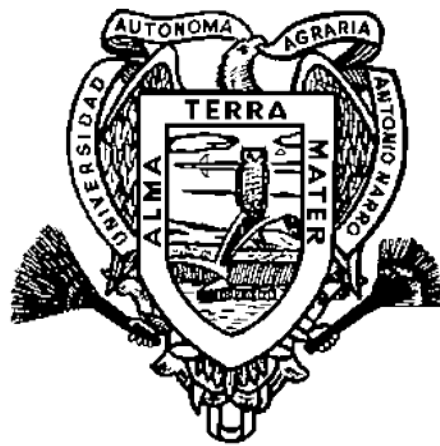


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**RESPUESTA DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) A LA  
FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN INVERNADERO.**

**POR**

**SANTIAGO PEREZ LOPEZ**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**TORREÓN, COAHUILA MÉXICO.**

**SEPTIEMBRE, 2016**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

RESPUESTA DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) A LA  
FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN INVERNADERO.

POR

SANTIAGO PEREZ LOPEZ

TESIS

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


INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR

PRESIDENTE:

  
\_\_\_\_\_  
ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

VOCAL:

  
\_\_\_\_\_  
M.C. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

VOCAL:

  
\_\_\_\_\_  
DR. ALFREDO OGAZ

VOCAL SUPLENTE:

  
\_\_\_\_\_  
DR. EDUARDO E. MADERO TAMARGO

  
\_\_\_\_\_  
M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERA AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA MÉXICO

SEPTIEMBRE DE 2016



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

RESPUESTA DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) A LA  
FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN INVERNADERO.

POR

SANTIAGO PEREZ LOPEZ

TESIS

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

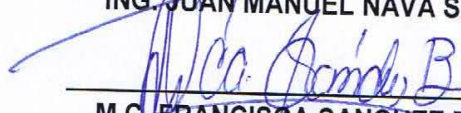
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:

  
\_\_\_\_\_  
ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
M.C. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
DR. ALFREDO OGAZ

ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
DR. EDUARDO E. MADERO TAMARGO

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



TORREÓN, COAHUILA MÉXICO

SEPTIEMBRE DE 2016

## **AGRADECIMIENTO**

### **A Dios**

A mi padre dios por esta vida y los momentos maravillosos que me regala y porque siempre ha sido mi motor, nunca me deja solo en los momentos más difíciles de la vida, mi amigo fiel, gracias dios mío por este logro tan grande e importante sin usted no lo hubiera logrado estoy tan feliz, usted más que nadie sabe cuánto me costó, fueron sufrimientos pero también momentos hermosos que nunca olvidare, nuevamente gracias por esta vida que me regalas; te amo.

### **A mis amigos**

Rubicel, Adonias, Martha, Yessica, Abel, Tony Lara, Ramiro Rendón, Emmanuel, Manuel Esquivel, José Chairez, Orlando Ortiz, por el apoyo incondicional, cariño y porque estuvieron en todo momento conmigo, nunca me dejaron solo, los amigos nunca se olvidan y todos ustedes siempre los llevare en mi corazón, porque ocupan un lugar muy importante en mi vida, gracias.

### **A mis maestros**

Ing. Juan Manuel Nava Santos, por el gran apoyo brindado durante estos años de formación académica, por su paciencia, comprensión, y consejo para que esta meta se cumpliera, muchísimas gracias, un gran profesional pero sobre todo una gran persona.

M.C. Francisca Sánchez Bernal, por todo su apoyo y paciencia para que este trabajo concluyera siempre le estaré agradecido, no solo por esto, también porque influyo en mi formación académica, muchas gracias maestra francis.

Dr. Alfredo Ogaz y Dr. Eduardo Madero, por apoyarme en este trabajo, por los conocimientos, consejos y palabras de motivación de seguir adelante traspasando los retos y obstáculos que la vida nos pone, a ellos muchas gracias.

## DEDICATORIA

### A MIS PADRES

**Santiago Pérez López**

**Anastacia López Díaz**

Por todo el cariño, amor y apoyo incondicional que me han dado durante todos estos años, gracias a ustedes he logrado este paso muy importante en mi vida y para mi futuro, gracias porque nunca me dejaron solo, siempre estuvieron ahí en los momentos más difíciles, no fue fácil, fueron retos y obstáculos, no solo para mí también para ustedes, porque estuvieron trabajando duro, pero gracias a Dios todo sacrificio tiene una recompensa, por ustedes he logrado una meta; mil gracias papitos lindos.

### A mis hermanos

**Roberto:** gracias carnal por tanto apoyo y amor, eres el hermano gemelo que siempre quise tener, tú siempre estás en los buenos y malos momentos de mi vida, mi cómplice, por ti he logrado este sueño, lo compartiremos siempre juntos para toda la vida, te amo...

**Carmelita:** tu partida me ha dejado un dolor muy grande, gracias por todo mamita en vida siempre me apoyaste, y yo sé que desde el cielo estarás orgullosa de este logro tan importante en mi vida, te lo dedico es tuyo también, como me hubiera gustado que estuvieras aquí con nosotros y celebrar cada triunfo, Dios sabe porque hace las cosas, te quiero, siempre te llevare en mi corazón y gracias por todo mamita.

### **Lucy, Tomy y Justo**

Gracias por tanto apoyo, por los consejos que me dieron y porque siempre creyeron en mí, nunca me dejaron solo en los momentos más difíciles, los hermanos son para siempre, y este logro lo compartiré siempre con todos ustedes gracias a todos, para ustedes este logro.

## **A MI FAMILIA**

### **Mi esposa**

A María Magdalena, va para ti mi amor este logro tan grande en mi vida, y es parte tuyo también porque siempre estuvimos juntos, sufrimos, lloramos, reímos, tantos momentos que quedarán marcados para siempre, gracias por tu paciencia, tu cariño y amor, por algo pasan las cosas y tu llegaste a mi vida justo en ese momento cuando necesitaba de un ángel y Dios te mandó para que llenaras ese vacío y como no amarte si tú me has regalado un hermoso angelito gracias, por él estaremos juntos hasta donde Dios lo permita.

### **A mi hijo**

DarbyZaid Pérez Aguilar campeón, este logro va para ti mi amor, eres lo más grande, hermoso y valioso que tengo en la vida, eres mi todo, doy gracias a Dios por esta felicidad tan grande que siento desde lo más profundo de mi corazón, te amo mi “chaguito”.

## **A MIS FAMILIARES**

Son tantos los familiares que le dedico este trabajo, pero en especial a mi abuelita Juana por sus consejos, cariño y apoyo incondicional y a mis tres abuelitos que desde el cielo estarán felices y orgullosos por este logro, a todos ellos gracias.

A mis tíos Felipa, Ángel, Juan, Margarita, por el apoyo y palabras de motivación, por los consejos que me dieron y a todos mis tíos, que quisiera nombrar a cada uno pero son muchos, a todos ellos dedico este logro.

## RESUMEN

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es un cultivo tradicional en el sureste de México, y Yucatán es el principal productor, ocupa un lugar muy importante en la dieta de la población mexicana debido a sus características de vida en anaquel y pungencia, el chile habanero de la Península de Yucatán se considera de calidad superior a los cultivados en el resto del mundo.

Entre la gran diversidad del género *capsicum*, el chile habanero (*C. chinense* Jacq.) se ha convertido en un símbolo y ejemplo en pungencia, debido a su más alto contenido de capsaicina encontrado en el fruto. La importancia de los capsaicinoides se debe a que además de proporcionar el sabor picante son utilizados por la industria farmacéutica, de armas, tabacalera, cosmética, de pinturas, entre otras como ingrediente activo en diversos productos.

El chile habanero es el chile más producido en invernadero debido a su alta rentabilidad, retornos económicos, competencia y demanda en el mercado. Las regiones donde más se produce el chile habanero son: en la zona sur del país, en la zona de la península de Yucatán y Veracruz, por sus climas idóneos para el cultivo del chile habanero. El cultivo bajo invernadero es una opción de producción que permite proteger a las cosechas de factores ambientales adversos, tales como, temperaturas extremas, precipitación intensa, baja humedad relativa y radiación solar intensa. También con este sistema de producción es posible tener un mejor control de las plagas y enfermedades, lo cual ayuda para que la calidad y cantidad de las cosechas se incrementen. Los principales cultivos que se producen bajo invernadero en México son el tomate, chile pimiento y pepino.

El objetivo de esta investigación fue conocer el comportamiento de chile tipo habanero producido con fertilizantes orgánicos en invernadero. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 4 tratamientos y diez repeticiones, cada repetición consistió en una maceta con una planta. El experimento se desarrolló en el invernadero N°. 3, del

departamento de Horticultura de la UAAAN –UL. Los tratamientos evaluados fueron: T<sub>1</sub> (Lixiviado de vermicompost); T<sub>2</sub> (Té de Vermicompost); T<sub>3</sub> (Té de Compost); T<sub>4</sub> (Solución nutritiva Steiner), este último fue considerado como el testigo. Las variables evaluadas fueron diámetro polar, diámetro ecuatorial, grosor de pulpa, número de frutos, peso fruto, peso total de frutos. Conforme a los resultados obtenidos y la metodología estadística utilizada en el experimento para la evaluación de las variables de calidad del chile habanero con los fertilizantes utilizados, el tratamiento que más sobresalió en la mayoría de las variables evaluadas con valores numéricos altos, fue el Té de Vermicompost (T<sub>2</sub>.)

**Palabras clave:** Chile habanero, fertilizante orgánico, lixiviado, vermicompost, invernadero.



## Índice

1.	AGRADECIMIENTO .....	i
2.	DEDICATORIA .....	ii
3.	RESUMEN.....	iv
4.	ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
5.	ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
6.	I.INTRODUCCION .....	1
6.1.	1.1 Objetivo .....	3
6.2.	1.2 Hipótesis .....	3
7.	II.REVISION DE LITERATURA .....	4
7.1.	2.1 Generalidades del chile habanero .....	4
7.2.	2.2 Origen.....	4
7.3.	2.3 Clasificación taxonómica.....	5
7.4.	2.4 Descripción botánica.....	5
7.4.1.	2.4.1 Planta .....	5
7.4.2.	2.4.2 Raíz.....	5
7.4.3.	2.4.3 Tallo .....	6
7.4.4.	2.4.4 Hoja.....	6
7.4.5.	2.4.5 Fruto .....	6
7.4.6.	2.4.6 Semilla.....	7
7.5.	2.5 Generalidades de invernaderos .....	7
7.5.1.	2.5.1 Ventajas .....	8
7.5.2.	2.5.2 Desventajas.....	8
7.5.3.	2.5.3 Requerimientos climáticos .....	8
7.5.4.	2.5.4 Requerimientos edáficos.....	9
7.5.5.	2.5.5 Requerimientos Agroclimáticos.....	9
7.6.	2.6 Labores culturales .....	10
7.6.1.	2.6.1 Época de establecimiento .....	10
7.6.2.	2.6.2 Siembra.....	10
7.6.3.	2.6.3 Trasplante.....	11
7.6.4.	2.6.4 Formas de trasplante .....	11
7.6.5.	2.6.5 Densidad de población .....	11
7.7.	2.7 Riego .....	11
7.8.	2.8 Fertilización.....	12

7.9.	2.9	Entutorado .....	13
7.9.1.	2.9.1	Poda .....	13
7.9.2.	2.9.2	Polinización .....	14
7.10.	2.10	Cosecha.....	14
7.11.	2.11	Plagas y enfermedades.....	15
7.11.1.	2.11.1	Plagas .....	15
7.11.2.	2.11.2	Araña roja ( <i>Tetranychus urticae</i> ). .....	15
7.11.3.	2.11.3	Mosquita blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> ).....	16
7.11.4.	2.11.4	Pulgón ( <i>Aphis gossypii</i> , Sulzer y <i>Myzus persicae</i> , Glover) .....	16
7.11.5.	2.11.5	Enfermedades.....	17
7.11.6.	2.11.6	Mancha bacteriana ( <i>Xanthomonas campestris</i> pv <i>vesicatoria</i> ) .....	17
7.11.7.	2.11.7	Marchitez ( <i>Phytophthora capsici</i> ) .....	18
7.11.8.	2.11.8	Marchitez o pudrición ( <i>Rhizoctonia solani</i> ).....	18
8.	III.	MATERIALES Y METODOS.....	19
8.1.	3.1	Ubicación geográfica de la Comarca Lagunera.....	19
8.2.	3.2	Características del clima .....	20
8.3.	3.3	Localización del experimento .....	20
8.4.	3.4	Características del invernadero.....	20
8.5.	3.5	Diseño experimental .....	21
8.6.	3.6	Siembra.....	21
8.6.1.	3.6.1	Llenado de bolsas .....	21
8.6.2.	3.6.2	Trasplante.....	22
8.6.3.	3.6.3	Riego .....	22
8.7.	3.7	Manejo del cultivo.....	22
8.7.1.	3.7.1	Poda .....	22
8.7.2.	3.7.2	Tutoreo.....	22
8.7.3.	3.7.3	Plagas.....	22
8.7.4.	3.7.4	Enfermedades.....	23
8.7.5.	3.7.5	Cosecha.....	24
8.8.	3.8	Variables evaluadas.....	24
8.8.1.	3.8.1	Diámetro polar.....	24
8.8.2.	3.8.2	Diámetro ecuatorial .....	25
8.8.3.	3.8.3	Grosor de pulpa .....	25
8.8.4.	3.8.4	Número de frutos por planta .....	25

8.8.5.	3.8.5	Peso de fruto .....	25
8.8.6.	3.8.6	Peso total de frutos .....	25
9.		IV.RESULTADOS Y DISCUSION.....	25
9.1.	4.1	Diámetro polar.....	25
10.		.....	26
10.1.	4.2	Diámetro ecuatorial .....	26
10.2.	4.3	Grosor de pulpa .....	27
10.3.	4.4	Numero de frutos por planta .....	28
10.4.	4.5	Peso fruto.....	29
10.5.	4.6	Peso total de frutos .....	30
11.		V.CONCLUSIONES.....	32
12.		VI.LITERATURA CITADA.....	33

**ÍNDICE DE CUADROS.**  
**Pagina**

<b>Cuadro 1.</b> Control de plagas.....	23
<b>Cuadro 2.</b> Control de enfermedades.....	24
<b>Cuadro 3.</b> Fechas de cosecha.....	24

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pagina</b>
<b>Figura 1.</b> Diámetro polar (cm), obtenido en chile habanero ( <i>Capsicumchinense</i> Jacq) producidos con fertilización orgánica en invernadero. UAAAN-UL.....	26
<b>Figura 2.</b> Diámetro ecuatorial (cm), obtenido en chile habanero ( <i>Capsicumchinense</i> Jacq) producidos con fertilización orgánica en invernadero. UAAAN-UL.....	27
<b>Figura 3.</b> Grosor de pulpa (cm), obtenidos con chile habanero ( <i>Capsicumchinense</i> Jacq) producidos con fertilización orgánica en invernadero. UAAAN-UL.....	28
<b>Figura 4.</b> Numero de frutos por planta, obtenidos en chile habanero ( <i>Capsicumchinense</i> Jacq) producidos con fertilización orgánica en invernadero. UAAAN-UL.....	29
<b>Figura 5.</b> Peso fruto (g), obtenido en chile habanero ( <i>Capsicumchinense</i> Jacq) producido con fertilización orgánica en invernadero. UAAAN-UL.....	30
<b>Figura 6.</b> Peso total de frutos (g), obtenido en chile habanero ( <i>Capsicumchinense</i> Jacq) producidos con fertilización orgánica en invernadero. UAAAN-UL.....	31

## I. INTRODUCCION

La importancia económica del chile se basa principalmente en la utilización de sus frutos. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el chile es a nivel mundial el quinto producto hortícola, por superficie cultivada. El interés por este cultivo no se centra únicamente en su importancia económica y consumo humano; también se ha demostrado que el chile es una fuente excelente de colorantes naturales, minerales y vitaminas A, C y E. El chile habanero tiene gran demanda en Estados Unidos, ya que se considera dentro de los más picantes y aromáticos. Los países exportadores son Belice y México. Además de su uso como alimento o condimento, el chile habanero y otros chiles menos picantes son utilizados en medicina, debido a la presencia de unos compuestos denominados *capsaicinoides*, que determinan el grado de picor en la mayoría de los frutos del género *Capsicum* (Valle, 2008).

El cultivo de Chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq) es de suma importancia para el país, específicamente para el sureste de México, sin embargo actualmente se está sembrando en otros Estados de la República Mexicana ya que su demanda ha crecido por sus grandes atributos de sabor, así como por su uso en salsas, cosméticos y medicinas, además por su exportación a diferentes países del mundo. Es atractiva la producción del chile habanero y el alto precio que alcanza en el mercado (15 a 80 pesos por kilogramo) es una de las razones para desarrollar técnicas que ayuden a tener mejores rendimientos y calidad del fruto. (SIAP, 2012)

Por la alta demanda de esta hortaliza, se ha iniciado su cultivo en otras regiones del país, principalmente en la franja costera del Golfo de México, toda vez que su área tradicional de producción se ubica en la península de Yucatán, cuya superficie de siembra representa el 80 por ciento en México, con alrededor de 950 hectáreas (SAGARPA, 2013).

A nivel mundial, cerca de 15.8 millones de hectáreas son manejadas de manera orgánica y es factible pensar que todas realizan aplicaciones de abonos orgánicos. Latinoamérica ocupa el tercer lugar mundial en superficie de producción orgánica después de Oceanía y Europa (Willer y Yussefi, 2001).

Los abonos orgánicos son de gran importancia en la fertilización del suelo, esto dependiendo de la naturaleza del abono, características del suelo, tipo de cultivo, periodicidad de la aplicación y cantidad aplicada del abono. Los abonos orgánicos proporcionan nutrientes, corrigen deficiencias porque contienen nutrientes de lentaliberación y mejoran las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo, así ayudan al desarrollo y crecimiento de las plantas (Astier, 2005).

## **1.1 Objetivo**

Determinar el efecto de fertilización orgánica en la producción de chile habanero (*Capsicumchinense*Jacq.).

## **1.2 Hipótesis**

La fertilización orgánica incrementa la producción de chile habanero cultivado en invernadero.



## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades del chile habanero

El habanero se distingue por ser el más picante de chiles cultivados en México, pertenece a la especie *Capsicum chinense*, originaria de la cuenca amazónica del Brasil. Su zona de producción en México está en el sureste del país, se calcula que llegó a México después de la conquista, ya que es el único chile usado por los yucatecos que no tiene nombre en lengua maya. Tiene la forma de un pequeño trompo redondo que varía de 2 a 6 cm de largo, por 2 a 4 cm de ancho, con una constitución en la base. Es de color verde claro cuando está tierno y de tonos salmón, rojo café, amarillo o naranja al madurar. Sus paredes gruesas contienen mucha humedad por lo que no es fácil deshidratarlo. (Grupo nikkol, 2005).

### 2.2 Origen

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) es de origen sudamericano, proviene de las tierras bajas de la cuenca Amazónica y de ahí se dispersó a Perú durante la época prehispánica. La distribución también se dirigió hacia la cuenca del Orinoco (en territorios de Colombia y Venezuela) hacia Guyana, Surinam, la Guyana Francesa y las Antillas del Caribe (Salaya, 2010). Su distribución en América del Sur y en el Caribe, se dio después de la conquista y de ahí se llevó al continente Africano en las primeras relaciones europeas con América (Long-Solís, 1998).

*C. chinense* es la especie más cultivada en Sudamérica. En México se siembra principalmente en la península de Yucatán, donde fue introducido probablemente desde Cuba, lo que podría explicar su nombre popular de habanero. Éste chile es uno de los de mayor pungencia o picor por su alto contenido de capsaicina (200,000 a 500,000 unidades Scoville), por lo que es muy apreciado en el mundo, y con una creciente demanda en

Estados Unidos de América, Japón, China, Tailandia, Inglaterra, Canadá, Cuba y Panamá. Sin embargo, los únicos países exportadores son Belice y México (Ramírez *et al.*, 2005).

### **2.3 Clasificación taxonómica**

Según Tun D. J. 2001 la clasificación taxonómica para el cultivo de chile habanero es la siguiente:

Clase: Angiosperma

Subclase: Dicotyledonea

Superorden: Sympetala

Orden: Tubifloras

Familia: Solanácea

Género: capsicum

Especie: C chinenseJacq.

### **2.4 Descripción botánica**

#### **2.4.1 Planta**

Tiene hábitos de crecimiento indeterminado, comportándose como una planta perenne. El tallo principal está bien diferenciado, con variación en cuanto al tipo de ramificación la cual, generalmente, es recta y produce de 3 a 5 ramas primarias por 9 a 13 ramas secundarias; la planta presenta una altura no menor de 1.30 m. (Soria *et al.*, 2002).

#### **2.4.2 Raíz**

Está formada por un pivote recto provisto de muchas raíces largas y fibrosas. Y vellosas a profundidades de 0.70 m a 1.20 m. Esta poca profundidad del sistema de raíces determina entre otras cosas, los grandes requerimientos de la planta con respecto las condiciones físicas del suelo, su humedad y balance nutricional; pero en su mayoría tienen una profundidad de 40 cm; difícilmente forma raíces adventicias, (Méndez et al., 2009).

### **2.4.3 Tallo**

Su tallo es grueso, erecto, glabro, robusto y generalmente tiene tendencia a trifurcarse en la primera ramificación, la que ocurre entre la décima y duodécima hoja, para después continuar bifurcándose, con un crecimiento semi-indeterminado; después de la primera trifurcación muy raramente las tres ramas alcanzan el mismo desarrollo (De la Cruz, s/a).

### **2.4.4 Hoja**

Las hojas son simples, lisas, alternas y de forma lanceolada, de tamaño variable lo mismo que su color, el cual puede presentar diferentes tonos de verde dependiendo de la variedad. Pueden ser glabras o pubescentes, el grado de pubescencia también depende de la variedad. Con una nutrición adecuada se pueden alcanzar hojas con un tamaño superior a los 15 cm. De longitud y ancho (De la Cruz, s/a).

### **2.4.5 Fruto**

Se presenta hasta 6 frutos por axila; la forma de estos varía de redonda a oblongo. Por lo general, son ondulados con un ensanchamiento en la parte apical y tienen de 3 a 4 lóculos. El tamaño de los frutos varía de 2 a 4 cm de ancho, son de color verde cuando tiernos y al madurar pueden ser anaranjados, amarillos, blancos, rojos, predominando el color anaranjado, el cual es el preferido por el consumidor. Los frutos son

extremadamente pungentes y aromáticos, una característica importante es que al pungencia no es persistente y desaparece poco después que el fruto fue consumido (Tun D. J. 2001).

#### **2.4.6 Semilla**

Las semillas como lisas, ovaladas y pequeñas (2.5 a 3.5 mm); tienen testa de color café claro a café oscuro y su periodo de germinación varía entre ocho y quince días. El sabor picante se debe a la presencia de capsaicina, sustancia muy irritante en estado puro y cuya mayor concentración se encuentra en las proximidades de las semillas (De la Cruz, s/a).

#### **2.5 Generalidades de invernaderos**

Es una estructura agrícola con cubierta traslúcida, cuyo principio es simular las condiciones para tener éxito en la producción de cultivos altamente rentables. Para lograr el objetivos se recurre al diseño y equipamiento del mismo, dichas estructuras se han convertido en una necesidad, debido a una importante serie de factores que afectan la producción agrícola así como la demanda de alimentos, que crece de manera exponencial (Rodríguez *et al.*, 2006).

La agricultura protegida es aquella que se realiza bajo métodos de producción que ayudan a ejercer determinado grado de control sobre los diversos factores del ambiente. Minimizando las condiciones climáticas restricciones que limitan la producción de los cultivos. Entre las ventajas de este sistema de producción se encuentra: generación de ocho empleos directos por hectárea, producción de cultivos inocuos e incrementos de hasta cinco veces la producción, con relación a campo abierto (SAGARPA, 2012).

### **2.5.1 Ventajas**

Muchas son las ventajas de los invernaderos en la producción de hortalizas, flores y ornamentales, como la posibilidad de cultivar todo el año, producir fuera de temporada, obtención de productos en regiones con condiciones restrictivas, aumento de los rendimientos por unidad de superficie, productos de alta calidad, menor riesgo en la producción y condiciones idóneas para la experimentación e investigación (ACEA, 2012).

La hortaliza que más se cultiva en condiciones de invernadero es el jitomate, seguida por los pimientos y los pepinos, el 4 % lo ocupan las ornamentales y hortalizas, destacando los estados de Yucatán y Quintana Roo en la producción de chile habanero (*Capsicum chinense Jacq.*), que ha recobrado interés en los últimos cinco años. La producción de chile habanero bajo invernadero es una opción para la diversificación de cultivos en ese sistema de producción (Villa *et al.*, 2011)

### **2.5.2 Desventajas**

Rodríguez, (2006) señala algunos inconvenientes antes de construir o comprar un invernadero y así estar preparados para enfrentar o minimizar los efectos negativos, estos son:

- Alta inversión inicial
- Alto costo de operación
- Requiere de personal especializado
- Requiere de monitoreo constante de las condiciones ambientales dentro del cultivo para un mejor control de plagas y enfermedades.

### **2.5.3 Requerimientos climáticos**

El chile habanero muestra su mejor desarrollo en zonas templadas, subtropicales. Con altitudes que oscilan entre 0 y 2700 msnm. Se desarrolla en un rango de precipitación óptima de 600 a 1250 mm (FAO, 1994). Sin embargo, estos valores varían en base a la variedad que se vaya a cultivar y la adaptabilidad que ésta presenta (FAO, 1994; Aragón, 1995).

El chile habanero es una hortaliza de clima caliente, los rangos de temperatura en que se desarrolla de forma normal son: mínima 10°C, máxima 35°C y óptima de 30 °C. Las temperaturas menores de 10°C y mayores a 35°C limitan el desarrollo del cultivo (Ramírez *et al.*, 2006). La temperatura para la germinación fluctúa entre los 18 y 35 °C, siendo la óptima de 30°C

#### **2.5.4 Requerimientos edáficos**

Los suelos más favorables para el desarrollo del chile habanero, son aquellos que tienen buen drenaje y buena retención de humedad. Con un pH de 6.5 a 7.0, para lograr una mayor disponibilidad de los nutrientes; pH del suelo diferentes a estos valores necesitarán enmiendas por lo que es muy importante conocer y considerar este factor para el buen uso de fertilización y asimilación de los nutrientes. El cultivo de chile habanero requiere una lámina de riego de 750 a 1000 mm para obtener altos rendimientos. Una lámina de riego menor a 30 mm mensuales afecta el rendimiento, el cual se ven disminuido (Ramírez *et al.*, 2006).

#### **2.5.5 Requerimientos Agroclimáticos**

Es muy importante tener en cuenta, que los factores climáticos, a diferencia de los edáficos son inmodificables, delimitando directa o indirectamente zonas aptas para el desarrollo de cualquier cultivo, dado que sus componentes, como la temperatura, precipitación, humedad ambiental y el brillo solar permiten el desarrollo y establecimiento del cultivo, o bien afectan la incidencia de plagas o enfermedades. El cultivo del chile habanero requiere precipitaciones pluviales promedio 750 a 1000

mm, como favorables para obtener altos rendimientos, precipitaciones 14 menores a 30 mm mensuales afectan los rendimientos los cuales se ven disminuidos (Ramírez, 2006).

## **2.6 Labores culturales**

### **2.6.1 Época de establecimiento**

Para obtener buenos resultados es preferible sembrar chiles en la estación seca cuando la incidencia del tizón temprano es baja. El chile habanero es un cultivo que requiere de un clima cálido durante toda la estación de cultivo, para su desarrollo La planta es de ciclo anual, pero se obtienen dos cosechas durante el año ECAO, (2002). También explica que el rendimiento va depender del manejo que se le proporcione al suelo y a los cultivos. La planta puede seguir viva a partir de la segunda cosecha, pero su producción no es en cantidades ni calidades requeridas, que ameriten seguir manteniendo el cultivo.

Según Vázquez *et al.*, (2011), La técnica de trasplante en los sistemas hortícolas intensivos, como en el cultivo de chile, ha permitido una mejor planificación de la siembra, uniformidad en el crecimiento, uso eficiente de las semillas y precocidad en la producción.

### **2.6.2 Siembra**

Las plantas de chile habanero no se siembran directamente en el suelo; es común que las semillas se germinan en sitios especiales llamados almácigos, los cuales ofrecen condiciones muy favorables de suelo, luz y agua para posibilitar un buen crecimiento, así se obtienen las llamadas plántulas, que se trasplantan al sitio de cultivo y también suelen producirse en charolas de poliestireno (Tomás *et al.*, 2006).

### **2.6.3 Trasplante**

De acuerdo con Piña (1984), debe de tener un buen desarrollo de raíces, apariencia vigorosa y hojas de color verde oscuro. El trasplante debe efectuarse preferentemente por la mañana, cuando la temperatura sea baja y deberá. Es aconsejable preparar las plántulas para la cual se debe suspender los riegos y destapar los almácigos por completo de día y de noche, ocho días antes de esta práctica.

### **2.6.4 Formas de trasplante**

El marco de plantación que se recomienda es de 1.2 m entre hileras y 0.35 m entre plantas. Esto se establece con base a resultados de un estudio sobre densidades de población y nutrición de plantas de chile habanero que se llevó a cabo en el CENID RASPA (Villa *et al.*, 2010).

### **2.6.5 Densidad de población**

Valadez (1993), reportó que la siembra directa no es usual, recomendándose de 2 a 3 kilogramos de semilla por hectárea. Para los almácigos a campo abierto con 500 g de semilla sembrada en una superficie de 50 m<sup>2</sup> se obtiene planta suficiente para una hectárea comercia. La densidad de población en promedio se encuentra entre 20,000 y 25, 000 plantas por hectárea, la cual se logra con un marco de plantación en surcos que varía desde 80, 92, 100 120 cm y una distancia entre plantas entre 20 y 50 cm.

## **2.7 Riego**

Explica ECAO. (2002), que el chile habanero (*C. chinense* Jacq), es una planta sensible al exceso o la falta de agua. Debe tener buen



abastecimiento durante todo el período que permanece el cultivo en el campo. Dos a tres riegos por semana son suficientes para lograr un buen desarrollo y fructificación, de 600 a 1,200 mm. de agua bien distribuida durante el año se consideran normales. Puede regarse por aspersión o goteo, pero lo usual en las plantaciones comerciales es por gravedad en surcos paralelos.

Señala (De la Cruz, s/a), que el consumo de agua de una plantación de chile depende de factores tales como:

- 1.-La zona de siembra
- 2.-La época de siembra
- 3.-El tipo de suelo
- 4.-El cultivar empleado
- 5.-El tipo de riego que se emplee.

El cultivo de chile demanda riego durante su ciclo de vida, ya sean siembras bajo riego o en el invierno.

(De la Cruz, s/a) señala también que el manejo del agua debe de ser muy cuidadoso, porque la escasez o el exceso son inapropiados para la planta. Este cultivo debe establecerse bajo riego en cualquier época del año, para asegurar la producción. Las plantaciones realizadas bajo condiciones de temporales, generalmente reportan bajos rendimientos debido a que la lluvia no se distribuye de acuerdo a las necesidades del cultivo (De la Cruz, s/a).

## **2.8 Fertilización**

La cantidad de fertilizante que se tiene que incorporar al cultivo, depende de la disponibilidad de nutrientes que se encuentren en el suelo y de la curva de nutrición de la planta. Recomendar una dosis de fertilización para el cultivo de chile habanero es irresponsable, cuando no se conoce en qué condiciones nutritivas se encuentra el suelo. En términos generales el cultivo de chile habanero, es exigente en potasio, nitrógeno, calcio,

magnesio y fósforo. En el caso del chile habanero, el requerimiento nutritivo es de 250 kilogramos de nitrógeno, 100 kilogramos de fósforo, 300kilogramos de potasio, 200 kilogramos de calcio y 100 kilogramos de magnesio, en todo el ciclo de producción (Prado, 2006).

## **2.9 Entutorado**

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia), sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1,8-2.4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo, se va guiando o sujetando al hilo tutor mediante anillos. De esta forma, la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad de fruto y un incremento de la producción (Martínez y Moreno, 2009)

### **2.9.1 Poda**

La poda de formación se hace para delimitar el número de tallos con los que se desarrollará la planta. En el CENID RASPA se ha trabajado con el sistema de poda a dos, tres y cuatro tallos por planta. Los mejores resultados en cuanto a rendimiento de fruto, se obtuvieron con tres tallos por planta (Villa *et al.*, 2013).

Prado 2006 menciona que para esta práctica se realiza cuando la planta empieza a generar o producir brotes que se convierten en nuevos tallos; esto sucede cuando la planta tiene 40 días de establecida en el campo definitivo, el número de tallos varia de 4 a 7 destacando el tallo principal, que se identifica como el de mayor grosor. Para obtener una producción uniforme y de mayor calidad se recomienda eliminar los brotes o nuevos tallos, utilizando tijeras o navajas bien desinfectadas. Terminada

la poda se recomienda hacer una aplicación de captan en una dosis de 2 gramos por litro de agua, para evitar posibles infecciones de hongos, por las heridas causadas durante la poda (Prado 2006).

### **2.9.2 Polinización**

En la península de Yucatán el uso de invernaderos para cultivar hortalizas se ha incrementado en la última década y, como se sabe, numerosos cultivos requieren de polinización para una adecuada producción de frutos. No obstante, las especies utilizadas como polinizadoras dentro de los invernaderos no son las más eficientes. Por ejemplo, el uso de abejorros no nativos del género *bombus* tienen la limitante de que estos no forman colonias perennes, su actividad de forrajeo puede verse limitado bajo condiciones de altas temperaturas en el clima tropical, además de que su introducción puede afectar negativamente a las abejas nativas. El uso de abejas sin aguijón, de difícil manejo y manejabilidad que se viene practicando en la Península de Yucatán ha demostrado ser una alternativa para la polinización de cultivos en invernaderos en condiciones tropicales (Roubik, 1989).

### **2.10 Cosecha**

El cultivo del chile habanero tiene un ciclo de 170 días aproximadamente a partir del trasplante; normalmente el primer corte se hace 90 días después de dicha práctica y posteriormente los cortes se realizan cada siete días hasta completar un total de 12 cortes aproximadamente. Los frutos a cosechar deben presentar un color verde oscuro brillante y estar duros al tacto, si este tiempo se alarga, el fruto sazona, colorea y baja su nivel comercial (SARH-INIA, 1984).

Valadez (1993) menciona que en esta hortaliza, se utilizan principalmente dos indicadores físicos de cosecha: la longitud o tamaño y

el color, así los chiles se cortan cuando han alcanzado el tamaño adecuado y su coloración característica. El inicio de la cosecha se realiza entre los 90 a 100 días después del trasplante. El rendimiento de habanero con la fertirrigación y la alta densidad de siembra tienen un potencial superior a las 16 toneladas por hectárea (INIFAP, 1999).

## **2.11 Plagas y enfermedades**

### **2.11.1 Plagas**

#### **2.11.2 Araña roja (Tetranychusurticae).**

Esta plaga se ve a simple vista, es de color amarillo verdoso en su estado juvenil y rojo en su estado adulto. Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas. Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso defoliación. Las condiciones ambientales que favorecen el desarrollo de esta plaga son las temperaturas elevadas, la escasa humedad relativa y las tolvaneras (Jurado y Nieto, 2003).

Control: Muestrear directamente en el follaje revisando principalmente el envés de las hojas cuando se observen síntomas de clorosis o manchas necróticas en el haz. Realizar medidas preventivas y de control cuando se detecten los primeros ácaros. Eliminar malezas hospederas cercanas al cultivo

Control biológico: Las principales especies depredadoras de huevos, larvas y adultos de araña roja son: *Amblyseiuscalifornicus*, *Phytoseiuluspersimilis*, *Feltiellaacarissuga*, *Amblyseiusandersoni* (RAIF, 2013).

### 2.11.3 Mosquita blanca (*Bemisia tabaci*)

Los daños directos son ocasionados por las ninfas y adultos que absorben la savia de las hojas y ocasionan amarillamiento y debilitamiento de la planta que llegan a caer cuando el daño es severo. Los daños indirectos se deben a la gran secreción de mielecilla, en la cual se desarrolla el hongo *Cladosporium* sp., el cual cubre hojas y frutos que disminuye la calidad de la cosecha. Ambos tipos de daño se vuelven importantes cuando los niveles de población son altos (Davidson *et al.*, 1994).

*Bemisia tabaci* es potencialmente transmisora de un mayor número de virus entre los que destacan el virus del rizado amarillo conocido como "virus de la cuchara". Las condiciones secas son las favorables para el desarrollo de la mosca blanca, (Cruz y Díaz, 1992).

Control: Para lograr un buen control de la mosquita blanca se recomienda hacer muestreos frecuentes al follaje para determinar la aparición de los primeros brotes. El mejor momento de aplicación de insecticidas es cuando la mosquita se encuentra en las etapas de desarrollo de emergencia del primer instar de las ninfas y emergencia de los adultos. Existen en el mercado insecticidas que controlan mejor en el estado de ninfa y otros en la etapa de adulto.

### 2.11.4 Pulgón (*Aphis gossypii*, Sulzer y *Myzus persicae*, Glover)

Son las especies de pulgón más comunes y abundantes en los invernaderos. Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. La forma áptera (sin alas) de *Aphis* presenta sifones

negros en el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de *Myzus* son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas). Tanto los adultos como las ninfas viven en colonias, en el envés de las hojas terminales y en los brotes, y en altas infestaciones, invaden las hojas más maduras. Al alimentarse succionan savia e inyectan una saliva tóxica que provoca enrollamiento de las hojas, disminuyendo el vigor de la planta (Garzón, 2002).

Control: se realiza con trampas amarillas de agua o pegamento y directo en el cultivo. Esta plaga debe manejarse preventivamente mediante el uso de insecticidas sistémicos al suelo al momento del trasplante o cuando se detecten los adultos en el follaje.

### **2.11.5 Enfermedades**

#### **2.11.6 Mancha bacteriana** (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*)

Enfermedad causada por la bacteria *Xanthomonas vesicatoria*, puede presentarse en todas las partes de la planta (hojas, frutos y tallos). Los primeros síntomas son manchas acuosas circulares que se presentan en las hojas, estas manchas se necrosan, con centros de color café y bordes cloróticos delgados. Por lo general las lesiones están ligeramente hundidas en el envés de la hoja y levantadas en el haz de la misma. Las manchas foliares más severas cambian a un color amarillento y la defoliación es común. En los frutos, la infección comienza como pequeños puntos negros levantados que pueden estar rodeados de un halo blanco, de apariencia grasa. Estas lesiones pueden agrandarse hasta alcanzar entre 4 y 5 mm de diámetro y se tornan de color negro, ligeramente protuberantes y costrosas (Guillén-Cruz *et al.*, 2006).

Control: Se recomiendan aplicaciones de bacterias mismas para su control, en otro caso deberá considerarse aplicaciones de gluconatos de cobre y sulfato de cobre pentahidratado, según la severidad de la enfermedad.

#### **2.11.7 Marchitez (Phytophthoracapsici)**

El síntoma más común de la enfermedad es un marchitamiento general o parcial, el daño se puede presentar en cualquier parte de la planta y en cualquier estado de desarrollo. Cuando el ataque es en la raíz, el marchitamiento es general; ya que destruye el xilema y floema impidiendo el paso de agua y nutrientes a la parte aérea de la planta. Al inicio se observa una marchitez parcial y después de tres a cuatro días la marchitez es completa (Mendoza, 1996)

Control: Se recomiendan aplicaciones de fungicidas de contacto como extractos de raíces, tenuiflora, hongos benéficos de control natural.

#### **2.11.8 Marchitez o pudrición (*Rhizoctoniasolani*)**

*Rhizoctoniasolani*, es parte del complejo de hongos que provocan el “damping off”, o caída de plántulas como consecuencia del estrangulamiento y necrosis del tallo a nivel de cuello en plantas recién emergidas. En plantas adultas los síntomas se caracterizan por presentar lesiones cóncavas de color pardo rojizo que aparecen en el tallo y en la raíz principal. Los suelos muy húmedos, con un drenaje pobre favorecen el desarrollo del hongo (Guillén-Cruz *et al.*, 2006).

Control: Se recomiendan aplicaciones de fungicidas de control biológico, bajar el riego de riego, aplicaciones de inoculantes y colonizadores de hongos radiculares.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Ubicación geográfica de la Comarca Lagunera**

La comarca lagunera se localiza entre los paralelos ( $25^{\circ}5'$  y  $26^{\circ}54'$  N) y los meridianos ( $101^{\circ}40'$  y  $104^{\circ} 45' O$ ) teniendo una altura de 1,139 m sobre el nivel del mar, en la parte suroeste del estado de Coahuila y



Noroeste del estado de Durango, al norte con el estado de Chihuahua y al sur con el estado de Zacatecas.

### **3.2 Características del clima**

El clima de la comarca lagunera es de tipo desértico con escasa humedad atmosférica, precipitación pluvial promedio entre los 200 a 300 mm, con una evaporación anual promedio de 2600 mm. Una temperatura promedio anual de 20°C y fluctúa entre los 28 y 40° C. en este último aspecto, el área de la llanura y gran parte de la zona montañosa, presenta dos periodos bien definidos: el primero comprende siete meses de abril hasta octubre en los que la temperatura media mensual excede a los 20°C; y el segundo abarca de noviembre a marzo en la que la temperatura media mensual varía entre los 13.6°C y 19.4°C los meses más fríos son diciembre y enero con un promedio de temperatura baja de 5.8°C aproximadamente, ( CNA, 2000).

### **3.3 Localización del experimento**

El presente trabajo se realizó, en el invernadero número tres, del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL. (UAAAN-UL). Se encuentra ubicada en Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, Km. 1.5 en la ciudad de Torreón, Coahuila, México.

### **3.4 Características del invernadero**

El invernadero es semicircular con dimensiones de 9 m de ancho y 23 m de largo, con una superficie total de 207 m<sup>2</sup>, en la parte frontal está cubierta con policarbonato, y en el techo con una cubierta de polietileno de calibre 600 transparente natural y con una malla sombra de 50%; cuenta

también con pared húmeda y un par de extractores, para el control climático.

### **3.5 Diseño experimental**

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con cuatro tratamientos y diez repeticiones (la unidad experimental consistió en una maceta con una planta). Los tratamientos evaluados fueron diferentes fertilizantes orgánicos, como a continuación se describe, T<sub>1</sub> (Lixiviado de vermicompost), T<sub>2</sub> (Té de vermicompost), T<sub>3</sub> (Té de compost) y T<sub>4</sub> (Solución nutritiva Steiner), esta última fue considerada como el testigo.

### **3.6 Siembra**

La siembra se realizó el 17 de marzo del 2014 en charolas de unicel de 200 celdillas, el sustrato para la germinación que se utilizó fue peatmoss, depositando una semilla por celdilla, la charola se colocó dentro de una bolsa de plástico color negro para conservar la humedad y una temperatura más uniforme.

#### **3.6.1 Llenado de bolsas**

Se utilizaron bolsas tipo vivero color negro con capacidad de 10 kg calibre 200, como sustrato se utilizó arena de río y perlita, en porcentajes de 90% y 10% respectivamente.

### **3.6.2 Trasplante**

El trasplante se llevó a cabo el 24 de abril de 2014 (37 DDS), cuando la planta tenía 2 hojas verdaderas, colocando una planta por maceta.

### **3.6.3 Riego**

La aplicación del riego, inicialmente, fue de un riego diario y posteriormente se aplicaron dos riegos al día, un litro de agua en la mañana y otro por la tarde.

## **3.7 Manejo del cultivo**

### **3.7.1 Poda**

La poda se inició a los 60 días (ddt), se eliminaron las hojas basales de la planta, realizándolo cada semana al igual que las podas de saneamiento que consistió en quitar hojas que presentaran daños por plagas y enfermedades.

### **3.7.2 Tutorio**

El tutorio se realizó a los 70 días (ddt), es una práctica importante para mantener la planta erguida evitando que las hojas y los frutos toque el suelo, y así mantener la sanidad de la planta y la calidad de los frutos.

### **3.7.3 Plagas**

Durante el desarrollo del cultivo se presentaron plagas como son mosquita blanca (*Bemisiatabaci*), pulgones verde (*Aphisgossypii*), araña roja (*Tetranychusurticae*).

**Cuadro 1. Productos agroquímicos utilizados para el control de plagas durante el desarrollo del cultivo de chile habanero producido con fertilización orgánica en invernadero.**

Nombre	Dosis/ha	Ingrediente activo	Para control de	Forma de aplicación
<b>Diazinón</b>	1-1.5 lts/ha	Diazinon: 0,0-dietil 0-(2 isopropil-4metil-6 pirimidinil) fosforotioato, no más del 25% en peso equivalente a 267 gr de l.A/kg.	Chicharrita Pulgón Chinche Mosquita blanca Minador Pulga saltona Barrenador del fruto Gusano del fruto	Con una aspersora manual.

### 3.7.4 Enfermedades

Aunque no se presentaron problemas de incidencia de enfermedades se realizaron aplicaciones preventivas, tal como se muestra en el cuadro numero 2.

**Cuadro 2.Productos agroquímicos utilizados para la prevención de enfermedades durante el desarrollo del cultivo de chile habanero producido con fertilización orgánica en invernadero.**

Nombre	Dosis/ha	Ingrediente Activo	Contra	Forma de aplicación
<b>Mancoseb</b>	(1,8-2,5 kg/ha) en 200lts de Agua.	Mancoseb, etileno bis ditiocarbamato de manganeso coordinado con iones zinc, 60 gr. Coadyuvantes e inertes c.s.p 100 gr.	-Tizón temprano (alternaria solani) -Tizón tardío (phytophthorainfestans), -Antracnosis (colletotrichumphomoides)	Con una aspersora manual.

### 3.7.5 Cosecha

La primera cosecha se realizó a los 147 DDT, cuando los frutos presentaron un color naranja uniforme.

### Cuadro 3. Fechas de cosecha en la producción de chile habanero con fertilización orgánica en invernadero.

Cosecha	Fecha	DDT
1	17/09/14	147
2	22/09/14	152
3	06/10/14	166
4	15/10/14	175
5	22/10/14	182

### 3.8 Variables evaluadas

#### 3.8.1 Diámetro polar

Para esta variable se utilizó un vernier, midiendo la distancia de polo a polo del fruto, en centímetros (cm).

### **3.8.2 Diámetro ecuatorial**

Para esta variable se colocó el fruto en forma transversal y se utilizó un vernier para obtener el diámetro ecuatorial en centímetros (cm).

### **3.8.3 Grosor de pulpa**

En esta variable se partió el fruto por la mitad con el uso de un cuchillo y usando una regla milimétrica, se registró el grosor o espesor del pericarpio en centímetros (cm).

### **3.8.4 Número de frutos por planta**

Esto consistió en llevar el conteo de frutos por planta y por tratamiento en cada fecha de cosecha y al finalizar el último corte se sumó el total de frutos por planta.

### **3.8.5 Peso de fruto**

Este valor se obtuvo dividiendo el peso total de frutos entre el número total de frutos de los cinco cortes de cada tratamiento.

### **3.8.6 Peso total de frutos**

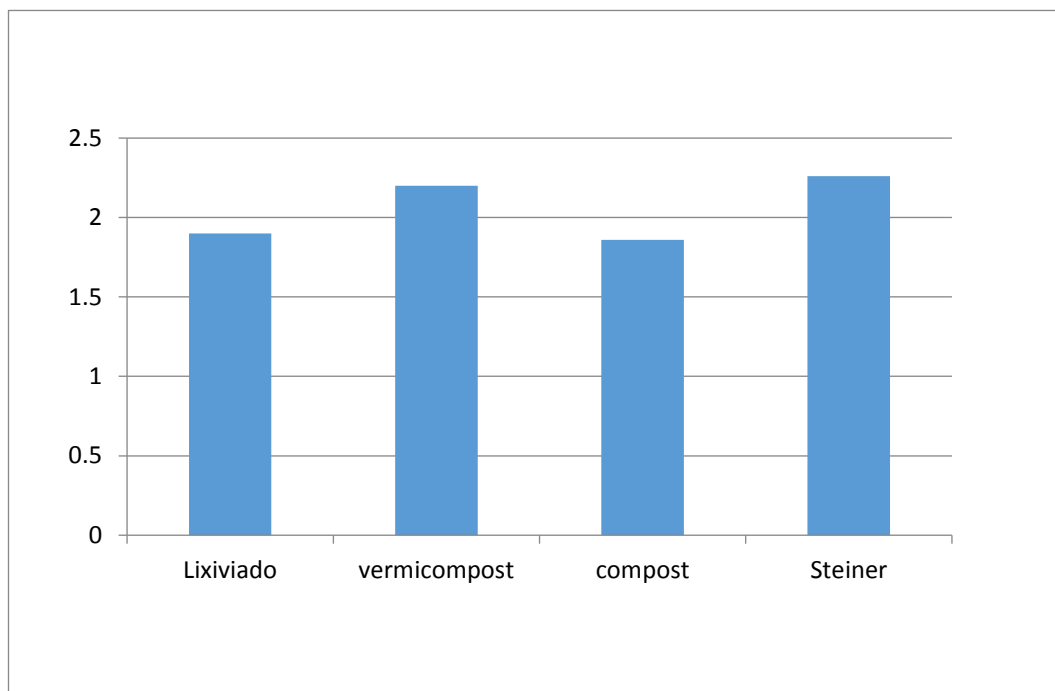
Para este valor se realizó la suma del peso de frutos de todos los cortes de cada tratamiento, al final se dividió entre el número de repeticiones y obtener un resultado en el peso total de frutos.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSION**

### **4.1 Diámetro polar**

El análisis estadístico no mostró diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo el que mostró un mayor valor numérico fue el T<sub>4</sub>(Steiner) con 2.26 cm siendo el más alto, mientras que el menor valor lo

obtuvo el T<sub>3</sub>(Té de compost) con 1.86cm, como puede observarse en la figura 1.

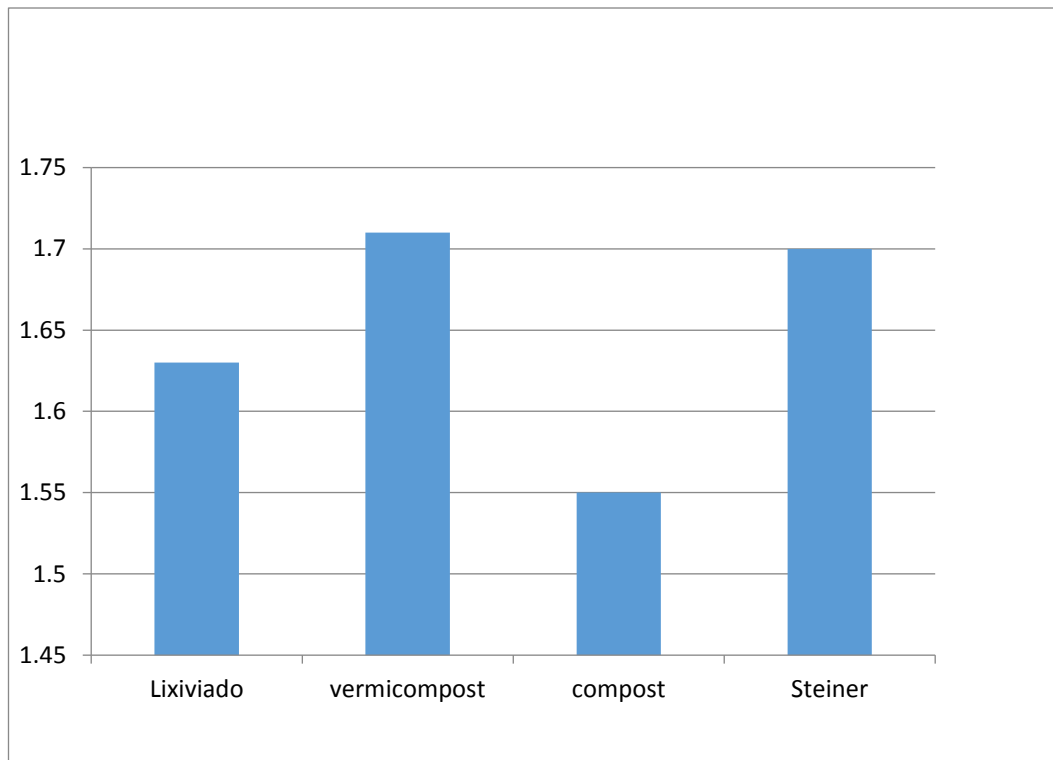


**Figura 1.** Diámetro polar (cm), obtenido en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) producido con fertilización orgánica en invernadero. UAAAN-UL.

De acuerdo con lo que reporta Tucuch et al., (2012) en el experimento que realizaron en producción y calidad en chile habanero, obtuvieron como mayor diámetro polar de fruto 3.74 cm. Utilizando como sustrato partículas de tezontle mezclado con fibra de coco y solución nutritiva Steiner con una relación de 28/80 % NH<sub>4</sub>/NO<sub>3</sub> respectivamente, obteniendo un resultado superior de diámetro polar al registrado en este experimento.

#### 4.2 Diámetro ecuatorial

Para la variable diámetro ecuatorial, el análisis estadístico no mostró diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo el tratamiento que presentó el mayor valor numérico fue el T<sub>2</sub>(Té de vermicompost) con 1.71 cm, seguido del T<sub>4</sub>(Steiner) con 1.70 cm, mientras que el menor fue el T<sub>3</sub>(Té de compost) con 1.55 cm como se presenta en la figura 2.



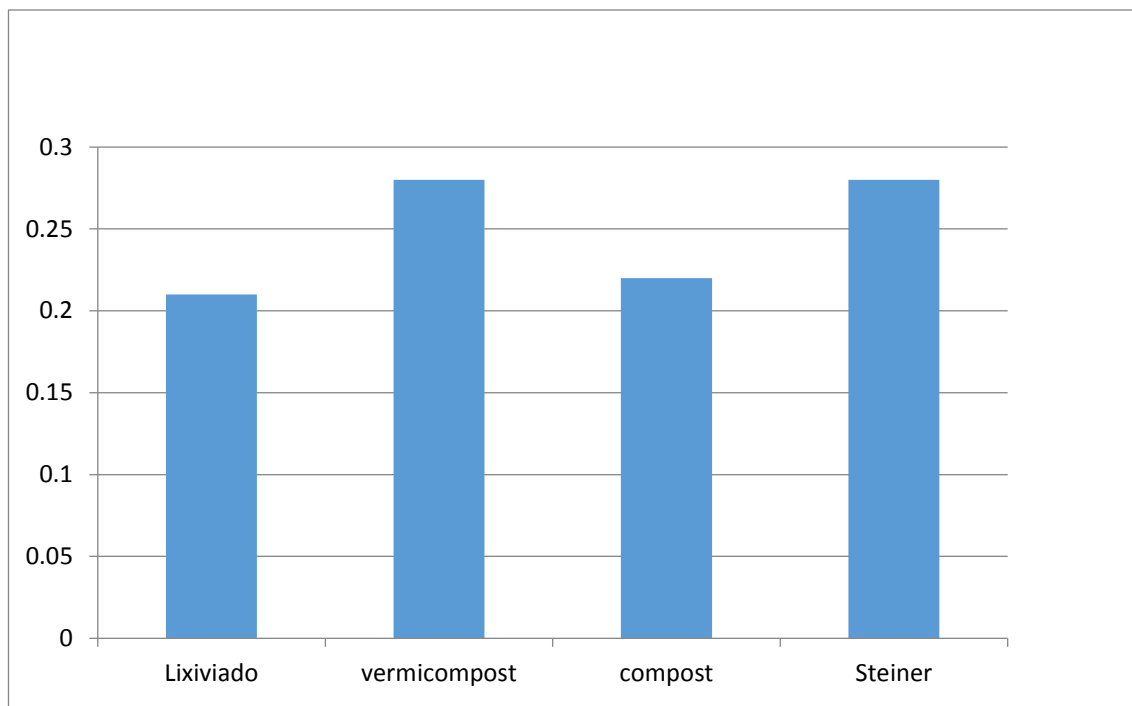
**Figura 2.** Diámetro ecuatorial (cm), obtenido en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) producido con fertilización orgánica en invernadero. UAAAN-UL.

De acuerdo al reporte de Reyes-Ramírez et al. (2014), al evaluar una mezcla de tierra negra y bagazo de henequén, como sustrato, utilizando fertilizante sintético, bajo condiciones de invernadero, obtuvo un valor más alto 2.91 cm de diámetro ecuatorial de fruto en comparación con el mayor valor numérico obtenido en este experimento, el cual fue de 1.71 cm correspondiente al tratamiento de Té de vermicompost.

#### 4.3 Grosor de pulpa

El análisis estadístico para esta variable, no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo los que presentaron un mayor valor numérico fueron los tratamientos T<sub>2</sub> (Té de vermicompost) y T<sub>4</sub> (Steiner) con 0.28 cm y finalmente el tratamiento T<sub>1</sub> (lixiviado de vermicompost) con 0.21 cm, como se muestra en la figura 3.

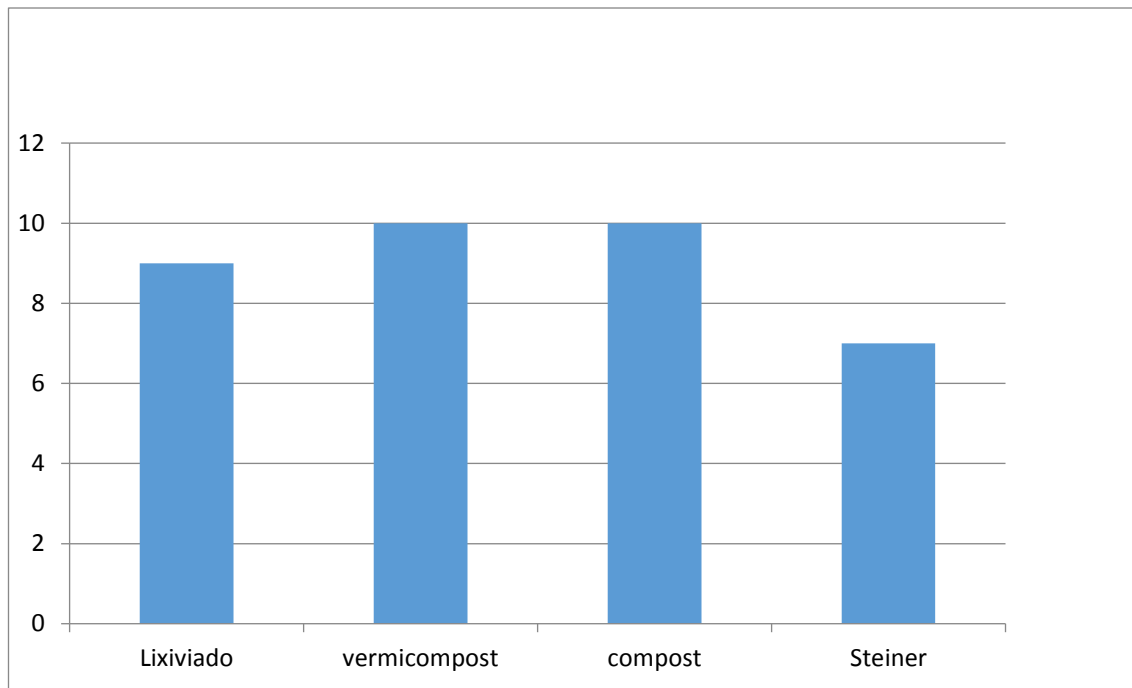




**Figura 3.** Grosor de pulpa (cm), obtenido en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) producido con fertilización orgánica en invernadero. UAAAN-UL.

#### 4.4 Número de frutos por planta

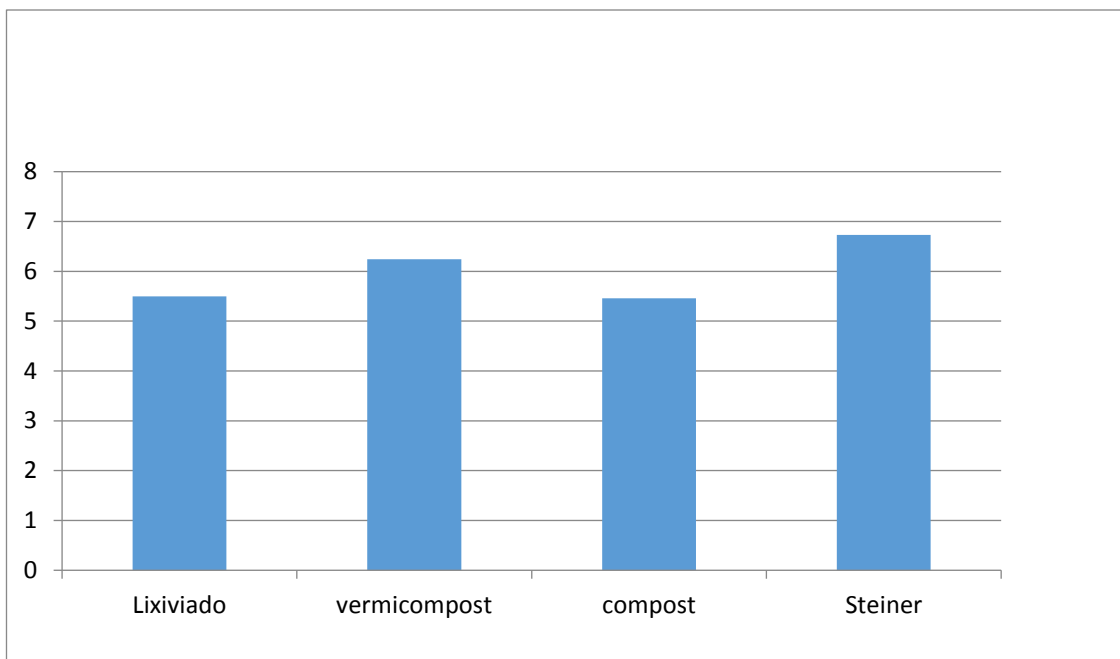
El análisis estadístico para la variable número de frutos por planta, no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo los que presentaron un mayor valor numérico fueron el T<sub>2</sub> (Té de vermicompost) y T<sub>3</sub> (Lixiviado de vermicompost) con 10 frutos, mientras que el T<sub>4</sub> (Steiner) obtuvo el menor valor numérico con 7 frutos, como puede observarse en la figura 4.



**Figura 4.** Número de frutos por planta, obtenidos en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) producido con fertilización orgánica en invernadero. UAAAN-UL.

#### 4.5 Peso fruto

El análisis estadístico no mostró diferencia significativa entre los tratamientos para la variable Peso de fruto, sin embargo los tratamiento que mostraron un mayor valor numérico fueron el T<sub>4</sub>(Steiner) con 6.73 g, y el T<sub>2</sub> (Té de vermicompost) con 6.24 g, mientras que el más bajo fue el T<sub>3</sub>(Técompost) con 5.46 g, como se presenta en la Figura 5.

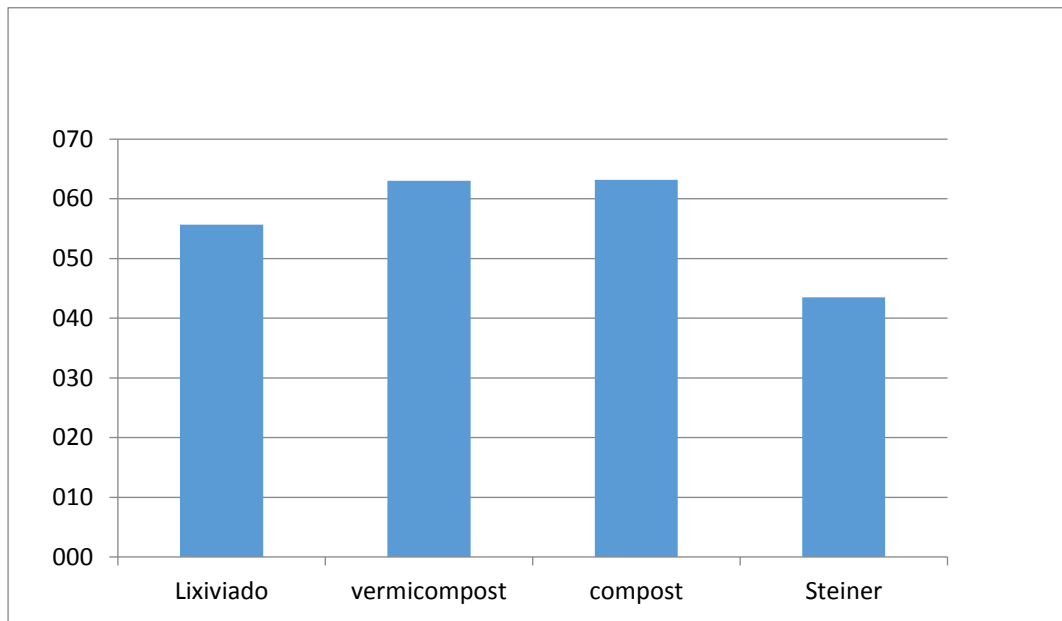


**Figura 5.** Peso de fruto (g), obtenido en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) producido con fertilización orgánica en invernadero. UAAAN-UL.

Quintal-Ortiz et al., (2012) reporta en un experimento de rendimiento de chile habanero, como valor máximo de peso de fruto 6.4 g, donde las fuentes de fertilización que utilizaron fueron: Urea (46N-00P-00k, nitrato de potasio (13N-02P-44K) y fosfato monoamonico (12N-61P-00K) este resultado es similar al obtenido en el presente trabajo, en el cual el peso de fruto más alto correspondió a los tratamientos Te de vermicompost y solución de Steiner con 6.24 y 6.73 g, respectivamente.

#### 4.6 Peso total de frutos

El análisis estadístico para la variable peso total de frutos, no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, aunque los tratamientos que mostraron un mayor valor numérico fueron el T<sub>2</sub> (Té de vermicompost) con 63 g por planta y el T<sub>3</sub> (Té de compost) con 63.17 g por planta mientras que el más bajo fue el tratamiento T<sub>4</sub> (Steiner) con 43.50 g por planta como se muestra en la figura 6.



**Figura 6.** Peso total de frutos por planta(g), obtenido en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) producido con fertilización orgánica en invernadero. UAAAN-UL.

Jaimez,(2000) en un experimento de crecimiento y distribución de materia seca con *C. chinense* dulce, al evaluar rendimiento de fruto, obtuvo un valor de 93 g por planta, por lo tanto este resultado es superior al obtenido en el presente experimento. Indicando que el rendimiento disminuye a medida que la nutrición o la humedad aprovechable se reduce, esto como una respuesta fisiológica detrimental ante condiciones hídricas y nutrimentales estresantes, indicando este último que la translocación de asimilados hacia los frutos disminuye a medida que aumenta el déficit de agua.

## V. CONCLUSIONES

Para las variables evaluadas, diámetro polar, diámetro ecuatorial, grosor de pulpa, número de frutos, peso de fruto, peso total de frutos, no se determinó diferencia estadística significativa entre los tratamientos.

De los resultados obtenidos en el experimento para la determinación de calidad de fruto del chile habanero, el tratamiento que más sobresalió con valores numéricos altos en la mayoría de las variables fue el T<sub>2</sub> (Té de vermicompost), este fertilizante es una opción viable para ser utilizada como fuente de nutrimentos en la producción de chile habanero en invernadero.

Con este resultado se llega a concluir que la utilización de fertilizantes orgánicos bajo condiciones de agricultura protegida, permite la obtención de frutos de buena calidad, en un bajo costo, logrando obtener productos libres de contaminantes.

## VI. LITERATURA CITADA

- ACEA. Asesores en Construcción y Extensión Agrícola A.A de C V. 2012. Invernaderos para el mundo.
- Albajes, R. and O. Alomar. 1999. Current and potential use of polyphagous predators. En: Albajes, R., Gullino, M.L., van Lenteren, J.C. & Elad, I. (Eds.), Integrated pest and disease management in greenhouse crops. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
- Astier, M. and J. Hollands. 2005. La evaluación de la sustentabilidad de experiencias agroecológicas en Latinoamérica. Ediciones Sustentabilidad y campesinado. Seis experiencias agroecológicas en Latinoamérica. GIRA A.C. Mundiprensa. D. F. México. 262 p.
- Bosland, P.W. 1996. Capsicums: Innovative uses of an ancient crop. p. 479-487. In: J. Janick (ed.), Progress in new crops. ASHS Press, Arlington.
- Blom, J. Van Der, M. Ramos and W. Ravensberg. 1997. Biological pest control in sweet pepper in Spain: Introduction rates of predators of *Frankliniella occidentalis*. *Bull. OILB srop20* (4): 196-201.
- CNA 2000 Comisión Nacional del Agua. Gerencia Nacional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón Coahuila. Pp. 23-26.
- Comité estatal de sanidad vegetal del estado de México. 2013. Manejo integrado de la paratRIOZA. [http://www.cesavem.org/divulgacion/paratRIOZA/FOLLET O%20PARATRIOZA.pdf](http://www.cesavem.org/divulgacion/paratRIOZA/FOLLET%20PARATRIOZA.pdf).
- Cruz R. L. y M. Díaz P. 1992. Susceptibilidad a insecticidas de la mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) (Homóptera: Aleyrodidae) procedente de la región hortícola de Piedras Negras, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 18. Villa Úrsulo Galván, Veracruz. 73 p.
- Davidson, E. W., B. J. Segura, T. Steele and D. L. Hendrix. 1994. Microorganisms influence the composition of honeydew produced by silverleaf whitefly *Bemisia argentifolii*. *J. Insect. Physiol.* 40: 1069-1076.
- De Cal A., I. Larena, P. Sabuquillo, P. Melgarejo. 2004. Control de la marchitez vascular del tomate mediante aplicación de biofungicidas. <http://www.horticom.com/pd/imagenes/56/474/56474.html>.

- De la Cruz T. D. J. Características y tecnología de producción de chile habanero, en el estado de Yucatán (s/n).
- Edgardo Cortez M. E. y J. Pérez M. 2013. Manejo integrado de mosquita blanca. pp. 53-84. En memorias de curso de plagas y enfermedades en hortalizas. Fundación Produce de Sinaloa A. C.
- Equipo de Consultoría para la Agricultura Orgánica (ECAO). 2002. Manual de producción de Chile Habanero Ecológico. Petén. Guatemala. 20 p.
- Ezziyani, M., S.C. Pérez, A. A. Sid, M. E. Requema, y M.E. Candela. 2004. *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el control de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). Anales de Biología 26: 35-45.
- FAO. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Version 1.0. AGLS. FAO. Rome, Italy.
- <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s05.pdf>. Manejo integrado de enfermedades.
- Garzón, J. A. 2002. Asociación de *Paratrypanothrips* Sulc. Con enfermedades en papa (*Solanum tuberosum*) y tomate (*Lycopersicon* Mil. Ex. Fawnl) en México”, en Memoria del Taller sobre *Paratrypanothrips* (Sulc.) como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México. 79–87 pp.
- Guillén-Cruz R., F. D. Hernández-Castillo, G. Gallegos-Morales, R. Rodríguez-Herrera, C. N. Aguilar-González, E. Padrón-Corral, M. h. Reyes-Valdés. 2006. *Bacillus* spp. Como biocontrol en un suelo infestado con *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani* Kühn y *Phytophthora capsici* Leonian y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.). Rev. Mex. de Fitopatología. 24(2):105-114.
- Grupo nikkol. 2005. Clasificación. Chile manzano y habanero. (en línea): <http://gruponikkol.es.tripod.com/gn/id2/.html>. (Fecha de consulta 17 de diciembre del 2015).

- [http://www.inia.cl/entomologia/p\\_tomate\\_invern/m\\_blanca5.htm](http://www.inia.cl/entomologia/p_tomate_invern/m_blanca5.htm). Control preventivo de mosquita blanca. Consultado el 26 de marzo del 2013.
- INIFAP. 1999. 500 Tecnologías Llave en mano SAGAR-INIFAP. México, D.F. 73-73 p.
- Jaimez, R. E. 2000. Crecimiento y distribución de la materia seca en ají dulce bajo condiciones de déficit de agua. *Agronomía Tropical* 50: 189-200.
- Jurado R. A., M.N. Nieto Q. 2003. El cultivo de pimiento bajo invernadero. P 541-563. En Camacho Ferre F. (Coord). Técnicas de producción de en cultivos protegidos. Instituto de estudios de Cajamar. España-
- León Nájera, J. A.; R. Gómez Álvarez, S. Hernández Daumás, J. D. Álvarez Solís y D. J. Palma López. 2006. Mineralización en suelos con incorporación de residuos orgánicos, en los altos de Chiapas, México. *Universidad y Ciencia* 22: 163-174.
- Long-Solís, Janeth. 1998. *Capsicum y cultura: La historia del chile*. Fondo de Cultura Económica. México. 203 p.
- Martínez C.J y Moreno C. E. 2009. Manual técnico del manejo de chiles en campo abierto. *Prácticas especiales*. Monterrey, Nuevo León. 9. p
- Méndez, A y Moreno, M. 2009. Las micotoxinas, contaminantes naturales de los alimentos. *Revista Ciencias*. 61. Pp. 1-7
- Mendoza, Z.C. 1996. *Enfermedades fungosas de hortalizas*. Universidad Autónoma de Chapingo. *Parasitología Agrícola*. México. 85 p.
- Prado G.U.2006. Tecnología de producción comercial de chile habanero (*Capsicumchinensejacq*) época de establecimiento. 17 p.
- Piña, R. J. 1984. *Guía para producción de chile habanero en suelos arables de Yucatán*. SARH. Mérida, Yucatán. México. 120 p.
- Quintal Ortiz, W.C., Pérez-Gutiérrez, A., Latournerie Moreno, L., May-Lara, C., Ruiz Sánchez, E., y MartínezChacón, A. J. 2012. Uso de agua, potencial hídrico y rendimiento de chile Habanero (*CapsicumChinensejacq*). *Rev. Fitotec. Mex.* 35 (2): 155-160.



- Ramírez, J. G., B. W, Avilés., E. R. Dzip. 2006. Áreas con Potencial Productivo para Chile Habanero (*Capsicumchinense*, Jacq) en el Estado de Yucatán. En: Primera Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. INIFAP, COFUPRO, CICY, AMEAS y OTRAS INSTITUCIONES. Mérida, Yucatán, México. 66 pag.
- Ramírez-Luna, E., C. de la C. Castillo-Aguilar, E. Aceves-Navarro, y E. Carrillo-Ávila. 2005. Efecto de productos con reguladores de crecimiento sobre la floración y amarre de fruto en chile 'habanero'. Revista Chapingo Serie Horticultura 11(1):93-98. México.
- Red de alerta e información fitosanitaria (RAIF). 213. Principales depredadores de la araña roja (*Tetranychusurticae*) en el cultivo de la fresa. <http://www.besana.es/es/web/201211/principales-depredadoresarana-roja-cultivo-fresa>.
- Reyes-Ramírez, A., López-Arcos, M., Ruiz-Sánchez, E., Latournerie-Moreno, L., Pérez-Gutiérrez, A., Lozano-Contreras, M. G., Zabala-León, M. J. 2014. Efectividad de inoculantes microbianos en el crecimiento y producción de chile Habanero (*Capsicumchinense*Jacq.). AGROCIENCIAS. 48 (3): 293.
- Rodríguez, F, H; Muñoz I, S; Alcorta G, E. El tomate rojo. 2006. Editorial trillas
- Roubik, DW. 1989. Ecology and Natural History of tropical Bees. Cambridge, UK, Cambridge Universty Press.514 p.
- SAGARPA, (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2012. Importancia de la agricultura protegida. SAGARPA.GOB.MX.
- Salaya, D. J. 2010. Elaboración artesanal de dos abonos líquidos fermentados y su efectividad en la producción de plántula de chile habanero (*Capsicumchinense*Jacq). Tesis Maestro en Ciencias. Campus Tabasco. Colegio de Postgraduados, Cárdenas, Tabasco. 44 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2013. Crean nueva variedad de chile habanero con mayor rendimiento, resistente a plagas y climas extremos. Extraído el 03 de enero de 2014, desde: [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx).
- Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (SARH-INIA). 1984. Guía para producir chile habanero en suelos arables de Yucatán. Editorial unidad de difusión técnica Del CIAPY.

- SIAP (Servicio de Inspección Agroalimentaria y Pesquera). 2012. Anuario estadístico de la producción de chile habanero en condiciones de invernadero. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=350](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350).
- Soria, F.M. 1993. Producción de hortalizas en la península de Yucatán. SEPD. G.E.T.A. Yucatán, México. P 18-24.
- Soria-Fregoso, M., J. A. Trejo-Rivero, J.M. Tun-Suárez y R. Terán-Saldivar. 2002. Paquete tecnológico para la producción de chile habanero. SEP. DGETA. ITA-2..Conkal, Yucatán, México.
- Tomás G. E., Gutiérrez P. L. y Contreras F. M. 2006. El chile habanero de Yucatán. Ciencia y Desarrollo. CONACYT.
- Tuchuc-Haas, C. J., Alcantar-Gonzalez, G., Ordaz-Chaparro, V. M., Santizo-Rincon, J.A., Larqué-saavedra, A. 2012. Producción y calidad de chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) con diferentes relaciones NH<sub>4</sub>/NO<sub>3</sub> y tamaño de partículas de sustratos. Terra Latinoamericana. 30(1): 9-15.
- Tun. D.J. 2001 Chile Habanero Características de Producción. Clasificación taxonómica. Folleto técnico. Centro de investigación del sureste. 13p.
- Valadez, L, A. 1993. Manual teórico práctico de herbicidas y fitorreguladores 2ª edición. Editorial Limusa México. 120 p.
- Vázquez C. G. José Alberto S. Escalante-Estrada; Ma. Teresa Rodríguez-González; Carlos Ramírez-Ayala; Luis Enrique Escalante- Estrada. 2011. Edad al trasplante y su efecto en el crecimiento y rendimiento de chile apaxtleco Revista Chapingo Serie Horticultura, Vol. XVII, Núm. 1, enero-abril, Universidad Autónoma Chapingo. 61-6.
- Valle, P. C. (2008), *Metabolitos secundarios en las plantas*, tesina de curso de naturopatía, Psicostasia, abril (disponible en: [www.psicostasia.com/revista.html](http://www.psicostasia.com/revista.html)).
- Villa, C. M. M.; Catalán, V. E. A.; Inzunza, I. M. A.; Román, L. A. 2011. Población de plantas y manejo de la solución nutritiva de *Capsicum chinense* Jacq. En Invernadero. Memoria. VI Reunión Nacional de Innovación Agrícola León, Guanajuato.
- Villa C. M., E. A. Catalán V., M. A. Inzunza I. A. Román L. y H. Macías R. 2010. Población de plantas y manejo de la solución nutritiva del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en invernadero. XXII Semana Internacional de Agronomía. pp. 569-573.

Willer H.; Yussefi, M. 2001. *Organic Agriculture Worldwide*. BioFach, SÖL SonderausgabeStiftungÖkology&Landbau, IFOAM, Alemania, p. 133.