubre. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. p.8.

Gomez Cruz. M.A., 2001. Agricultura Organica de Mexico. Datos básicos. 2° Edicion. Editorial Universidad Autonoma de Chapingo y SAGARPA.

Gómez, C. M. A., Schwentesius, R. R., Ortigoza, R. J., Gómez, T. L. (2010). Situación y desafíos del sector orgánico de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol. 1(4). Pp. 575-586.

Guenkov, G. (1974). Fundamentos de la Horticultura Cubana. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. P. 308.

HARTZ, T. K.; COSTA, E. J.; SOHRADER, W. L. 1996. Suitabilidad of composted green waste for horticultural uses. Hortscience 31: 961-964.

Hashemimajd K, Kalbasi M, Golchin A, Shariatmadari H. (2004) Comparison of vermicompost and compost as potting media for growth of tomatoes. J. Plant Nutr. 27: 1107–1123.

Infoagro 2007. Google. [En línea]. [Http://www.hortalizas.com/vaiedades-de-semillas/mexico/pepino](http://www.hortalizas.com/vaiedades-de-semillas/mexico/pepino). Recuperado el 09 de junio del 2016.

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, C. (2008). Guía técnica del cultivo de pepino. Google. (En línea). <http://www.centa.gob.sv/uploads/documentos/guía-pepino.pdf>. CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Guía técnica No.17. p-13. Fecha de consulta: 3 de mayo 2016.

Maathuis, F. J-M. 2009. Physiological functions of mineral macronutrients. Curr Opin Plant Biol. Vol. 12. Pp. 250-258.

Mahmoud, E; Kader A-El, N; Robin, P; Akkal, C. N. and Rahman A. L. (2009). Effects of different organic and inorganic fertilizers on cucumber yield and some soil properties. World Journal of Agricultural Sciences. 5: Pp 408-414.

Manjarrez-Martínez, M. J., R. Ferrera-Cerrato y M. C. González Chávez. (1999). Efecto de la vermicomposta y la micorriza arbuscular en el desarrollo y tasa fotosintética de chile serrano. *Terra* 17: Pp. 9-15.

Márquez, H. C., Cano, R. P., Rodríguez, D. N. (2008). Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. *Agricultura Técnica en México*. Vol. 34(1). Pp.69-74.

Medina-Morales, M. C., Cano-Ríos, P. (2001). Contaminación por nitratos en agua, suelo y cultivos en la comarca lagunera. *Revista Chapingo serie Zonas Áridas*. Vol. 2(1). Pp. 9-14.

Moreno, R. A., Gómez, F. L., Cano, R. P., Martínez, C. V., Reyes, C. J. L., Puente, M. J. L., Rodríguez, D. N. (2008). Genotipos de tomate en mezclas de vermicompost. Arena en invernadero. *Terra latinoamericana*. Vol. 26(2). Pp. 103-109.

Moreno, V, D., Hernández, H. B. N., Barios, D. J. M., Ibáñez, M. A., Cruz, R, W., Berdeja. A. R. (2015). Calidad poscosecha de frutos de pepino cultivados con diferente solución nutritiva. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. Vol. 6(3). Pp. 637-643.

Moreno, V, D., Hernández, H. B. N., Barios, D. J. M., Ibáñez, M. A., Cruz, R, W., Berdeja. A. R. 2015. Calidad poscosecha de frutos de pepino cultivados con diferente solución nutritiva. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. Vol. 6(3). Pp. 637-643.

Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*. Vol. 25. Pp. 239-250. Tesis licenciatura.

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

Olivares-Campos, M. A., Hernández-Rodríguez, A., Vencenes-Contreras, C., Jaquez-Balderrama, J.L., Ojedas-Barios, D. (2012). Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. *Universidad y Ciencia, Trópico Húmedo*. Vol. 28(1). Pp.27-37.

Ortiz C., J; S, F. Castillo., M, M-C., y A, T., García. 2009. Características deseables de planta de pepino en invernadero e hidroponía en altas densidades de población. *Rev. Fitotecnia Mexicana*. 32:289-294.

OZARES, H. M.; SCHAFFER, B.; BRYAN, H. H. 1994. Nutrien concentrations, growth, and yield of tomato and squash in municipal solid-waste-amended soil. *Hortscience* 29(7): 785-788.

Pacas H., C. R. 2002. Efecto de la composta en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L) en invernadero. Tesis de licenciatura de producción. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Mexico.

Parthasarathi, K., Balamurugan, M., Ranganathan, L. s. 2008. Influence of vermicompost on the physico-chemical and properties in different types of soil along

with yield and quality of the pulse crop-blackgram. Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng. Vol. 5(1). Pp. 51-58.

Pepino (*Cucumis sativus* L. Google.[en línea]. <http://www.siap.gob.mx/pepino/>. Recuperado el 13 marzo del 2016.

Pepino (*Cucumis sativus* L.). Google.[en línea].]. <http://www.siap.gob.mx/pepino/>. Tesis de licenciatura. Recuperado el 16 de abril 2016.

Quesada R. G., y Méndez S. C. 2005. Análisis fisicoquímico de materiales primas y sustratos de uso potencial en almácigos de hortalizas, Revista Agricultura Tropical. Vol. 35. Pp. 01-13.

Recuperado el 1 de mayo 2016.

Roblero, R. H. R., Nava, P. E., Valenzuela, Q. W., Camacho, B. J. R., Rodriguez-Quiroz, G. 2014. Evaluacion de cinco dosis de vermicomposta en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en Sinaloa, Mexico. Revista Mexicana de ciencias Agrícolas, (8) 1495-1500.

Rodríguez C.,E. 1986. El cultivo del pepino (*cucumis sativus* L) en hidroponía bajo el sistema de grava con subirrigacion. Tesis profesional. Universidad Autonoma de Chapingo. Departamento de Fitotecnia. P. 92.

Rodriguez, D. N., Cano, R.P., Figuero, a V.U., palomo, G.A., Favela, CH.E., Alvarez R.V.P., Marquez, H.C., Moreno, R, A. 2008. Produccion de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. Rev. Fitotec. Mex. 31. Pp. 265-272.

Sánchez Del C F., J Ortiz C., Ma C Mendoza C., V A González H., J Bustamante O (1998) Parámetros fisiológicos y agronómicos de jitomate en dos sistemas nuevos de producción. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 32(4). Pp. 21:1-13.

Savvas, D. 2003. Hydroponics: a modern technology supporting the application of integrated crop management in greenhouse. Food Agric. Environ. 1: Pp. 80-86.

Serrato A., j., Sandoval A. E., Salazar M., J., Gallegos M., Hernández V., y Ramírez O, T., 2001. Desarrollo de un sistema de escalamiento descendente para simular gradientes de pH en cultivos bacterianos y de células animales. Instituto de Biotecnología, UNAM. Vol. 66. Pp. 171-178.

SIAP 2015. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA, México. Disponible en http://reportes.siap.gob.mx/Agricola_siap/ResumenProducto.do. Recuperado el 20 de Junio de 2016].

SIAP. 2007. Google. [En línea]. Servicio de información Agroalimentaria y Pecuaria. El cultivo del pepino. www.siap.gob.mx. Recuperado el 13 de mayo del 2016.

SIAP. 2010 Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA, México. Disponible en http://reportes.siap.gob.mx/Agricola_siap/ResumenProducto.do. Recuperado el 2 junio del 2016.

SIAP. 2012. Google. [En línea]. Servicio de información Agroalimentaria y Pecuaria. El cultivo del pepino. www.siap.gob.mx. Recuperado el 1 de mayo del 2016.

Tiscornia Julio R. 1983. Hortalizas de fruto. Editorial ALBAROS. Buenos aires, Argentina.

Vermicompost. Google. [en línea]. <http://www.emison.com/5105.htm>. Recuperado el 1 de mayo 2016.

Vermicompost. Google. INIFAP. 2014 [En línea]. Cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/agricolas/article/view/668/642

Villa-Briones, A., Zavaleta-Mejia, E., Vargas-Hernandez, M., Gomez-Rodriguez, O., Ramirez-Alarcon, S. 2008. Incorporacion de vermicomposta para el manejo de *Nacobbus aberrans* en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Revista Chapingo. Serie horticultura, 14(3), 249-255.

Villareal-Romero, M., Parra-Terraza, S., Sánchez-peña, P. Hernández-Verdugo, S., Osuna-Encino, T., Basilio-Heredia, J. 2010. Cobertura vegetal, vermicompost y actividad microbiana del suelo en la producción de tomate. Revista mexicana de ciencias agrícolas. Vol. 1(2). Pp.217-231.