



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA Y NEGOCIOS SAN QUINTÍN**  
**CAMPUS ENSENADA**



## **TESIS**

### **MANEJO AGRONÓMICO DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO  
DE

***INGENIERO AGRÓNOMO***

**PRESENTA**

**Álvaro Uriel Castro Morales**

**DIRECTOR DE TESIS**

**M.C. Aurelia Mendoza Gómez**

Ejido Padre Kino, San Quintín, B. C.

Abril de 2017



**Universidad Autónoma de Baja California**  
**Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín**  
**CAMPUS ENSENADA**



**EMISIÓN DE VOTO APROBATORIO SOBRE**  
**TRABAJO DE TESIS**

**Dra. Ana Cecilia Bustamante Valenzuela**

**SUBDIRECTORA DE LA FINSQ**

**P R E S E N T E.-**

Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre el trabajo presentado bajo la modalidad de titulación: TESIS por el (la) C. **ALVARO URIEL CASTRO MORALES**, para poder presentar su examen profesional y obtener el título de **INGENIERO AGRONOMO**, me permito comunicarle que le he dado mi voto **APROBATORIO** sobre su trabajo titulado: **"MANEJO AGRONÓMICO DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO"**.

Esperando reciba de conformidad, quedo de usted, muy atentamente.

**A T E N T A M E N T E**

**"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE"**

San Quintín, B. C., a 20 de abril de 2017

**M.C. Aurelia Mendoza Gómez**  
**PRESIDENTE**



**Universidad Autónoma de Baja California**  
**Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín**  
**CAMPUS ENSENADA**



**EMISIÓN DE VOTO APROBATORIO SOBRE**  
**TRABAJO DE TESIS**

**Dra. Ana Cecilia Bustamante Valenzuela**

**SUBDIRECTORA DE LA FINSQ**

**P R E S E N T E.-**

Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre el trabajo presentado bajo la modalidad de titulación: TESIS por el (la) C. **ALVARO URIEL CASTRO MORALES**, para poder presentar su examen profesional y obtener el título de **INGENIERO AGRONOMO**, me permito comunicarle que le he dado mi voto **APROBATORIO** sobre su trabajo titulado: **"MANEJO AGRONÓMICO DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO"**.

Esperando reciba de conformidad, quedo de usted, muy atentamente.

**A T E N T A M E N T E**

**"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE"**

San Quintín, B. C., a 20 de abril de 2017

---

M.C. Isidro Bazante González  
**SECRETARIO**



**Universidad Autónoma de Baja California**  
**Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín**  
**CAMPUS ENSENADA**



**EMISIÓN DE VOTO APROBATORIO SOBRE**  
**TRABAJO DE TESIS**

**Dra. Ana Cecilia Bustamante Valenzuela**

**SUBDIRECTORA DE LA FINSQ**

**P R E S E N T E.-**

Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre el trabajo presentado bajo la modalidad de titulación: TESIS por el (la) C. **ALVARO URIEL CASTRO MORALES**, para poder presentar su examen profesional y obtener el título de **INGENIERO AGRONOMO**, me permito comunicarle que le he dado mi voto **APROBATORIO** sobre su trabajo titulado: **"MANEJO AGRONÓMICO DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO"**.

Esperando reciba de conformidad, quedo de usted, muy atentamente.

**A T E N T A M E N T E**

**"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE"**

San Quintín, B. C., a 20 de abril de 2017

---

**Dra. Ana Cecilia Bustamante Valenzuela**  
**VOCAL**



Universidad Autónoma de Baja California  
Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín  
CAMPUS ENSENADA



EMISIÓN DE VOTO APROBATORIO SOBRE  
TRABAJO DE TESIS

**Dra. Ana Cecilia Bustamante Valenzuela**  
**SUBDIRECTORA DE LA FINSQ**  
**P R E S E N T E.-**

Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre el trabajo presentado bajo la modalidad de titulación: TESIS por el (la) C. **ALVARO URIEL CASTRO MORALES**, para poder presentar su examen profesional y obtener el título de **INGENIERO AGRONOMO**, me permito comunicarle que le he dado mi voto **APROBATORIO** sobre su trabajo titulado: **"MANEJO AGRONÓMICO DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO"**.

Esperando reciba de conformidad, quedo de usted, muy atentamente.

A T E N T A M E N T E

"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE"

San Quintín, B. C., a 20 de abril de 2017

*Fidel Núñez R.*

Dr. Fidel Núñez Ramírez  
**VOCAL**

## *AGRADECIMIENTOS*

Es para mí algo imposible expresar todo lo que siento hacia las siguientes personas.

Las personas con las cuales conté para la elaboración de mi tesis. Mediante este escrito expresare mi gratitud.

En primero lugar a mi Dios que nunca me abandona y siempre está ahí para protegerme, cuidarme y guiarme por buen camino.

A mi novia e hijo que siempre estuvieron conmigo en persona y mente. También por dejarlos solos en las tardes después de la escuela y fines de semana mientras estudiaba y elaboraba mi tesis.

A mis padres y hermanas, que siempre me han apoyado en las buenas y en las malas por creer en mí y en lo que hago, pero en especial a mi madre que es mi ejemplo a seguir, que con esfuerzo mediante su trabajo a mí y mis hermanas nos ha sacado adelante.

A mis compañeros de clase que participaron en las labores culturales y cosechas del cultivo, que sin ellos no se hubiese sacado adelante.

A mis amigos y compañeros de clase Salvador Elizarraras López, Gabriel Flores Valdivia y Francisco Rafael Martínez Alonzo, por ser unos grandes amigos y estar siempre conmigo incondicional mente.

A la Universidad Autónoma de Baja California Facultad de Ingeniería y Negocios, por permitirme realizar mis estudios universitarios y brindar las instalaciones, como el invernadero y materiales para este tipo de investigaciones.

A mi asesor, MC. Aurelia Mendoza Gómez, por todo su apoyo y ayuda a organizar mis ideas. También por permitirme realizar este proyecto de investigación.

Al MC Isidro Bazante por su valiosa participación al resolverme dudas, apoyo y asesoría en cuestiones de manejo del cultivo y en la elaboración de esta tesis.

## DEDICATORIAS

### ***A mi Dios***

*Por darme vida acompañado de una hermosa familia, estar siempre conmigo y brindarme las armas necesarias para salir adelante siempre guiando mi camino.*

### ***A mi madre***

*Por ser mi ejemplo a seguir en lucha y fuerza frente a la vida, por querernos amarnos y apapacharnos.*

### ***A mi padre***

*Por haberme criado, brindarme un techo, alimentación y por apoyarme siempre en mis decisiones.*

### ***A mi hijo Axel Gael Castro Galván***

*Por ser el motivo de mis fuerzas en salir adelante frente a la vida y querer ser cada día mejor persona para ser un buen ejemplo a seguir y a quien quiero con toda mi alma.*

### ***A mis hermanas***

*Que, aunque algunas están lejos siempre han estado conmigo, dándome ánimos para realizar mis metas.*

### ***A mi novia***

*Por siempre estar a mi lado y por el apoyo incondicional, su amor y confianza.*

## **Resumen**

El objetivo principal del estudio fue implementar el manejo agronómico y evaluar la adaptabilidad del cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo condiciones de invernadero, observar su desarrollo en sus diferentes etapas fenológicas implementando un buen manejo agronómico, tomando en cuenta las condiciones edafoclimáticas del Valle de San Quintín con la ayuda de la agricultura protegida. Se utilizó como material genético un híbrido comercial.

El manejo agronómico se llevó a cabo desde la plantación del material genético, hasta su eliminación del campo. En donde respectivamente se llevó a cabo un programa de manejo de riego dependiendo las demandas hídricas del cultivo para su óptimo desarrollo ya que es un cultivo muy sensible a la falta de agua, tomando en cuenta las condiciones edafoclimáticas como temperatura, humedad relativa, así como también el tipo de suelo y su estructura. Las cuales influyen de gran manera en la demanda hídrica del cultivo. La fertilización se llevó a cabo con el equipo de fertirriego (Netayet) de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería y negocios San Quintín, donde se implementó un programa de fertilización tomado como base NPK y los iones necesarios para el óptimo desarrollo de la planta en las diferentes etapas fenológicas del cultivo. Conforme se iba desarrollando la implementación de labores culturales y cosechas del cultivo.

Con el conocimiento adquirido y la metodología de la Universidad Autónoma de Baja California – Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín, se realizó un manejo

integrado de plagas (MIP) para prevenir y combatir plagas y enfermedades, a lo largo de ciclo del cultivo de la forma más correcta y precisa posible.

Se realizó un ciclo de evaluación bajo condiciones de invernadero usando el conocimiento obtenido en la Universidad Autónoma de Baja California, el cultivo se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín (FINSQ); en la cual se asignó un lote de 228 m<sup>2</sup>, bajo diferentes densidades de población.

El beneficio de la agricultura protegida como el invernadero que nos ayuda a brindarle un microclima lo más ideal posible para el óptimo desarrollo del cultivo para así explotar sus cualidades y de alguna manera obtener mayor producción, con resultados muy favorables y competitivos a nivel nacional e internacional. Se realizó una evaluación en donde se tomaron en cuenta densidades de plantación para así obtener datos que nos ayuden a obtener una producción con calidad y rendimiento los tratamientos fueron densidades entre planta 20, 25, 30, 40, 50 y 55cm respectivamente, con esto se obtuvo un rendimiento promedio de 70 toneladas por hectárea.

## INDICE DE CONTENIDO

### Tabla de contenido

Resumen .....	iii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS E HIPOTESIS .....	3
Objetivos.....	3
HIPÓTESIS.....	4
III. REVISION DE LITERATURA.....	5
3.1 Generalidades del cultivo .....	5
3.2 TAXONOMIA.....	6
3.3 Características botánicas. ....	7
3.3.1 Semilla.....	7
3.3.2 Raíz.....	8
3.3.3 Tallo.....	8
3.3.4 hojas.....	9
3.3.5 Flores.....	9
3.4 Origen.....	10
3.5 Aspectos nutricionales y fertilización .....	11
3.5.1 Fertilización.....	11
3.5.2 Propiedades del suelo.....	12
3.5.3 Demanda de nutrientes .....	12
3.6 Fertilización.....	12
3.6.1 Fuentes de fertilizantes.....	13
3.6.2 Función de los elementos Esenciales.....	13
3.6.3 Microelementos:.....	15
3.7 Aspectos climáticos.....	16
3.7.1 Temperatura .....	16
3.7.2 Riego .....	16
3.7.3 Suelo.....	18
3.7.4 Calidad del agua.....	19
3.7.4.1 Efecto de las sales solubles en la planta .....	19

3.8 Plagas y enfermedades .....	20
3.8.1 Principales plagas.....	20
3.8.1.1 Afidos o pulgones ( <i>Myzus persicae</i> , <i>Aphis gossypii</i> ) .....	20
3.8.1.2 Araña roja ( <i>Tetranychus urticae</i> ) .....	21
3.8.1.3 Picudo del chile ( <i>Anthonomus eugenii</i> ).....	23
3.8.1.4 Gusano Soldado ( <i>Spodoptera exigua</i> ).....	24
3.8.1.5 Minador de la hoja ( <i>Liriomyza sp</i> ).....	26
3.8.1.6 Mosca blanca ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Bemisia tabaci</i> ) .....	27
3.8.1.7 Nematodos ( <i>Meloidogyne incognita</i> ) .....	30
3.8.1.8 Trips de la flor ( <i>Thrips tabaci</i> y <i>Frankliniella occidentalis</i> ) .....	31
3.8.2 Principales enfermedades.....	33
3.8.2.1 Secadera o Damping off ( <i>Pythium spp.</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Phytophthora sp</i> , <i>Fusarium sp</i> ).....	33
3.8.2.2 Tizón o mancha bacteriana ( <i>Xanthomonas campestris pv. vesicatoria</i> ).....	34
3.8.2.3 <i>Cenicilla polvorienta</i> ( <i>Oidiopsis spp.</i> ) .....	36
3.8.2.4 <i>Alternaria</i> ( <i>Alternaria solani</i> , <i>Alternaria alternata</i> ) .....	37
3.8.2.5 Antracnosis ( <i>Colletotrichum spp</i> ) .....	38
3.8.2.6 Moho gris o moho blanco ( <i>Botrytis cinerea</i> / <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> ) .....	39
3.8.2.7 Tristeza del chile ( <i>Phytophthora capsici</i> ) .....	40
3.8.2.7 Virus del mosaico del tabaco ( <i>TMV – Tobacco Mosaic Virus</i> ) .....	42
3.8.2.8 Virus del enchina miento ( <i>BCTV – Beet Curly Top Virus</i> ) .....	43
3.9 Importancia económica del cultivo.....	44
3.9.1 Usos del chile habanero.....	45
3.10 Producción Mundian y Nacional de chile Habanero.....	46
3.10.1 Producción nacional.....	47
IV. MATERIALES Y METODOS .....	48
4.1 Localización del área de estudio. ....	48
4.2 Materiales utilizados.....	49
4.3 Siembra del material genético .....	50
4.4 Métodos de siembra .....	50
4.5 Ventajas de la producción de plántula.....	51
4.6 Desventajas de la producción de plántula .....	51

4.7 Fertilización y Fumigación en plántula.....	51
4.7.1 Fumigación en plántula.....	52
4.8 Diseño experimental.....	52
4.9 Manejo agronómico.....	54
4.10 Elaboración de camas.....	55
4.11 Trasplante.....	56
4.11.1 Sintomatología y daños.....	57
4.11.2 Control preventivo.....	57
4.12 Tutorado.....	58
4.13 Podas.....	59
4.14 Riegos.....	61
4.15 Fertilización.....	62
4.16 Control de plagas y enfermedades.....	70
4.17 Plagas y enfermedades en proyecto de adaptación y manejo agronómico bajo condiciones de invernadero del chile habanero en el valle de San Quintín.....	71
4.17.1 Plagas.....	71
4.17.2 Enfermedades.....	72
4.18 Variables evaluadas.....	73
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	74
5.1 Rendimientos en toneladas por hectárea.....	74
VI. CONCLUSIONES.....	78
6.1 Conclusiones acorde a los objetivos planteados.....	78
VII. LITERATURA CITADA.....	79

## **I. INTRODUCCIÓN**

México es el centro de origen y diversidad de la especie más importante de Chile, (*Capsicum annuum* L.) la cual incluye más de 100 variedades de chiles que hoy se consumen en todo el mundo, después que hace 500 años los españoles los llevaron al resto del planeta. La mayoría de los chiles domesticados que se cultivan y consumen en todo el mundo pertenecen a esta especie que incluye a chiles como: pimiento morrón, Chile ancho, Chile guajillo, Chile habanero. En nuestros días las variedades cultivadas de *C. annuum*, tienen gran importancia debido a la demanda en el consumo y comercialización de estas.

La República Mexicana ocupa uno de los primeros lugares con mayor biodiversidad en el mundo debido a su posición privilegiada en medio de los trópicos y a poseer distintas altitudes lo que ha permitido que tenga una gran variedad climática.

Los sistemas de producción agrícola enlazan en la práctica los conocimientos que las disciplinas involucradas directa o indirectamente le otorgan a la agronomía. Estos nuevos saberes surgen con el afán de conocer la naturaleza y aplicar ese conocimiento para beneficio de la sociedad a través de la producción de bienes con la finalidad de obtener la mejor y máxima producción con menos superficie sembrada.

El rendimiento y la calidad de los cultivos depende de varios factores, los internos de la planta que están determinados por el genotipo y otros que son de tipo externo como las condiciones climáticas, las características del suelo, las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato, calidad del agua, factores nutrimentales, la técnica de producción y los factores bióticos. De éstos, algunos salen de manera absoluta del

control humano (factores climáticos en los cultivos abiertos), otros en alguna medida pueden ser objeto de control (plagas y enfermedades), mientras que otros, como los factores nutrimentales, pueden ser controlados de manera precisa.

Es por ello de se han planteado nuevas alternativas de producción como la agricultura protegida, principalmente los invernaderos, desplazando el método antiguo de cultivar a campo abierto ahorrando espacio y produciendo más.

El empleo de los invernaderos y la fertilización en los cultivos hortícolas haciendo un óptimo uso de ellos permiten una mayor y mejor calidad de los productos, disminuyendo considerablemente el ataque de plagas y enfermedades, protegiendo de los climas extremos, la acción de viento, heladas, granizadas y excesiva radiación solar.

El incremento de la agricultura protegida nos permite elevar la producción, hacer uso óptimo del agua, moderar el uso de agroquímicos y producir fuera de época.

El uso indiscriminado de agroquímicos cada día es más alto, así como la falta de agua, enfocados a solo incrementar la producción sin hacer conciencia del medio ambiente y la salud humana.

## II. OBJETIVOS E HIPOTESIS

### Objetivos

- Observar la adaptabilidad del cultivo a condiciones edafoclimaticas del Valle de San Quintín B.C.
  
- Evaluar el rendimiento del cultivo del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo condiciones de invernadero y el manejo agronómico.

## **HIPÓTESIS**

**Ho:** Se incrementará la producción del chile habanero utilizando el método de agricultura protegida bajo invernadero.

**Ho:** Que tan adaptable es el cultivo del chile habanero a las condiciones edafoclimaticas del Valle de San Quintín B.C.

**H1:** No se notarán los cambios en la producción y calidad de chile habanero, con la utilización del invernadero.

**H1:** No se adaptará el cultivo a las condiciones edafoclimaticas del Valle de San Quintín B.C.

### **III. REVISION DE LITERATURA**

#### **3.1 Generalidades del cultivo**

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. A diferencia de su pariente, el chile manzano, el habanero es uno de los más picosos del mundo.

Hay variaciones en el color de chile habanero: verde, naranja, amarillo y rojo. Los más cotizados y demandados son los amarillos y naranjas ya que es el color más comercial, sin embargo, no afecta mucho su valor en el mercado.

La cantidad de producción en invernadero de este cultivo en condiciones óptimas es de 70 a 80 toneladas al año por hectárea y el cultivo se vende 100 y 150 pesos por Kilo por lo que lo hace un cultivo muy rentable (Mendoza, *et al.*, 2014). Sus aplicaciones más comunes son el mercado culinario, sin embargo, se están popularizando los usos industriales, como la adición a pinturas para la protección contra microorganismos. Para su producción se requiere una estructura de invernadero con capacidad de carga para en tutorado de la planta, esto es esencial para el óptimo desarrollo.

El chile habanero no sólo es comestible, en virtud de su contenido de capsaicina que contiene puede emplearse en la elaboración de cosméticos, pomadas, gas lacrimógeno, recubrimiento de sistemas de riego o eléctricos para protección contra roedores y, por su alta capacidad anticorrosiva, como componente en pintura para barcos.

El chile habanero es la principal especie hortícola explotada comercialmente en la península de Yucatán, ya que además de ser un símbolo de picor posee características de interés comercial debido a sus altos contenidos de capsaicinoides acumulados en el fruto. Los contenidos de estas sustancias se cree que pueden variar en condiciones de estrés hídrico o nutrimental (Borges y Gómez, 2010).

### **3.2 Taxonomía**

Reino:           Plantae

División:       Magnoliophyta

Clase:           Magnoliopsida

Subclase:       Asteridae

Orden: Solanales

Familia:        Solanaceae

Subfamilia:    Solanoideae

Tribu:           Capsiceae

Género:         Capsicum

Especie:        chinense Jacq.

### **3.3 Características botánicas.**

El chile habanero es una planta de ciclo anual, en la cual puede alcanzar hasta 12 meses de vida, dependiendo del manejo agronómico. Su altura es variable, pero en los cultivares comerciales puede variar entre 75 y 120 cm. (Mendoza *et al.*, 2004).

La planta es un semiarbusto de forma variable y alcanza entre 0.60 m a 1.50 m de altura, dependiendo principalmente de la variedad, de las condiciones climáticas y del manejo. La planta del chile es monoica, tiene los dos sexos en la misma planta, es de reproducción autógena, es decir que se autofecunda; aunque puede experimentar hasta un 4.5% de polinización cruzada, puede ser fecundada de la planta vecina.

#### **3.3.1 Semilla**

Las semillas son 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.



Figura 1. Semillas del chile habanero

### 3.3.2 Raíz

Raíz pivotante y un sistema radical bien desarrollado, cuyo tamaño depende de la edad de la planta, las características del suelo y las prácticas de manejo que se le proporcionen; puede alcanzar longitudes mayores a los 20 cm.



Figura 2. Raíz del chile habanero.

### 3.3.3 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).



Figura 3. Tallo del chile habanero

### 3.3.4 hojas

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).



Figura 4. Hojas del chile habanero

### 3.3.5 Flores

Las flores son de color blanco y su tamaño varía entre 1.5 y 2.5 cm. de diámetro de la corola; generalmente sólo se emite una flor en cada ramificación, pero se pueden presentar racimos de hasta seis flores en cada ramificación, dando lugar a un promedio de tres frutos. El número de sépalos y pétalos también es variable (5 a 7) aún dentro de la misma especie, lo mismo que la longitud del pedúnculo floral (De la Cruz, s/a).



Figura 5. Flor del chile habanero

### **3.4 Origen**

El chile habanero 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 (ubicada actualmente en territorios de Colombia y Venezuela) hacia Guyana, Surinam, la Guyana Francesa y las Antillas del Caribe (Salaya, 2010).

Se ha sugerido que la introducción prehispánica del chile habanero en el Caribe se debió a migraciones indígenas de agricultores y alfareros procedentes de Sudamérica, pertenecientes a grupos arahuacos (originarios de Puerto Rico), quienes viajaron por las Antillas menores hasta llegar a Puerto Rico, La Española (República Dominicana y Haití), Jamaica y Cuba, entre los años 250 y 1000 d. C.

Por otro lado, algunos estudios con ADN señalan que, en Puerto Rico y República Dominicana, las migraciones precolombinas de indígenas procedentes del Amazonas, corresponderían a las tribus de Yanomamos y Crajos, que aún hoy en día continúan habitando en las regiones del Amazonas y del Orinoco.

Respecto a su Producción en México, en el año 2010 obtuvo su denominación de origen en la Península de Yucatán, debido a que es la región donde más se cultiva y adapta, ya que las condiciones edafoclimáticas son las óptimas para esta importante hortaliza. Posteriormente se fue extendiendo su producción a los estados vecinos, como Tabasco y Veracruz, actualmente con la agricultura protegida, se ha extendido su producción a estados como San Luis Potosí, Coahuila, Tamaulipas, y en Baja California, solo se siembran alrededor de 13 hectáreas para su producción comercial, esto de acuerdo a SAGARPA-SIAP, 2013. En la región del Valle de San Quintín, en el 2013 se inició con su establecimiento a nivel experimental en los cuales se obtuvo una media de 80 toneladas por hectárea, de acuerdo a Castillo, 2014.

### **3.6 Aspectos nutricionales y fertilización**

#### **3.6.1 Fertilización.**

Las plantas sufren de estrés por humedad y disponibilidad de nutrientes (desbalance hormonal).

En riego por goteo las raíces se desarrollan fundamentalmente en el volumen de suelo húmedo.

Las raíces absorben los nutrientes disueltos en el agua de riego, en la forma química, concentración y proporción entre nutrientes requeridas por el cultivo.

Los periodos de estrés hídrica y/o nutrimental son mínimos, por lo cual las plantas tienen mayor potencial de producción.

Cuando se aprovecha al máximo el periodo de producción (libre de heladas) aumenta el rendimiento

### **Propiedades del suelo**

1. Capacidad para aportar nutrientes y retener los fertilizantes.
2. En función de esas propiedades se aplican fertilizantes directamente al suelo.
3. Aplicarlos cuando se realiza alguna labor.
4. Cada suelo reacciona diferente dependiendo de sus propiedades.

### **Demanda de nutrientes**

1. Solución nutritiva: Agua con nutrientes minerales y oxígeno (control del pH y la CE)
2. Las raíces requieren respirar (oxígeno).
3. Con deficiencia de oxígeno las raíces no absorben nutrientes (desbalance) cuando se acolcha el suelo aumenta la capacidad de producción y la demanda de nutrientes.

### **Fertilización**

•Dosis:

Fracciones: 220–100 –150

Trasplante: 65– 100–50

Escarda 1: 75–0–50–

Escarda 2: 80 –00 –50

## **Fuentes de fertilizantes**

En la primera aplicación:

1. 215 kg / ha de Fosfato diamónico (DAP): 18-46-00
2. 200 kg / ha de sulfato de potasio: 00 –00–50

En la segunda aplicación:

1. 185 kg / ha de urea: 46 –00 – 00
2. 80 kg / ha de cloruro de potasio: 00 –00–60

En la tercera aplicación:

1. 290 kg / ha de fosfonitrato: 31–03– 00

## **Incompatibilidad**

1. No mezclar P con Ca.
2. No mezclar Ca con S.
3. No mezclar ácido con quelatos.
4. Aplicar la solución con todos los nutrientes (Ca inyectado de tanque diferente)

(Dr. Alfredo Lara Herrera 2016).

### **3.6.2 Función de los elementos Esenciales**

Las plantas, mediante el proceso de fotosíntesis, se nutren de elementos químicos. Unos los consumen en gran cantidad, los llamados macroelementos tales como el Carbono cuyo símbolo es (C), el Oxígeno (O), el Nitrógeno (N), el Fósforo (P) y el Potasio (K). Otros, se consumen en menor proporción y se denominan elementos secundarios como

el Calcio (Ca), el Magnesio (Mg) y el Azufre (S). Pero también resultan imprescindibles pequeñas cantidades de Hierro (Fe), zinc (Zn), Manganeso (Mn), Boro (B) entre otros, denominados en conjunto microelementos. Los productos ricos en estas sustancias nutritivas destinados al crecimiento de las plantas se denominan abonos o fertilizante.

## NITRÓGENO

1. Amoniacal.
2. Más fácilmente retenido en el suelo.
3. Se transforma a nitrato.
4. Más barato.
5. En exceso antagoniza con K, Ca y Mg.
6. Nítrico.
7. Fácilmente se puede lixiviar.
8. Lo absorbe la planta.
9. Es caro.
10. Estimula la absorción de K, Ca y Mg.

## FÓSFORO

1. Poco móvil en el suelo, en suelo arenoso mayor movilidad, en suelo arcilloso queda muy cerca del gotero.
2. El pH afecta su disponibilidad: 5.5 – 6.5
3. Favorece su asimilación con amonio.

4. Dificulta su disponibilidad con calcio.
5. Precipita con alta concentración de Fe y Zn.

## POTASIO

1. Su disponibilidad está relacionada con el pH.
2. En suelos arenosos, menos cantidad de K, pero más fácilmente disponible.
3. En suelos arcillosos, mayor disponibilidad de K, mayor adsorción.
4. Tiene movilidad intermedia entre la de N y P.
5. Es de gran importancia para la fotosíntesis, la producción, la calidad de frutos y el aprovechamiento del agua. (Dr. Alfredo Lara Herrera 2016).
6. Elementos secundarios: •Azufre (S): necesario para la fotosíntesis.
7. •Calcio (Ca): influye en la formación de las paredes celulares.
8. •Magnesio (Mg): forma parte de la clorofila, aumenta la resistencia de la planta y actúa en el metabolismo del fósforo.

### **Microelementos:**

•Hierro (Fe), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Manganeseo (Mn), Molibdeno (Mo) y Boro (B): son necesarios en muy pequeñas cantidades, pero imprescindibles para la vida de la planta.

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, 300 kilogramos de potasio, 200 kilogramos de calcio y 100 kilogramos de magnesio.

### **3.7 Aspectos climáticos**

#### **3.7.1 Temperatura**

De acuerdo con información de los productores de la región de la Península de Yucatán, las condiciones ideales de temperatura y humedad relativa (HR) para la producción de habanero bajo condiciones de invernadero son respectivamente de 30°C a 40°C de 60 al 80 %.

#### **3.7.2 Riego**

Explica ECAO. (2002), que el chile habanero (*Capsicum 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 distribuidos 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 hechas bajo riego o en el invierno, 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 13 temporales, generalmente reportan bajos rendimientos debido a que la lluvia no se distribuye de acuerdo a las necesidades del cultivo.

El chile habanero bajo condiciones de invernadero es muy exigente respecto al balance de humedad del suelo y del aire debido a que sus raíces son de amplio desarrollo y también debido a la construcción de su sistema de hojas. El cultivo en su máxima demanda requiere diariamente hasta un litro de agua por planta con solución nutritiva, aplicándolo en varios riegos y convenientemente no deben ser más de seis, aplicándolos preferentemente antes de las 14: 00 horas. Para el desarrollo y fructificación normal de las plantas, la humedad del suelo debe ser de 70 a 80% de la capacidad de campo.

### 3.7.3 Suelo

Pacheco (2005), menciona que el chile habanero se adapta y desarrolla en suelos profundos y bien drenados con textura entre lo franco limoso y franco arcilloso, con un pH desde 6.5 a 7.0, con un buen nivel de fertilidad y con una leve pendiente no menos de 8% para evitar áreas que se inunden o se estanque el agua después de una fuerte lluvia. Según Boger *et al.*, (2008), que para predecir el nivel de disponibilidad de fósforo (P) en un análisis de suelo, es singular para cada cultivo al igual que en las condiciones donde se desarrolla; por tanto, debe basarse en la relación entre el P extraído por la planta y el análisis de suelo realizado con una técnica apropiada. Laborde y Pozos (1982), mencionan que los suelos con buen potencial son los Luvisoles, las Rendzinas y Cambisoles tienen un potencial mediano, pero pueden obtenerse altos rendimientos a pesar de su pedregosidad y poca profundidad mediante ciertas prácticas de manejo. Los suelos considerados de bajo potencial productivo son los Litosoles, Vertisoles y Regosoles; Laborde y Pozos (1982), mencionan también que es factible obtener resultados favorables mediante la aplicación de diversas prácticas de manejo del suelo y del agua; en los Litosoles y Regosoles, se recomienda el empleo de abonos orgánicos y fertirrigación; en los Vertisoles es necesario realizar prácticas de manejo del agua excedente para su cultivo. Se consideran superficies no aptas las formadas por los suelos Gleysoles y Solonchaks, debido a que sus características no permiten el desarrollo adecuado de las plantas. Es recomendable aplicar Magnesio, en todo el ciclo de producción.

### **3.7.4 Calidad del agua**

La calidad del agua para riego está determinada por la concentración y composición de los constituyentes disueltos que contengan. Por lo tanto, la calidad del agua se considera las condiciones de salinidad o el contenido de sodio intercambiable en cualquier zona de riego.

Las características más importantes que determinan la calidad del agua de riego son:

- 1.- La concentración de sales solubles
- 2.- La concentración relativa de sodio con respecto a otros cationes
- 3.- La concentración de boro y otros elementos tóxicos.
- 4.- Bajo ciertas condiciones, la concentración de bicarbonatos con relación a la concentración de calcio más magnesio.

#### **3.7.4.1 Efecto de las sales solubles en la planta**

Los efectos de la salinidad se podrían agrupar bajo tres aspectos diferentes: relaciones hídricas, balance de energía y nutrición. La concentración de sales solubles se eleva la presión osmótica de la solución de suelo. Si tenemos en cuenta que el agua tiende a pasar de soluciones menos concentradas a las más concentradas, con objeto de diluir estas últimas e igualar las presiones osmóticas de ambas, se comprende que cuando la concentración salina de la solución del suelo es superior a la del jugo celular de las plantas, el agua tendera a salir de estas últimas hacia la solución del suelo.

### 3.8 Plagas y enfermedades

#### 3.8.1 Principales plagas

##### 3.8.1.1 Áfidos o Pulgones (*Myzus persicae*, *Aphis gossypii*)

Descripción: Estos insectos tienen forma de pera y cuerpos flexibles con o sin alas y protuberancias en el abdomen. Algunas especies presentan reproducción vivípara sin apareamiento.

1. *Aphis gossypii*: los adultos conocidos como áfidos, son alrededor de 2 mm de largo, de color verde pálido en la temporada cálida y seca, y rosado en temporadas más frescas.
2. *Macrosiphum euphorbiae*: los adultos, que se conocen como áfidos de la papa, son entre 2.5 y 3.5 mm de largo y su color varía entre rosa, rosa-verde moteado, y verde claro con una raya oscura.
3. *Myzus persicae*: conocido como áfido verde, es una de las especies de áfidos más comunes en pimientos. Su tamaño oscila entre 1.6 y 2.4 mm y son de color amarillo pálido a verde.

**Síntomas y daño al cultivo:** los áfidos pueden atacar a cualquier hortaliza. Se alimentan punzando las hojas y succionando la savia. Como resultado, las hojas se enrollan hacia abajo y se arrugan; prosigue el marchitamiento y la decoloración de la hoja. El daño es más frecuente en las hojas jóvenes del centro de la planta. Su acción ocasiona la reducción de la calidad y de la cantidad de fruta. Las plantas gravemente infestadas se vuelven de color café y mueren. Los áfidos tienden a extenderse rápidamente de un campo a otro transmitiendo una variedad de enfermedades virales entre las que se incluyen varios tipos de mosaico.

**Monitoreo y búsqueda:** Se pueden usar trampas amarillas en la base del tallo y trampas horizontales. Típicamente los áfidos se congregan en el envés de la hoja y en los brotes apicales. La mielecilla secretada por los áfidos vuelve a las plantas pegajosas y favorece el desarrollo de un moho negro en el follaje.

**Manejo:** Existen varios enemigos naturales, depredadores o parasitoides, para el control de estos pulgones, y también se pueden controlar con prácticas culturales y aplicaciones de insecticidas. Se debe sembrar en suelo bien preparado y fértil para obtener un cultivo vigoroso con mayor capacidad de tolerar los ataques de áfidos, y evitar la siembra en campos pre-infestados o en suelos cercanos a campos infestados (Guía; Productores de hortalizas, marzo 2004).



Figura 6. Pulgón (*Myzus persicae*, *Aphis gossypii*)

#### 3.8.1.2 Araña roja (***Tetranychus urticae***)

**Descripción:** El adulto posee ocho patas y es casi microscópico, pues solamente mide de 0.3 a 0.5 milímetros de largo. La hembra, de forma oval, tiene un color que va del amarillento al verde, con dos o cuatro manchas dorsales oscuras. El macho, que es más activo, tiene el cuerpo más angosto y el abdomen más apuntado. Los huevecillos son esféricos, diminutos y transparentes al principio de ser depositados. Luego adoptan

gradualmente un color amarillento-verdoso. La larva tiene seis patas y no es mucho más grande que el huevecillo. No tiene color con excepción de los ojos carmín. Durante las dos etapas de ninfa es de color gris pálido, de forma oval y de ocho patas. El par de manchas oscuras es visible ya en esta etapa de desarrollo. Síntomas y daño al cultivo: Los ácaros de araña roja penetran la epidermis y extraen la savia del envés de las hojas. El follaje infestado adopta pronto un aspecto blancuzco o bronceado. Las hojas ligeramente infestadas muestran manchas o erupciones pálidas transparentes; cuando éstas son gravemente infestadas se tornan completamente pálidas y se secan. El envés de las hojas se ve recubierto de tejido sedoso sobre el cual los ácaros se arrastran. Las hojas infestadas pueden estar recubiertas de estas telarañas. Una revisión minuciosa revela a los ácaros adultos en las hojas, aunque son las larvas quienes inician los daños.

**Monitoreo y búsqueda:** Los ácaros se distribuyen por el campo de dos maneras: migración de hembras, que forma una zona de ligera a abundante, y transporte natural o mecánico de ácaros mediante viento, mamíferos o el hombre. Por tanto, los “focos calientes” deben investigarse al final, no a la entrada del campo. El desarrollo de los adultos es más rápido durante la temporada cálida y seca.

**Manejo:** Una forma de control es destruir las malezas alrededor del campo tras la cosecha o antes de la resiembra. No es aconsejable la destrucción de las malezas colindantes durante la temporada de cultivo, ya que esto obliga a los ácaros a emigrar al campo. Seleccionar variedades de semillas con resistencia a la araña roja. (Guía; Productores de hortalizas, marzo 2004).



Figura 7. Araña roja (*Tetranychus urticae*)

### 3.8.1.3 Picudo del chile (*Anthonomus eugenii*)

El insecto llega al cultivo en la etapa de floración y fructificación atraído por la capsaicina liberada por las flores. El adulto de color pajizo, vive de 3 a 4 meses. La hembra oviposita de 3 a 5 huevecillos de 0.5 mm en los botones florales y frutos, tardan de 3 a 4 días en eclosionar, la hembra oviposita 300 o más huevecillos. Las larvas no tienen patas, son de color blanco brillante curvadas en forma de C y miden 5 mm. Presenta 3 estados larvales que duran de 9 a 12 días. La pupa se forma dentro del fruto y dura de 3 a 6 días. Una vez formado el adulto requiere de 3 a 4 horas para emerger del fruto. Los síntomas de un fruto infestado son pedúnculos amarillos que se marchitan en el punto de unión con la planta, lo que ocasiona la caída de los frutos, los cuales se tornan rojos o amarillos antes de caer al suelo. Su ciclo biológico es de 15 a 23 días.

**Estrategia de manejo:** Efectuar los muestreos de adultos en trampas amarillas con pegamento y feromona, así como el muestreo de daño por alimentación u ovoposición en yemas terminales. El monitoreo de trampas amarillas con feromonas se debe iniciar desde antes de establecer el cultivo para detectar sitios contaminados y dos semanas después del trasplante y antes de la floración hasta terminar el ciclo del cultivo colocando de 1 a 2 trampas por cada 5 ha, ligeramente adentro por donde entran los

vientos, revisar cada tercer día y cambiar cada 3 a 4 semanas. Realizar aplicaciones cuando se detecte el primer adulto en trampa o en su caso cuando se detecten uno o dos adultos por cada 100 yemas terminales. Otra forma es revisar brotes de la planta sin tocarla colocando una manta blanca debajo de la misma, ya que con cualquier movimiento se deja caer al suelo, realizarlo por las tardes o mañanas. Ejercer una medida de control al detectar el primer adulto en trampa y/o planta, así como la recolección de frutos y la destrucción de éstos. Es importante que al final del último corte los agricultores destruyan los restos de cosecha por medio de rastreos y barbechos para eliminar las generaciones siguientes y para proteger el siguiente ciclo de cultivo (Guía; Productores de hortalizas, marzo 2004).



Figura 8. Picudo del chile (*Anthonomus eugenii*)

#### 3.8.1.4 Gusano Soldado (*Spodoptera exigua*)

**Descripción:** La envergadura alar de los adultos es de 25 a 32 mm, con alas delanteras color marrón grisáceo y una mancha pálida cerca del centro de cada ala. Las alas traseras son blancas con venas oscuras y tienen una franja en la orilla. Las larvas se incuban en dos a cinco días y se alimentan durante tres semanas. Las larvas maduras son generalmente verdes y tienen franjas laterales prominentes oscuras o claras. La

pupa mide alrededor de 15 a 20 mm de largo y es de color marrón claro con márgenes marrón oscuro a lo largo de los segmentos abdominales. Síntomas y daño al cultivo: El gusano soldado es un devorador general que ataca follaje, tallos y raíces de los cultivos de campo y hortalizas. En el caso de los chiles y pimientos también devora el fruto. Las mudas tempranas del gusano soldado dañan principalmente los brotes tiernos de las plantas.

**Monitoreo y búsqueda:** Se basa en la observación de las plantas para detectar conjuntos de huevos color crema, o más adelante, señales del gusano en los brotes y hojas. Un profuso tejido de hilos sedosos puede proporcionar a las plantas infestadas un aspecto brillante. Las mudas posteriores no son tan voraces como las primeras, y la producción de hilos sedosos se torna discontinua.

**Manejo:** El gusano soldado tiene pocos parásitos o depredadores que reduzcan efectivamente su población. Se dispone, sin embargo, de sustancias químicas y/o biológicas que lo controlan con eficacia. Aplicar el tratamiento tan pronto como se detecte su presencia en el fruto (Guía; Productores de hortalizas, marzo 2004).



Figura 9. Gusano Soldado (*Spodoptera exigua*)

### 3.8.1.5 Minador de la hoja (*Liriomyza sp*)

**Descripción:** El *Liriomyza sativae* adulto es una mosca negra lustrosa con marcas amarillas variables que van de 1 a 1.8 mm de largo. El *Liriomyza trifolii* difiere en que tiene el tórax cubierto de pelos traslapados que le proporcionan un color gris plateado; la porción de la cabeza detrás de los ojos es predominantemente amarilla. Estas especies tienen una actividad similar: insertan los huevos en las hojas y las larvas se alimentan entre las superficies de las hojas, lo que crea una mina u horadación sinuosa. Los huevecillos, de cerca de 0.2 mm de largo, son en ocasiones visibles a través de la epidermis superior de la hoja. Las larvas amarillentas y las pupas marrones, semejantes a semillas de estas especies, son muy similares y difíciles de distinguir en el campo.

**Síntomas y daño al cultivo:** El minador de la hoja efectúa en las hojas horadaciones de ondulaciones irregulares. Las galerías tienen generalmente la forma de una “S” y pueden estar agrandadas en el extremo. En las hojas más dañadas, se reduce grandemente la eficacia fotosintética y las plantas pueden perder la mayor parte de sus hojas. Si esto sucede al comienzo del periodo de fructificación, la defoliación podría reducir el rendimiento y el tamaño del fruto y exponer éste a la quemadura del sol. Además, las hojas infestadas constituyen un hábitat propicio para las bacterias y los patógenos fúngicos de las plantas.

**Monitoreo y búsqueda:** La población de minadores de la hoja es más elevada en los climas tropicales y en condiciones de invernadero. Para comprobar si hay minadores, revítese el tejido de las hojas. La vigilancia de las colonias de plaga puede hacerse mediante trampas amarillas en la base del tallo y con trampas horizontales.

**Manejo:** A pequeña escala, el retirar las hojas infestadas ayuda a mantener un nivel manejable de minadores de la hoja, aunque el empleo de insecticidas es un método de control más confiable. No aplicar el tratamiento a menos que estén presentes las pupas. Su ausencia, aún ante la presencia de nuevos minadores, indica que los controles naturales están funcionando. Las avispas parasitarias ayudan a mantener en bajos niveles las colonias de minadores de la hoja (Guía; Productores de hortalizas, marzo 2004).



Figura 10. Daño minador de la hoja (*Liriomyza sp*)

#### 3.8.1.6 Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci*)

**Descripción:** *Trialeurodes vaporariorum*: es una minúscula plaga de invernadero (alrededor de 1.5 mm de largo). Las plantas se cubren con mosquitas blancas de cuatro alas blancas de aspecto cerúleo. Las pupas son ovaladas, la parte superior plana, con filamentos que emergen desde arriba.

*Bemisia tabaci*: las moscas adultas son de cuatro alas y alrededor de 1.5 mm de largo. La identificación de los adultos de especies *B. tabaci* y *T. vaporariorum* es fácil de diferenciar por la posición de las alas. *T. vaporariorum* tiene las alas horizontales,

mientras *que B. tabaci* las tiene inclinadas sobre el cuerpo. Las larvas son igualmente fáciles de diferenciar; pues la larva de *T. vaporariorum* tiene todo el perímetro lleno de pelos o quetas, mientras que la larva de *B. tabaci* contiene como máximo 7 pares de quetas. *Bemisia argentifolii*: (conocida como mosca blanca “silverleaf”). Aunque varias especies de mosca blanca pueden infestar los cultivos de chiles y pimientos, se dice que *B. argentifolii* es la que causa mayores pérdidas económicas para los productores. Utilícese una lupa para identificar esta especie frente a otras mediante el examen de ejemplares inmaduros y adultos. La pupa es ovalada, blanquizca y blanda. Un extremo de la pupa pende de la superficie de la hoja y posee escasos y cortos filamentos cerúleos en su perímetro (comparada con otras pupas de mosca blanca que tienen numerosos filamentos). Las moscas adultas son más pequeñas (siendo las hembras alrededor de 0.96 mm y los machos alrededor de 0.82 mm). Son de color amarillo más intenso que otras moscas blancas. Mantienen las alas a un ángulo de 45°, lo que les da la apariencia de ser más delgadas.

**Síntomas y daño al cultivo:** Las plantas infectadas presentan menos vigor y las hojas están cubiertas con mielecilla. La mosca blanca se alimenta del tejido de las hojas, extrayendo la savia de la planta lo cual entorpece su crecimiento. Las hojas se vuelven amarillentas y se caen en las plantas infectadas. Se desarrolla un hongo semejante a hollín en las hojas cubiertas del rocío viscoso producido por la mosca blanca.

**Monitoreo y búsqueda:** Para detectar la invasión prematuramente se pueden utilizar placas amarillas en la base del tallo. La plaga se alimenta principalmente de las hojas nuevas en la parte superior. El desarrollo y la reproducción de la mosca blanca de invernadero depende de la temperatura y aumenta con las temperaturas más elevadas.

Lo importante es observar bien las plagas, tanto en el cultivo como sobre las placas adhesivas. Un buen monitoreo es indispensable para realizar un control efectivo a tiempo. Manejo: El manejo de la mosca blanca requiere un programa integrado que se enfoque en la prevención y se base en la integración del control biológico cuando éste sea posible. Algunos ejemplos de manejo integrado son la colocación de mallas en las bandas de los invernaderos; limpieza de malas hierbas y tejidos de cultivos muertos, y la colocación de placas adhesivas / trampas amarillas. La avispa parásita (*Encarsia formosa*) es un ejemplo de los enemigos naturales que se puede emplear en condiciones de invernadero, pero a una temperatura por debajo de 24° C se puede limitar la reproducción de este parásito. Se deben seleccionar los insecticidas cuidadosamente, ya que algunos son más efectivos cuando se asperjan contra las moscas adultas. En algunos casos, se necesitan aplicaciones regulares de insecticidas para controlar la población adulta que emerge hacia el final de la generación. En cuanto a *Bemisia argentifolii*, los productos que contienen aceite de Neem son tóxicos para las ninfas menores e inhiben la crianza y desarrollo de las ninfas mayores (Guía; Productores de hortalizas, marzo 2004).



Figura 11. Adulto de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci*).

### 3.8.1.7 Nematodos (*Meloidogyne incognita*)

**Descripción:** Afectan prácticamente a todos los cultivos hortícolas, produciendo los típicos nódulos en las raíces que le dan el nombre común de nematodo del nódulo de las raíces. Penetran en las raíces desde el suelo. Las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Esto unido a la hipertrofia que producen en los tejidos de las mismas, da lugar a la formación de los típicos “rosarios”. Los huevos se depositan en la tierra y eclosionan inmediatamente o hibernan en espera de temperaturas más cálidas. Tras la eclosión el ciclo vital dura menos de 30 días.

**Síntomas y daños al cultivo:** Producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, lo que implica un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez en verde en las horas de más calor, clorosis y enanismo. Se distribuyen por rodales o líneas y se transmiten con facilidad por el agua de riego, con el calzado, con los aperos y con cualquier medio de transporte terrestre. Además, los nematodos interaccionan con otros organismos patógenos, bien de manera activa (como vectores de virus), bien de manera pasiva facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado.

**Monitoreo y búsqueda:** El daño ocasionado por nematodos se restringe normalmente a suelos arenosos al 50%, aunque también puede ser severo en la producción de trasplantes en invernadero, sobre todo cuando se utiliza un sustrato no esterilizado.

**Control/manejo:** Prevención es la clave. Métodos incluyen: utilización de variedades resistentes; desinfección del suelo con fumigantes (como 1,3 dicloropropeno o metam

sodio); esterilización con vapor y solarización en los suelos de invernadero o en áreas pequeñas (aunque se tratan las capas más superficiales del suelo, sin profundizar (Guía; Productores de hortalizas, marzo 2004).

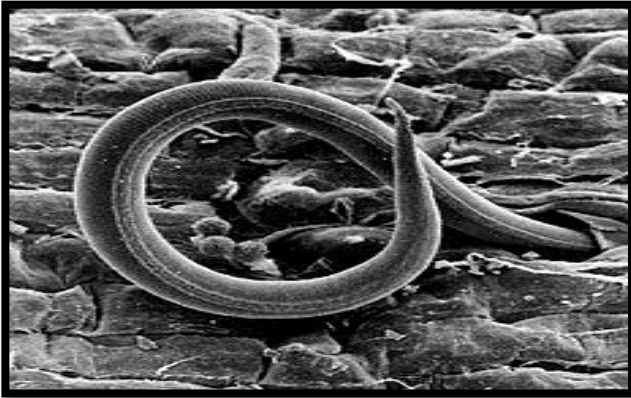


Figura 12. Adulto de Nematodos (*Meloidogyne incognita*).

#### 3.8.1.8 Trips de la flor (***Thrips tabaci*** y ***Frankliniella occidentalis***)

**Descripción:** Los adultos *Frankliniella occidentalis* son de 1.5 mm de largo, y sus ojos tienen un pigmento rojo. El color de la hembra varía de amarillo hasta café oscuro, mientras el macho siempre es de color amarillo pálido. Los huevos de tono amarillo no se pueden ver ya que son depositados en el tejido de la planta. Los adultos *Thrips tabaci* son también de color amarillo pálido hasta café oscuro y pueden medir hasta 1.3 mm de largo; sus ojos son de color gris. Las delgadas alas de estos insectos están bordeadas por pequeños hilillos. Prefieren depositar los huevos en la hoja, el cotiledón, o el tejido floral. Los huevos son blancos y de .25mm de largo.

**Síntomas y daño al cultivo:** *Frankliniella occidentalis*, que se conoce como trips de la flor occidental, se ha vuelto una de las especies más predominantes entre las que atacan a los cultivos de invernadero. Se alimenta de cualquier planta que produzca

flores, chupando los fluidos de la planta. Es un vector importante del virus del bronceado del tomate (TSWV en p.36) que afecta al pimiento y a otras hortalizas. *Thrips tabaci*, que se conoce como trips de la cebolla, ataca tanto a los cultivos de invernadero como a los de campo abierto. Típicamente todas las formas de estos trips se alimentan en la base de las hojas jóvenes; se puede encontrar en el suelo en forma de pupa y en las flores cuando es adulto. Los trips se alimentan de los jugos de la planta. Algunas hojas se deforman y enroscan hacia arriba (lo que no se debe confundir con el daño de pulgones que ocasiona el enroscamiento de las hojas hacia abajo). Las infestaciones retardan la maduración de la planta.

**Monitoreo y búsqueda:** Las señales del daño incluyen manchas plateadas en las hojas que brillan en el sol y se agrandan cuando crecen las hojas. Se puede vigilar a los adultos de ambas especies con trampas amarillas o blancas en la base del tallo, y con trampas rosadas en la parte superior de la planta. Se debe concentrar la inspección de los trips de la flor occidental en las flores y en los brotes o capullos, y la de los trips de la cebolla en las hojas más jóvenes. Manejo: A veces resulta difícil controlar a los trips de flor occidental con productos químicos porque se alimentan en las flores y en los brotes donde encuentran protección. La colocación de mallas en las bandas del invernadero puede ser útil (Guía; Productores de hortalizas, marzo 2004).



Figura 13. Adulto de Trips (*Thrips tabaci* y *Frankliniella occidentalis*).

### 3.8.2 Principales enfermedades

#### 3.8.2.1 Secadera o Damping off (*Pythium spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora sp.*, *Fusarium sp.*)

Esta enfermedad es muy común atacando plántulas de chile desde almácigo o vivero. Ataca principalmente a los cultivos de chile, jitomate, tomate de cáscara, entre otras. Los síntomas de esta enfermedad empiezan como plantas aisladas que después se extienden en manchones, las plántulas se entristecen como si fuera falta de agua, pero al hacer una inspección minuciosa encontramos tanto en la zona radicular como en el cuello al ras del suelo una pudrición acuosa y en algunos casos se puede observar el crecimiento de micelio del hongo. El hongo provoca el ahorcamiento del cuello y pudrición de la raíz de la plántula ocasionando marchitamiento y muerte de ésta. Las condiciones favorables para que se desarrolle la enfermedad son el exceso de humedad del suelo, terrenos mal nivelados con mal drenaje y temperaturas de 12 a 17 °C, causando daños de hasta el 50% en plántula ya establecidas.

**Estrategia de manejo:** Se debe hacer un tratamiento con productos fungicidas específicos para semilla. Se debe hacer un estudio fitopatológico del suelo o sustrato donde se va establecer el almácigo para la producción de planta. Una vez establecido el almácigo se deben evitar condiciones de alta humedad relativa, así como buena aeración. Al realizar el trasplante en campo se recomienda realizar aplicaciones al cuello de las plantas. Estrategias de manejo (Guía; Productores de hortalizas, marzo 2004).



Figura 13. Damping off (*Pythium spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora sp.*, *Fusarium sp.*)

#### 3.8.2.2 Tizón o mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris pv. vesicatoria*)

**Descripción y daños al cultivo:** Los síntomas se desarrollan de 5 a 15 días después del inóculo, con más rapidez en temperaturas superiores a 20 °C. En el envés de las hojas aparecen manchas pequeñas, generalmente angulares y húmedas al principio, que luego se hacen circulares e irregulares, con márgenes amarillos, translúcidas y centros pardos posteriormente apergaminados. Las hojas severamente afectadas con manchas pueden amarillear y caerse. En el tallo se forman pústulas negras o pardas y abultadas. Los trasplantes infectados en el campo normalmente pierden todas las hojas a la vez, menos

las superiores. La mancha bacteriana se transmite por semilla; se propaga por lluvias, rocíos, viento, etc., y predomina en zonas cálidas y húmedas. La severidad de la enfermedad depende del nivel de tolerancia que la variedad de semilla posee.

**Manejo:** El manejo de esta enfermedad incluye el uso de semilla libre de patógenos, o trasplantes sanos, así como la rotación de cultivos y la aplicación de compuestos de cobre; aunque éstos no son muy efectivos cuando se presenta una elevada incidencia del inóculo. Algunas sugerencias de prevención incluyen: eliminar malezas, restos de cultivo y plantas infectadas; evitar humedades elevadas; asegurar el manejo adecuado de la aspersión y el riego, y evitar la aspersión en caso de ataque en semilleros. No utilice tomate, berenjena, o papa en rotación de cultivos o simultáneamente con pimiento o chile. Eliminar el desarrollo de las solanáceas silvestres, como belladona o hierba mora, estramonio o higuera loca en el área de producción. También se recomienda tratar la semilla contaminada con una solución de cloro antes de la siembra (Guía; Productores de hortalizas, marzo 2004).



Figura 14. Tizón o mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*)

### 3.8.2.3 Cenicilla polvorienta (*Oidiopsis spp.*)

Los síntomas de la enfermedad aparecen primero como un polvillo de color blanco grisáceo en el envés de las hojas más viejas de la planta y en condiciones óptimas con alta presencia de inoculo ataca también las hojas jóvenes, mostrando manchas de color amarillo a café en el haz de las hojas, donde el hongo se reproduce y libera nuevas esporas, las cuales continúan infectando hojas sanas de la misma y otras plantas aledañas. En ataques severos y sin medidas de control las hojas se vuelven cloróticas con los bordes enrollados y posteriormente se desprenden de las plantas dejando los frutos descubiertos a luz solar lo cual provoca lesiones severas lo que posteriormente provoca un daño al valor comercial de los frutos. La cenicilla se presenta en condiciones de clima húmedo como seco. En algunos casos favorecida por altas temperaturas (31 °C) y solo requiere un periodo de 2 horas de alta humedad para causar otra generación de esporas cada 5 o 10 días las cuales son diseminadas por el viento de un lugar a otro.

**Estrategia de manejo:** Mantener el cultivo desde el inicio con un buen régimen de nutrición, así como evitar condiciones de estrés, apoyarse de herramientas como el trampeador de esporas y monitoreo de condiciones ambientales para en su momento realizar aplicaciones de productos preventivos o curativos según las condiciones. Al final de cada ciclo de cosecha destruir los residuos de cosecha y plantas hospederas para bajar inoculo (Guía; Productores de hortalizas, marzo 2004).



Figura 15. Síntomas de Cenicilla polvorienta (*Oidiopsis spp.*).

#### 3.8.2.4 Alternaria (*Alternaria solani*, *Alternaria alternata*)

Ataca principalmente a chile, papa, tomate de cáscara y jitomate. Los primeros síntomas de la enfermedad se presentan en las hojas más viejas del cultivo en forma de lesiones irregulares de color café oscuro, en cuyo interior se forman anillos concéntricos que se rodean de un halo amarillo como consecuencia de la reacción del tejido sano a una toxina liberada por el desarrollo del hongo, al avanzar el proceso infectivo se forman puntos negros abultados que corresponden a la fructificación del hongo. El patógeno sobrevive en el suelo o en residuos vegetales de solanáceas. Para que el hongo prospere necesita temperaturas de 28 y 30 °C y de alta humedad relativa. La enfermedad se disemina fácilmente a través del viento, agua de lluvia, insectos y el hombre al realizar actividades en el cultivo.

**Estrategia de manejo:** Eliminar las hojas que presenten los primeros síntomas de la enfermedad seguida de una aplicación de productos autorizados para el control de la enfermedad en este cultivo. Utilizar variedades resistentes. Al término del cultivo destruir los residuos de cosecha por medio de rastros y barbechos para reducir la

fuente de inóculo para el siguiente ciclo para la toma de decisiones preventivas del manejo de la enfermedad. (Guía; Productores de hortalizas, marzo 2004).

#### 3.8.2.5 Antracnosis (*Colletotrichum spp*)

**Descripción:** Antracnosis (*Colletotrichum capsici*, *C. gloeosporioides*, *Colletotrichum spp.*) produce manchas circulares en los frutos. Es una enfermedad que ocurre cada día con más frecuencia en toda zona donde se cultiven chiles y pimientos a nivel mundial. Puede representar un problema más severo en los campos donde se emplea riego elevado. La antracnosis se introduce en el campo mediante trasplantes infectados o por supervivencia entre temporadas en restos de plantas o malezas hospederas. Entre estas últimas se incluyen malezas y plantas de la familia de las solanáceas (tomate, papa, berenjena). Se producen esporas nuevas en el tejido infectado, propagándose luego a otros frutos. La infección tiene lugar durante periodos de riego excesivo o lluvia sobre frutos inmaduros, aunque los síntomas no se manifiestan hasta que el fruto madura en su color final. Temperaturas en torno a los 27° C son las óptimas para el desarrollo de esta enfermedad, pero la infección ocurre en temperaturas tanto superiores como inferiores.

**Síntomas:** Al principio aparecen magulladuras acuosas pequeñas que se extienden con rapidez. La lesión en su completa magnitud son profundas y de colores rojo oscuro a bronce o negro. A medida que la infección avanza, aparecen esporas color salmón dispersas o en anillos concéntricos en las lesiones. Dado que esta enfermedad ataca al

fruto inmaduro, la infección tiene lugar en el campo, pero a menudo se manifiesta en el periodo de poscosecha.

**Daño:** Aparece principalmente en el fruto, el cual puede ser infectado por las esporas del hongo en cualquier momento de su desarrollo, pero los síntomas se manifestarán sólo en el fruto maduro.

**Control:** Mediante técnicas de manejo integrado: utilización de semilla libre del patógeno y rotación de cultivos son las más importantes (Guía; Productores de hortalizas, marzo 2004).

#### **3.8.2.6 Moho gris o moho blanco (*Botrytis cinerea* / *Sclerotinia sclerotiorum*)**

**Descripción:** El hongo *Botrytis cinerea* penetra generalmente a través de las heridas. Las esporas de *B. cinerea* sobreviven en los tejidos muertos de cultivos anteriores, los cubren como terciopelo gris y conducen a la subsiguiente infección del fruto. El hongo polífago *Sclerotinia sclerotiorum* ataca a la mayoría de cultivos hortícolas, y produce Damping-off en plántulas. La enfermedad comienza a partir de esclerocios del suelo procedentes de infecciones anteriores, que se desarrollan en condiciones de humedad alta.

**Síntomas y daño al cultivo:** Los síntomas de *B. cinerea* incluyen lesiones del tallo en las plántulas a nivel del suelo o por debajo. Las infecciones se extienden desde flores y frutos hacia el tallo; éste se vuelve de marrón a blancuzco y desarrolla una llaga. El fruto inmaduro adopta un color ligeramente marrón a blanco. Posteriormente, se desarrolla una pelusa fungosa y se puede formar un esclerocio negro en la superficie hospedera o debajo de ella. Consiste en un anillo negro y un interior ligero compuesto

de una densa masa de hiladas de hongos. *B. cinerea* puede causar un colapso repentino de los tejidos suculentos de hojas, tallos y flores. Las condiciones óptimas para la infección y el desarrollo son una elevada humedad con temperaturas entre 18° y 20° C. *S. scierotiorum* produce un moho blando, inodoro y acuoso al principio; que posteriormente se seca más o menos según la succulencia de los tejidos afectados, cubriéndose de un abundante micelio lanoso blanco, con la presencia de numerosos esclerocios blancos al principio y negros más tarde. Los ataques al tallo usualmente colapsan la planta, la cual muere rápidamente.

**Manejo:** Se puede lograr un control efectivo de *B. cinerea* mediante el espaciado y la poda adecuados para favorecer la ventilación; el manejo cuidadoso para prevenir lesiones, y el retiro de fuentes inoculantes con la adopción de adecuadas medidas fitosanitarias. Debe tratarse el cultivo con fungicidas y/o biológicos antes de que la infección se establezca y mientras prevalecen condiciones de frío y humedad. Prevención para el *S. scierotiorum* incluye eliminación de malezas y tejidos infectados de plantas; utilización de cubiertas plásticas en el invernadero que absorban rayos ultravioletas; empleo de patrones de cultivo adecuados que permitan la ventilación; manejo del riego, y solarización (Guía; Productores de hortalizas, marzo 2004).

#### 3.8.2.7 Tristeza del chile (*Phytophthora capsici*)

**Descripción:** Este hongo se origina en el suelo y se desarrolla rápidamente en condiciones húmedas y templadas. Puede atacar tanto plántulas como plantas maduras, dependiendo la severidad de varios factores como condiciones climáticas, cantidad de inóculo, variedad del cultivo, estado vegetativo de la planta.

**Daños al cultivo:** *Phytophthora capsici* puede ser responsable de varios desórdenes que van desde la marchitez de la hoja, hasta la pudrición del fruto o de la raíz. La planta sobre la tierra manifiesta una marchitez irreversible, sin previo amarilleamiento. En las raíces se produce un moho que se manifiesta con un engrosamiento y chancro en la parte del cuello. Es posible confundir los síntomas con la asfixia radicular. Presenta zoosporas que son diseminadas por lluvia y riego.

**Monitoreo y búsqueda:** Es típico ver áreas en el campo donde las plantas infectadas están agrupadas, con las otras plantas sanas a su alrededor y sin estar afectadas por la enfermedad. Cuando esto ocurre en áreas particulares, es una indicación del riego excesivo que ocasionó la diseminación de las esporas infectadas.

**Manejo:** Es una enfermedad que se puede prevenir, pero su curación resulta difícil. El control preventivo incluye cultivo en semilleros levantados para favorecer el drenaje; uso de plántulas y sustratos sanos; eliminación de tejidos de la cosecha anterior, especialmente las raíces y el cuello; empleo de patrones de cultivo adecuados que permitan la aireación; manejo adecuado del riego; uso de la solarización, y realización de rotaciones regulares con cultivos como lechuga, repollo y cebollas. Para controlar la enfermedad, se puede aplicar mfenoxam al plantar y de nuevo 30 y 60 días después de trasplantar, mediante aspersión dirigida a la base de la planta. Pero la enfermedad es tan agresiva que esta estrategia sólo funciona cuando la presión es de baja a moderada. Además, se ha reportado que mfenoxam ha desarrollado una resistencia en algunas regiones productivas, de ahí la importancia del manejo integrado. Un estudio por la Universidad de Nuevo México indica que la infección de *P. capsici* en la planta es favorecida por los niveles de salinidad en el suelo. Según éste, la salinidad promueve

el desarrollo de la enfermedad en plantas de chiles susceptibles a la misma. Los resultados sugieren que un manejo efectivo debería incluir la selección de variedades con tolerancia a la salinidad y resistencia a *P. capsici* (Guía; Productores de hortalizas, marzo 2004).



Figura 17. Síntomas de Tristeza del chile (*Phytophthora capsici*).

#### 3.8.2.7 Virus del mosaico del tabaco (*TMV – Tobacco Mosaic Virus*)

**Descripción:** TMV es uno de los virus más comunes y más ampliamente extendidos. Infecta a numerosas especies pertenecientes a la familia de las solanáceas, entre las que se encuentran los chiles habaneros. Persiste y continúa siendo infeccioso durante años en desechos de cultivos. TMV se transmite fácilmente mediante trabajadores y aperos, y también mediante la semilla. No se transmite mediante insectos, nematodos u hongos. Puede convertirse en un problema severo tanto en invernadero como en campo abierto.

**Daños al cultivo:** La sintomatología depende de la planta hospedera y de la presión del virus, pero entre los rasgos más comunes en chiles y pimientos se encuentran los bultos y las zonas moteadas en verde claro y oscuro en las hojas. El fruto madura de forma irregular y con tamaño reducido. Algunas presiones del virus producen

deformaciones en las hojas, necrosis en hojas y los brotes y la muerte de los tallos. Se produce la deformación y reducción de cantidad y calidad del fruto.

**Monitoreo:** Observación visual de los síntomas anteriormente descritos y muestreo en laboratorio. La detección se hace difícil en ocasiones debido a que varias clases de virus pueden presentarse al mismo tiempo.

**Manejo:** El mejor método de control es utilizar semilla previamente tratada o resistente a este virus. En general, la siembra directa con semilla presenta menos problemas que el trasplante, debido a la reducción en el manejo de la semilla. Evítense campos con historial en TMV. Dado que varias variedades de chiles poseen alguna resistencia al virus, selecciónense variedades resistentes adecuadas para la zona de cultivo. Otro aspecto importante estriba en la limpieza y desinfección de equipos, aperos y ropas de trabajo entre campos o invernaderos (Guía; Productores de hortalizas, marzo 2004).

#### 3.8.2.8 Virus del enchinamiento del chile (*BCTV – Beet Curly Top Virus*)

**Descripción:** Las infecciones con virus del enchinamiento o enrollamiento de la punta (BCTV por sus siglas en inglés), afectan a muchos cultivos de hortalizas, tales como chiles, pepinos, melones, tomate, etc., dan por resultado con frecuencia atrofiamientos de planta y pérdidas del rendimiento. La chicharrita de la remolacha (*Circulifer tenellus*) es el vector del virus. Otro vector son las pulgas saltonas.

**Monitoreo:** La planta empieza a desarrollar hojas amarillentas y curvadas, y tallos tiesos y gruesos. El virus solamente sobrevive en la materia viva vegetal, es decir ni en el suelo ni en los desechos descompuestos de las plantas.

**Manejo:** Debido a que las chicharritas no colonizan las plantas, las aspersiones poseen una efectividad limitada (Guía; Productores de hortalizas, marzo 2004).

### **3.9 Importancia económica del cultivo**

Todos los chiles cultivados en el mundo pertenecen al género *Capsicum*, su producción y consumo en la última década se ha incrementado tanto en el mercado nacional como en el mercado internacional gracias a su uso como producto fresco, en seco y procesado, mayormente como condimento en la fabricación de salsas. En particular, el chile habanero. Ha adquirido una importancia considerable debido a la gran diversidad que presenta y a los niveles de pungencia de sus frutos, lo que lo hace muy codiciado en muchos países del mundo (Ruiz *et al.*, 2005).

En México, el chile es el ingrediente más singular y característico de su cocina, no solo se cultiva por todo el país, si no que en muchas regiones se ha desarrollado variedades propias a esta área y de su cocina local. La superficie sembrada fluctúa alrededor de 170 mil hectáreas, distribuidas en la mayoría de sus entidades federativas del país, en donde destacan por el área sembrada y de volumen de producción. Los estados de Zacatecas, Chihuahua, Sinaloa, San Luis Potosí y Guanajuato (Calixto, 2009) y la Península de Yucatán ocupa el primer lugar en la superficie sembrada de chile habanero. SIAP, 2015.

En cuanto al chile habanero en nuestro país los estados productores son Baja California Sur, San Luis Potosí, Chiapas, Sonora, Tabasco, y Veracruz. Sin embargo, más del 50% de la producción destinada a los mercados nacionales e internacionales provienen de la península de Yucatán. De ahí que productores y autoridades de Yucatán en 2006 promovieran ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMP), la denominación de origen con lo que únicamente el chile habanero y sus derivados (como son las salsas) ostenten la denominación Chile Habanero de Yucatán.

El chile habanero es un cultivo de gran importancia económica para los productores de hortalizas del estado de Yucatán, ocupando el segundo lugar después del cultivo de jitomate. La mayor superficie de cultivo se encuentra en la parte norte del estado y contribuye en más del 90% del volumen de producción estatal, que en su mayor parte se comercializa y se consume en fresco y solo una pequeña parte se utiliza en la industria como materia prima en la elaboración de salsas picantes (Tun, 2001).

### **3.9.1 Usos del chile habanero.**

Los usos de los frutos naturales o procesados de chile habanero, son múltiples, aparte del consumo en fresco, cocido, como condimento en comidas típicas de diversos países, existe una gran gama de productos industriales que se usan en la alimentación humana: congelados, deshidratados, encurtidos, enlatados, pastas, salsas y tiene el doble de vitamina C que los cítricos y fortalece el sistema inmunológico. (Pacheco, 2005). Según Pacheco (2005), en la medicina, entra en la composición de algunos medicamentos utilizados para combatir la atonía gastrointestinal y algunos casos de diarrea. También se hacen cápsulas que contienen capsaicina, que son utilizadas para mejorar la circulación general de la sangre. El chile habanero ayuda a aliviar la gastritis

y artritis. La capsaicina contenida en el chile habanero posee fuertes propiedades antibacteriales, que permiten prevenir y atacar las infecciones crónicas. El chile habanero es un potente antiinflamatorio que alivia dolores musculares y reumáticos. El consumo de chile habanero disminuye el colesterol en la sangre (Nuez *et al.*, 2003). El consumo de chile habanero puede aliviar algunos padecimientos intestinales crónicos y ayudar al proceso digestivo. Long (1998), dice que la Capsaicina contenida en el chile habanero puede prevenir algunos tipos de cáncer, como del intestino, colon y estómago. La capsaicina contenida en el chile habanero es un agente termogénico que ayuda a elevar la actividad metabólica, ayudando así al cuerpo a quemar grasas y calorías. El chile habanero provoca la producción de endorfinas.

### **3.10 Producción Mundial y Nacional de chile habanero**

Ramírez y Vásquez (2007), señalan que, a nivel mundial, los chiles se han convertido en la hortaliza de mayor crecimiento en los últimos años; dentro de éstos está el chile habanero, que se ha expandido de su área tradicional de consumo, la península de Yucatán ha conquistado los mercados del resto del país y del resto del mundo. Según algunos datos relevantes, la superficie mundial sembrada de chiles asciende a 1'696'891 hectáreas, con una producción de 25'015'498 toneladas, con un rendimiento medio de 14.74 ton/ha. En México, el 90% de la superficie se ubica en estados de la Península de Yucatán en un área que fluctúa entre las 750 y las 900 hectáreas (Trujillo y Pérez, 2004), quienes además señalan que ante la falta de producto para cubrir la demanda nacional y del exterior, se ha iniciado su cultivo en otras zonas, donde se desconoce el comportamiento de este cultivo.

De 1993 a 2004 el volumen de las importaciones se ha incrementado 128% mientras que su valor lo ha hecho en 196%. Las exportaciones han aumentado, en ese mismo periodo en un 106% mientras que su valor económico ha ascendido en un 193% (Ramírez y Vásquez, 2007). En 2004, México se ubicó como el principal exportador de chiles del mundo, con un volumen de 432'960 toneladas, seguido de España y Holanda; juntos abarcaron más del 64% del volumen y 73% del valor económico de las exportaciones mundiales (Trujillo y Pérez 2004). Trujillo y Pérez (2004), también señalaron que Estados Unidos y Alemania poseen la mayor participación en las importaciones, representando entre ellos el 43% del volumen y el 46% del valor mundial; les siguen en la lista el Reino Unido, Francia, Holanda y Canadá.

De acuerdo a Rincón *et al.*, (2004), otros países donde se cultiva chile habanero es China quien presenta una mayor participación en la producción. Su superficie sembrada actual es de 612'800 hectáreas, que representa un 36% de la superficie sembrada a nivel mundial con una producción de 12,531,000 toneladas; más de la mitad de la producción mundial de chiles al año, en cuanto a México que ocupa la tercera posición en superficie sembrada con 144,000 hectáreas y con una producción de 1,950,000 toneladas.

### **3.10.1 Producción nacional**

En el territorio nacional la producción de chile habanero está dominada por el estado de Yucatán con una superficie sembrada de 708.43 ha, con un volumen de producción 3,295.17 ton, seguidos por Tabasco, Campeche, Quintana Roo. (SAGARPA, 2015).

## **IV. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1 Localización del área de estudio.**

El experimento se llevó a cabo durante el periodo de febrero a septiembre del 2015 en las instalaciones de la Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín (FINSQ), ubicada en San Quintín Baja California, a  $30^{\circ} 33' 37''$  de latitud norte del meridiano de Greenwich, con altitud de  $115^{\circ} 56' 33''$  y 28 msnm, con un clima cálido seco con lluvias ligeras en invierno, de ahí la denominación de clima mediterráneo, temperaturas anuales de  $24^{\circ}\text{C}$ . Se evaluó la adaptación de cultivo del chile habanero en el valle de San Quintín bajo condiciones controladas en invernadero.



Figura 18. Invernadero de la FINSQ.

## 4.2 Materiales utilizados

Los materiales que se utilizaron para llevar a cabo el experimento son los que a continuación se mencionan:

Cuadro 1. Materiales utilizados en proyecto del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) durante el periodo 2015.

1.-Netayet	11.- Vernier	21.-Fertilizantes
2.-Ventury	12.-Bolsas de papel	22.-Agroquimicos
3.-Cubeta	13.-Palas	23.-Conductimetro
4.-Cinta de riego	14.-Mochila de motor para fumigar	24.-Potenciometro
5.-Vernier	15.-Mesa de trabajo	25.-Chupa tubos
6.-Vascula	16.-Cahrolas de 200 cavidades	26.-Jeringas
7.-Termometro	17.-Plastico para acolchado	27.-Papel de colores para trampas
8.-Bascula	18.-Tensiometros	28.-Pegamento
9.-Rafia	19.-Semilla para siembra	29.-Carretilla
10.-Estacones	20.-Tijeras	30.- Invernadero de media tecnología

Fuente: Cuadro elaborado con información propia. UABC-FINSQ, 2015.

## Material genético utilizado

Hibrido comercial: Spartacus F1.



Figura 19. Hibrido comercial

### **4.3 Siembra del material genético**

La fecha de siembra fue la segunda semana de febrero de 2015, el material genético se sembró en charolas de 200 cavidades donde se le agrego como sustrato una mezcla de:

Materiales para el sustrato en charolas

- 1.- Peat most
- 2.- Agua
- 3.- 250 gr de *Trichoderma sp.*
- 4.- 50 gr de Myco root
- 5.- Vermiculita
- 6.- Perlita

### **4.4 Método de siembra**

En un depósito se vertieron el peat most con la perlita y se le agrega la solución de agua preparada con *Trichoderma sp* y el myco root.

Con esta composición del sustrato se llenan las charolas al ras donde posterior fueron colocadas una semilla por cavidad en aproximadamente 4 mm de profundo, para el tapado de semillas se hace una mezcla de sustrato con una composición de peat most y vermiculita, la cual ayuda a conservar la temperatura de la charola y evita que se pierda humedad.

Las charolas fueron humedecidas totalmente con una brisa de agua evitando destapar la semilla.

Se colocó en una cámara de germinación, a una temperatura entre 34 a 40 °C y con una HR del 93 al 97 %, ya que es una especie de climas tropicales, con temperaturas altas y humedades relativas elevadas. La cámara de germinación cuenta con calefacción y

un humidificador para lograr este parámetro de temperatura y humedad relativa, para ello se contó con el apoyo de la empresa Baja Plants S.A. De. C.V. la cual está ubicada en la colonia Vicente Guerrero, Baja California, esto debido a que en las instalaciones de la Facultad no se cuenta con las condiciones tecnificadas para la germinación de este cultivo, debido a las exigencias climáticas y controladas que requiere para su germinación.

#### **4.5 Ventajas en la producción de plántulas:**

- No existe estrés durante el trasplante.
- Las plantas son más precoces.
- Las plantas son de tamaño uniforme.
- Las plantas son más productivas.
- Se utiliza menos cantidad de semilla.
- Se obtiene una planta más sana.
- Se puede adelantar la fecha de siembra.

#### **4.6 Desventajas en la producción de plántulas:**

- El costo de la planta es alto.
- Se requiere de infraestructura tecnificada.
- Se requiere de personal especializado.
- Requiere de desinfectante de suelo, durante el trasplante en campo.

#### **4.7 Fertilización y Fumigación en plántula.**

Se aplicó 9-45-15 junto con el MKP de 1 a 2 gramos por litro de agua en las primeras 2 semanas junto con un enraizador de .5 ml por litro de agua dependiendo la planta.

En la siguiente semana utilizar  $\text{CaNO}_3$  de 1 a 2 gramos por litro de agua junto con un enraizador.

Una aplicación por semana.

#### 4.7.1 Fumigación en plántula.

Se fumigo una vez semana con un bactericida, fungicida y un insecticida, usando dosis muy bajas para evitar quemar la planta.



Figura 20. Plántula chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.)

#### 4.8 Diseño experimental

Se estableció un diseño de bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones cada uno, como tratamientos se emplearon diferentes distancias entre planta y planta, las cuales fueron de 20, 25, 30, 40, 50 y 55 cm respectivamente, tomando en cuenta como testigo la distancia de 30 cm, ya que es la que se utiliza a nivel comercial.

Cuadro 2. Distribución del material genético en el lote experimental

HÍBRIDO SPARTACUS											
21.93 M		21.80 M		21.80 M		21.70M		21.40M		22.90 M	
T2	15	T5	7	T4	9	T5	7	T1	18	T6	6
T3	12	T2	15	T3	12	T1	18	T5	7	T3	13
T5	7	T4	9	T5	7	T2	14	T3	12	T1	19
T1	18	T6	7	T2	15	T4	9	T2	14	T4	10
T6	7	T1	18	T6	7	T3	12	T6	6	T2	15
T4	9	T3	12	T1	18	T6	7	T4	9	T5	8
	68		68		68		67		66		71
BLOQUE 6		BLOQUE 5		BLOQUE 4		BLOQUE 3		BLOQUE 2		BLOQUE 1	ENTRADA

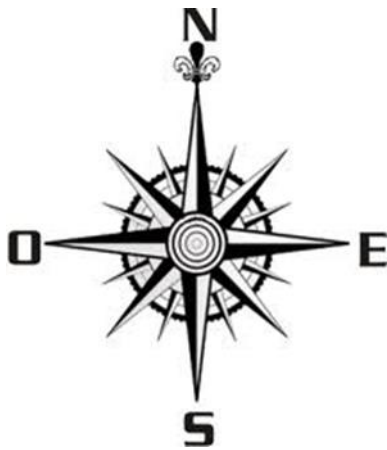


Fig. 21. Orientación del área de estudio



Figura 22. Diseño en bloques completos al azar

#### 4.9 Manejo agronómico

En el proyecto de la FINSQ (Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín) del manejo agronómico y adaptabilidad del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo condiciones de invernadero se manejó las siguientes.

- 43 sacos de 25kg de yeso agrícola por hectárea ya que es un suelo con bastante sodio.
- 175 sacos de 25 kg por hectárea de composta debido que es un suelo arenoso con muy poca materia orgánica y retención de agua.
- En el proyecto se usaron 1 sacos de yeso agrícola en la superficie de 228 m<sup>2</sup>
- De composta se utilizaron 4 sacos de composta en 228 m<sup>2</sup>.
- Se regó el área donde se prepararon las camas esto con la finalidad de humedecer el suelo y dejarlo más manejable para la elaboración y formación de las camas y acolchado esta labor se realizó el 16 de abril.



Figura 23. Aplicación de yeso agrícola y composta.

#### **4.10 Elaboración de camas.**

Se elaboraron camas de 40 cm de ancho con separación de centro de cada camas con la otra de 1.20 metros y con una altura aproximada de 15 cm.

Se cubrió con un acolchado con plástico negro, esto nos ayudara a evitar en exceso la pérdida de agua por evapotranspiración debido que no entran directamente los rayos del sol.



Figura. 24 Realización camas con acolchado negro.

#### **4.11 Trasplante.**

Este se realizó a los 69 días después de la plantación con fechas de 27 de febrero al 27 de abril del 2015.

Es importante anteriormente a la trasplantada dar un riego durante la plantación de 1 a 2 horas dependiendo el tipo de suelo en el proyecto se dieron 2 horas debido al suelo arenoso, enseguida uno más uniforme de 1 hora y al final una aplicación de enraizador y algunos microorganismos benéficos.

Se castigó la planta sin agua de 9 días esto lo cual nos ayudó a que la planta generara más raíces.

En la trasplantada se realizando unos orificios anterior mente del mismo tamaño al del cepellón de la planta, colocándole y cubriendo la área radicular con una capa delgada de tierra, para evitar problemas en enfermedades y en el crecimiento de la raíz.

El cultivo se realizó en una superficie de 228 m<sup>2</sup> y una densidad de población de 361 plantas, en 6 surcos y diferentes densidades entre planta 20, 25, 30, 40, 50 y 55cm, se realizó el 27 de abril.

Es importante evitar el Damping-off” o caída de plántulas, que es provocada por varios hongos, siendo los más comunes *Pythium spp.*, *Rhizoctonia spp.*, *Fusarium spp.* y *Phytophthora spp.* Estos patógenos pueden encontrarse en el suelo o en las semillas, dominando unas especies sobre otras según la temperatura y las condiciones de humedad. Puede afectar tanto a las semillas como a las plántulas, produciéndose los daños en los semilleros.

#### **4.11.1 Sintomatología y daños**

- Las semillas infectadas no germinan y llegan a pudrirse.
- Se producen fallos de emergencia
- En las plantitas afectadas se observan manchas marrones justo por encima y por debajo de la línea del suelo. La parte basal del tallo se estrecha y ablanda, no pudiendo soportar la plántula, la cual cae, se marchita y muere. El sistema radicular se reduce y se pudre, con muy pocas o ninguna raíz secundaria.

#### **4.11.2 Control preventivo**

- Desinfección de semillas.
- Se recomienda antes del trasplante aplicarle un fungicida entomopatogeno preferentemente por inmersión.
- Como también un insecticida sistémico que proteja la planta en los primeros 10 días como el ciantranaliprol.



Figura 25. Trasplante del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.)

Se castigó la planta 9 días para incitar a la planta a generar raíces nuevas esto va depender del tipo de suelo en donde se cultiva el chile habanero (*Capsicum chinense*), este tiempo debido a que el suelo es muy arenoso.

#### 4.12 Tutorado

Se usó el tutorado conocido como espalderas u horizontal, ya que por el tipo de ramificación y crecimiento de la planta es el que más se le adecua.

Se realizó con la finalidad de darle sostén a la planta, facilitar su cosecha mejor cobertura en aplicaciones de insecticidas y trabajos culturales.

Cuadro 2. Fechas de elaboración de tutorado para sostén y guía la planta.

FECHAS	ACTIVIDADES
03-06-2015	Puesta de estacones
17-06-2015	Se le colocaron 3 hilos de rafia a los estacones
27-07-2015	Se colocaron 3 hilos más de rafia
08-07-2015	Se colocó el 7 séptimo hilo de rafia
21-07-2015	Se colocó el 8 octavo hilo de rafia

Fuente: Cuadro elaborado con información propia. UABC-FINSQ, 2015.



Figura 26. Tutorado



Figura 27. Tutorado

#### **4.13. Podas**

La primera poda de formación se realizó el 21 de mayo, así mismo la eliminación de hojas, brotos laterales dejando únicamente un solo tallo con la finalidad de formación de la planta mejor control de plagas, enfermedades con una mejor aireación y formación de frutos.

Se aplicaron aminoácidos en las actividades culturales ya que es muy importante que cada desbrote o deshoje se le aplique un aminoácido para disminuirle el estrés a la planta por el daño de las labores realizadas la cual se puede añadir en la receta para sellado.

Se recomienda al menos una aplicación de aminoácidos.

Cuadro 3. Fechas y labores culturales realizadas durante el proyecto del chile habanero (*Capsicum chinense*) durante el periodo 2015.

<b>FECHAS</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
21-05-2015	Primera poda de formación
03-06-2015	Segunda poda de formación
17-06-2015	Eliminación de hojas viejas
25-06-2015	Eliminación de hojas viejas
01-07-2015	Eliminación de hojas viejas
07-07-2015	Eliminación de hojas viejas
13-07-2015	Eliminación de hojas viejas
14-07-2015	Eliminación de hojas viejas
28-07-2015	Eliminación de hojas viejas
14-08-2015	Eliminación de hojas viejas

Fuente: cuadro elaborado con información propia. UABC-FINQ, 2013.



Figura 28. Poda del chile habanero

## 4.14 Riegos

### Colocación de tensiómetros

Se colocaron 3 tensiómetros uno de 6, 12 y de 18 pulgadas. Se colocaron separados a 10 cm de distancia cada tensiómetro así mismo con separación de 10 cm de la cinta de riego. Si se cuenta con doble cinta de riego por cama colocarlos en medio esto nos dará una buena lectura.

Se rego dependiendo la demanda hídrica del cultivo que vario de 500 a 1000 mm por planta, esto dependió de la etapa del cultivo, así como los parámetros de temperatura e humedades relativas, basándonos en la medición de los tensiómetros usando como capacidad de campo de 10 a 12 centibares.



Figura 29. Tensiómetros de 6, 12 y 18 pulgadas.

Se colocaron chupa tubos para la extracción de solución del suelo para analizar la cantidad de nutrientes tenemos en el suelo, pH y CE. Estos análisis nos sirvió para determinar la nutrición de las plantas y así mejorar la nutrición que demanda, se recomienda al menos uno por semana.

En donde se colocaron de 6 pulgadas de 12 y 18.



Figura 30. Chupatubos de 6, 12 y 18 pulgadas.

#### **4.15 Fertilización**

Para la fertilización se sacó con anticipación un análisis de agua y de muestra saturada de suelo para saber que iones podemos aprovechar y cuales tenemos que desplazar o considerar como perjudiciales.



Figura 31. Sistema de riego (Netayot) de la FINSQ.

**Formula nutritiva utilizada:**

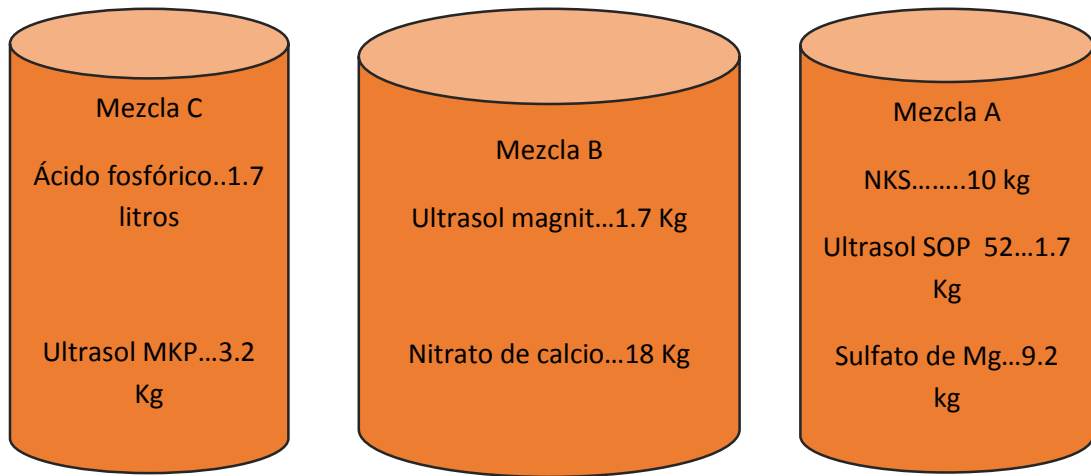


Figura 32. Solución Nutritiva utilizada por la FINSQ



Figura 33. Contenedores para la Solución Nutritiva. FINSQ

### Fuentes de fertilizante a utilizar

Cuadro 4. Fuentes de fertilización aplicadas al cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo un sistema de fertirriego durante el ciclo de producción en invernadero en el periodo 2015.

Fuente de fertilizante	Cantidad requerida para una Mezcla de 100 lts barril	Costo M.N
Ac. Fosfórico 52%	1.7 litros	32.44
Ultrasol MKP	3.2 kg	94.8
Ultrasol Magnit	1.7 kg	22.78
Nitrato de calcio	18 kg	174.76
NKS	10 kg	151.80
Ultrasol SOP 52	1.7 kg	95
Sulfato de magnesio	9.2 kg	46
Micro mix	0.5 kg	61.86
Micro Fe	0.5 kg	100.5
Micro Zn	0.08 kg	80
Micro Mn	0.08 kg	86
Micro B	0.08 kg	90
	Total	1035.94

Fuente: Cuadro elaborado con información propia. UABC-FINSQ, 2015.



Cuadro 5. Agua aplicada por riego y cantidad de litros de solución madre de cada tanque al cultivo de chile habanero (*Capsicum Chinense* Jacq.) durante el periodo 2015.

Fecha	Agua	Tanque A	Tanque B	Tanque C	m <sup>2</sup>
27-abr-15	418 lts	0	0	0	228
29-abr-15	418 lts	0	0	0	228
01-may-15	418 lts	0	0	0	228
03-may-15	418 lts	0	0	0	228
05-may-15	418 lts	0	0	0	228
07-may-15	418 lts	0	0	0	228
09-may-15	418 lts	0	0	0	228
11-may-15	418 lts	0	0	0	228
13-may-15	418 lts	0	0	0	228
15-may-15	418 lts	0	0	0	228
17-may-15	418 lts	0	0	0	228
19-may-15	418 lts	0	0	0	228
21-may-15	418 lts	0	0	0	228
23-may-15	418 lts	0	0	0	228
25-may-15	418 lts	0	0	0	228
27-may-15	418 lts	0	0	0	228
29-may-15	418 lts	0	0	0	228
31-may-15	418 lts	0	0	0	228
01-jun-15	418 lts	0	0	0	228
02-jun-15	418 lts	0	0	0	228
03-jun-15	418 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
04-jun-15	418 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
05-jun-15	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
06-jun-15	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
07-jun-15	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
08-jun-15	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
09-jun-15	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
10-jun-15	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
11-jun-15	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
12-jun-15	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228

<b>13-jun-15</b>	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
<b>14-jun-15</b>	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
<b>15-jun-15</b>	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
<b>16-jun-15</b>	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
<b>17-jun-15</b>	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
<b>18-jun-15</b>	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
<b>19-jun-15</b>	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
<b>20-jun-15</b>	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
<b>21-jun-15</b>	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
<b>22-jun-15</b>	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
<b>23-jun-15</b>	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
<b>24-jun-15</b>	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
<b>25-jun-15</b>	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
<b>26-jun-15</b>	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
<b>27-jun-15</b>	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
<b>28-jun-15</b>	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
<b>29-jun-15</b>	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228
<b>30-jun-15</b>	300 lts.	0.5 lts.	1 lt.	0.5 lts.	228

Fuente: Cuadro elaborado con información propia. UABC-FINSQ, 2015.



### Tabla de fertilización.

Cuadro 6. Aportes extras de los elementos esenciales a la nutrición del cultivo del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Periodo 2015

FECHA	PRODUCTO	CANTIDAD
29/04/2015	Rooting	500 ml/20 lts
04/05/2015	MgNO <sub>3</sub>	300 grs/20 lts
04/05/2015	CaNO <sub>3</sub>	300 grs/20 lts
05/05/2015	Fosforo	250 ml/20 lts
06/05/2015	Mpk	300 grs/20 lts
07/05/2015	ACIDO FOSFORICO	300 ml/20 lts
08/05/2015	ACIDO FOSFORICO	275 ml/20lts
12/05/2015	STEM	300 grs/20 lts
18/05/2015	CALCIO	300 grs/20 lts
20/05/2015	POTASIO	300 grs/20 lts
21/05/2015	FOSFORO	300 grs/20 lts
25/05/2015	MICRONITRIENTES	200 ml/20 lts
26/05/2015	POTASIO	300 grs/20 lts
28/05/2015	FOSFORO	300 grs/20 lts
29/05/2015	MPK	152 ml/20/lts
30/05/2015	TERRAFOL	182 ml/20 lts
01/06/2015	N. POTASIO	
03/06/2015	LLENADOS DE LOS TANQUES DE FERTILIZANTES	
05/06/2015	RIEGO DIARIO A PARTIR DE ESTA FECHA	
05/06/2015	POTASIO Y CALCIO	300 gr de c/u
11/06/2015	REPROGRAMACIÓN DE LOS TANQUES	
11/06/2015	T 1:2 LTS/ DIARIOS T2:2 LTS/D. T3:3 LTS /D.	
17/06/2015	STEM	595 grs/20 lts
19/06/2015	BORO	100 ml/20 lts
19/06/2015	MAXI CALCIO	300 ml/20 lts
19/06/2015	KNO <sub>3</sub>	400grs/20 lts
19/06/2015	SE CAMBIO EL RIEGO POR AUTOMATICO 2/D	
19/06/2015	200 LTS DE AGUA	t:1 micros 1lts t:2 2 lts
19/06/2015	NO <sub>3</sub> T:3 3 LTS DE FOSFORO	
25/06/2015	MGNO <sub>3</sub>	150 grs/20 lts
25/06/2015	CANO <sub>3</sub>	300 grs/20 lts
25/06/2015	KNO <sub>3</sub>	300 grs/20 lts

25/06/2015	ACIDO FOSFORICO	250 ml/20 lts
26/06/2015	MICROS T:1	.57 lts
26/06/2015	NPK T:2	4.75 kg
26/06/2015	ACIDO FOSFORICO	4.79 lts
30/06/2015	CANO3	500grs/20 lts
30/06/2015	KNO3	500grs/20 lts
01/07/2015	MGNO3	27ml/20 lts
01/07/2015	MGNO3	350grs/20 lts
01/07/2015	CANO3	350grs/20 lts
02/07/2015	MGNO3	350grs/20 lts
02/07/2015	CANO3	350grs/20 lts
02/07/2015	KNO3	350grs/20 lts
02/07/2015	MICROS	100grs/20 lts
02/07/2015	AMINOACIDO	120grs/20 lts
03/07/2015	MGNO3YKNO3	350grs/20 lts
03/07/2015	KNO3	350grs/20 lts
04/07/2015	MGNO3	350grs/20 lts
04/07/2015	CANO3	350grs/20 lts
04/07/2015	KNO3	350grs/20 lts
06/07/2015	AMINOACIDOS	20ml/20 lts
06/07/2015	KNO3	300grs/20 lts
06/07/2015	CANO3	300grs/20 lts
06/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
07/07/2015	KNO3	300grs/20 lts
07/07/2015	CANO3	300grs/20 lts
07/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
08/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
08/07/2015	KNO3	300grs/20 lts
09/07/2015	CANO3	300grs/20 lts
09/07/2015	KNO3	300grs/20 lts
09/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
10/07/2015	KNO3	300grs/20 lts
10/07/2015	CANO3	300grs/20 lts
10/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
11/07/2015	KNO3	300grs/20 lts
11/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
11/07/2015	CANO3	300grs/20 lts
12/07/2015	CANO3	300grs/20 lts
12/07/2015	KNO3	300grs/20 lts
12/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
13/07/2015	CANO3	300grs/20 lts
13/07/2015	KNO3	300grs/20 lts
13/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
14/07/2015	BORO	115ml/20 lts

14/07/2015	CANO3	500grs/20 lts
14/07/2015	KNO3	500grs/20 lts
14/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
15/07/2015	KNO3	500grs/20 lts
15/07/2015	CANO3	500grs/20 lts
15/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
16/07/2015	KNO3	500grs/20 lts
16/07/2015	CANO3	500grs/20 lts
16/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
17/07/2015	CANO3	500grs/20 lts
17/07/2015	KNO3	500grs/20 lts
17/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
18/07/2015	CANO3	500grs/20 lts
18/07/2015	KNO3	500grs/20 lts
18/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
19/07/2015	CANO3	500grs/20 lts
19/07/2015	KNO3	500grs/20 lts
19/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
20/07/2015	CANO3	500grs/20 lts
20/07/2015	KNO3	500grs/20 lts
20/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
21/07/2015	CANO3	500grs/20 lts
21/07/2015	KNO3	500grs/20 lts
21/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
22/07/2015	CANO3	500grs/20 lts
22/07/2015	KNO3	500grs/20 lts
22/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
23/07/2015	CANO3	500grs/20 lts
23/07/2015	KNO3	500grs/20 lts
23/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
24/07/2015	CANO3	500grs/20 lts
24/07/2015	KNO3	500grs/20 lts
24/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
25/07/2015	CANO3	500grs/20 lts
25/07/2015	KNO3	500grs/20 lts
25/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
26/07/2015	CANO3	500grs/20 lts
26/07/2015	KNO3	500grs/20 lts
26/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
27/07/2015	CANO3	500grs/20 lts
27/07/2015	KNO3	500grs/20 lts
27/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
28/07/2015	CANO3	500grs/20 lts
28/07/2015	KNO3	500grs/20 lts

28/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts
29/07/2015	CANO3	500grs/20 lts
29/07/2015	KNO3	500grs/20 lts
29/07/2015	MGNO3	300grs/20 lts

Fuente: Cuadro elaborado con información propia. UABC-FINSQ, 2015.

#### 4.16 Control de plagas y enfermedades

Colocación de trampas de colores atractivos para plagas.



Figuras.32 y 33 trampas con pegamento de colores.

Se colocaron trampas de color azul y amarillo para trips (*Frankliniella occidentalis*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

Algunas plagas son capaces de reconocer colores como amarillo, azul o blanco y pueden acercarse a ellos porque las atraen. Esta característica de las plagas puede ser utilizada como una alternativa de manejo mediante la elaboración de trampas de colores pegajosas las cuales son de bajo costo, no contaminan el ambiente y son de fácil fabricación. Su función es prevenir la entrada de plagas a la parcela o cultivo, monitorear el tipo de plagas que están presentes y planificar un manejo adecuado.

Identificación Las plagas son atraídas por un color específico.

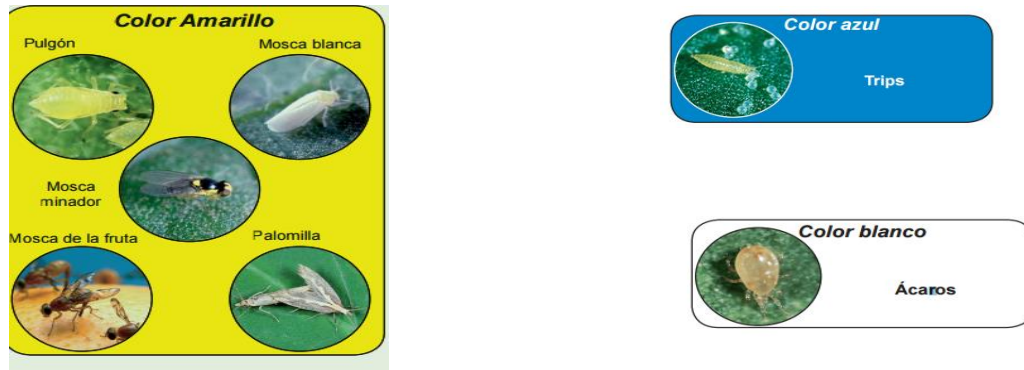


Figura. 34 y 35 colores dependiendo la plaga.

#### **4.17 Plagas y enfermedades en proyecto de adaptación y manejo agronómico bajo condiciones de invernadero del chile habanero en el valle de San Quintín.**

##### **4.17.1 Plagas**

*Trips (Frankliniella occidentalis)* Fue una de las plagas con mayor incidencia en el cultivo, encontrándose un número de 5 a 10 trips entre adultos y ninfas por planta. En los últimos años se ha tenido problemas con la presencia de esta plaga en esta región siendo una de las más difíciles de combatir.

Un método importante para el control de plagas, es la aplicación de repelentes a las orillas de los invernaderos, podría ser un extracto de ajo, cebolla, canela o chile.

##### **4.17.2 Enfermedades**

*Xanthomonas (Xanthomonas campestris pv.)* Se tuvo un problema con esta bacteria la cual se pudo combatir con oxiclóruros de cobre, la cual se pudo controlar perfectamente y no nos causó graves daños que repercutieran en el desarrollo del cultivo, así mismo en la producción.

### Aplicación de Agroquímicos en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.)

Cuadro 7. Productos químicos usados para el control de plagas y enfermedades en el cultivo del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Periodo 2015.

Fecha	Producto	Ingrediente Activo	Cantidad	Plaga o enfermedad
29-04-15	Prvicur			Hongos del suelo
19-05-15	Agrimy	Estreptomina Oxipretramicino y Oxicloruro de cobre	11 gr 500 gr /ha	Bacterias- hongos
22-05-15	Cupravit	Hidroxido de cobre	11 gr	Preventivo
22-05-15	Captan ultra	Fungicida Agricola	22 gr	Preventivo
29-05-15	Hidroxido cúprico	Fungicida	22 gr	Preventivo
02-06-15	Spintor	Insecticida	10 ml en 10 ltrs H2O	Trips
03-06-15	Cobre	Sellado	11 gr en 10 ltrs H2O	Preventivo
12-06-15	Hidroxido cúprico	Fungicida	22 gr	Preventivo
23-06-15	Captan ultra	Fungicida agrícola	22 gr en 10 ltrs H2O	Preventivo
23-06-15	Spintor	Insecticida	10 ml en 10 ltrs H2O	Preventivo
24-06-15	Agrigent		17.1 grs en 10 ltrs H2O	Preventivo
26-06-15	Oxicob	Oxicloruro de cobre	21 gr en 15 ltrs H2O	Bactericida- fungicida
01-07-15	Spintor	Spinosad	20 ml en 20 ltrs H2O	Trips
01-07-15	Final bacter	Sulfato de gentamicina clorohidrato de oxitetraciclina	27 grs	Bactericida
01-07-15	Index-A	Sulfatante- penetrante		Adherente
06-07-15	Agrimy	Estreptomina oxitetraciclina oxicloruro de cobre	22 grs	Bactericida y Fungicida
10-07-15	Final Bacter	Gentamicina oxitetraciclina	40 grs/ 20 lts	Bactericida
10-07-15	Cabrio C.		11.5 grs	Fungicida
10-07-15	Maxi grow		15 ml	Fungicida

17-07-15	Agrimy		22 grs	Bactericida y Fungicida
18-07-15	Spintor oxicob	Insecticida bactericida	1 ml/ lts 92 grs en 15 lts de H2O	Trips Bactericida
23-07-15	Final bacter	Gentamicina	40 gr en 20 lts de H2O	
23-07-15	Agrimy		22 grs en 20 lts de H2O	
23-07-15	Maxy grow		15 ml en 20 lts de H2O	Fungicida
23-07-15	Cabrio C		15 grs en 20 lts de H2O	Fungicida
28-07-15	Final Bacter Strepto 100 Biomycin	Bactericida	50 grs en 20 lts de H2O	
29-07-15	Metil tiofamato	Fungicida	50 grs en 20 lts de H2O	
31-07-15	Strepto 100 Biomycin	Foliar	50 grs	
03-08-15	Final Bacter Strepto 100 Biomycin	Bactericida	50 grs en 20 lts de H2O	
05-08-15	Metil tiofanato	Fungicida	50 grs en 20 lts de H2O	
06-08-15	Agrigent plus Biomycin Strepto 100	Bactericida	50 grs de 20 lts de H2O	

Fuente: Cuadro elaborado con información propia. UABC-FINSQ, 2015.

#### 4.18 Variables evaluadas

Se evaluaron datos cuantitativos y fenológicos de cultivo, los cuales corresponden a las siguientes variables:

Cualitativas: Rendimiento en toneladas por hectárea, peso promedio del fruto, número de fruto por planta, diámetro polar y diámetro ecuatorial.

Fenológicas: Días a corte, días en cosecha, número de cosechas y la adaptación y desarrollo del cultivo bajo condiciones de invernadero en el valle de San Quintín.

La finalidad para evaluar estas variables consistió en determinar el rendimiento, calidad y precocidad del cultivo.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Rendimiento

En el cuadro 10 se muestran los resultados obtenidos para cada una de las variables evaluadas, se observan diferencias significativas y altamente significativas con una probabilidad de 0.01 y 0.05 en cada uno de los tratamientos. Para rendimiento en toneladas por hectárea, estadísticamente existen diferencias altamente significativas, lo cual indica que las diferentes densidades de población influyen en el rendimiento, siendo los mejores tratamientos el 1, 2 y 3 en los cuales se presentaron 62, 61 y 60 toneladas por hectárea respectivamente, lo que corresponde a 20, 25 y 30 centímetros de distancia entre planta y planta, el tratamiento que rindió menos en esta variable fue el 6 con 30 toneladas por hectárea correspondiéndole a 55 centímetros de distancia entre plantas. Mendoza *et al.*, 2006, realizaron una investigación sobre el efecto de la densidad de población en el cultivo de maíz y encontraron que a mayor densidad de población, aumenta el rendimiento. Para las variables fenológicas no se presentaron diferencias significativas estadísticamente debido a que fue un solo material genético utilizado y no existió variación en su comportamiento.



Cuadro 10. Rendimiento por hectárea con las diferentes densidades de plantación del cultivo chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) periodo. 2015.

DENCIDADES	PPHA	PPPKG	NFPP	PPF GR	RNDTHA	NC	DPC	DUC	DC
20 CM	41665	1.509	171	8.82	62.87	10	81	145	65
25 CM	33332	1.83025	215	8.51	61	10	81	145	65
30 CM	27777	2.1915	251	8.72	60.87	10	81	145	65
40 CM	20883	2.083	237	8.78	43.5	10	81	145	65
50 CM	16666	2.3185	247	9.38	38.64	10	81	145	65
55 CM	15151	2.01575	235.25	8.56	30.54	10	81	145	65

Fuente: Cuadro elaborado con información propia. UABC-FINSQ, 2015.

PPHA (plantas por hectárea), PPPKG (Peso por planta por kilogramo), NFPP (Numero de Frutos por Planta), PPF (Peso Promedio del Fruto), DP (Diámetro Polar), DE (Diámetro Ecuatorial), RNDTHA (Rendimiento en Toneladas por Hectárea), DPC (Días a Primer Corte), DUC (Días a Ultimo corte), DC (Días en Cosecha) y NC (Numero de cortes).



En la figura 36, se muestra la representación de las temperaturas y la humedad relativa durante el periodo en el que se estableció el cultivo. El clima es un recurso natural que afecta a la producción agrícola. Su influencia en un cultivo determinado depende de las características de la localidad geográfica y de las condiciones de producción. El cultivo de chile habanero, debido a que sus condiciones son en el área tropical, por lo tanto la ventana de producción para la región del Valle de San Quintín, es en primavera-verano.

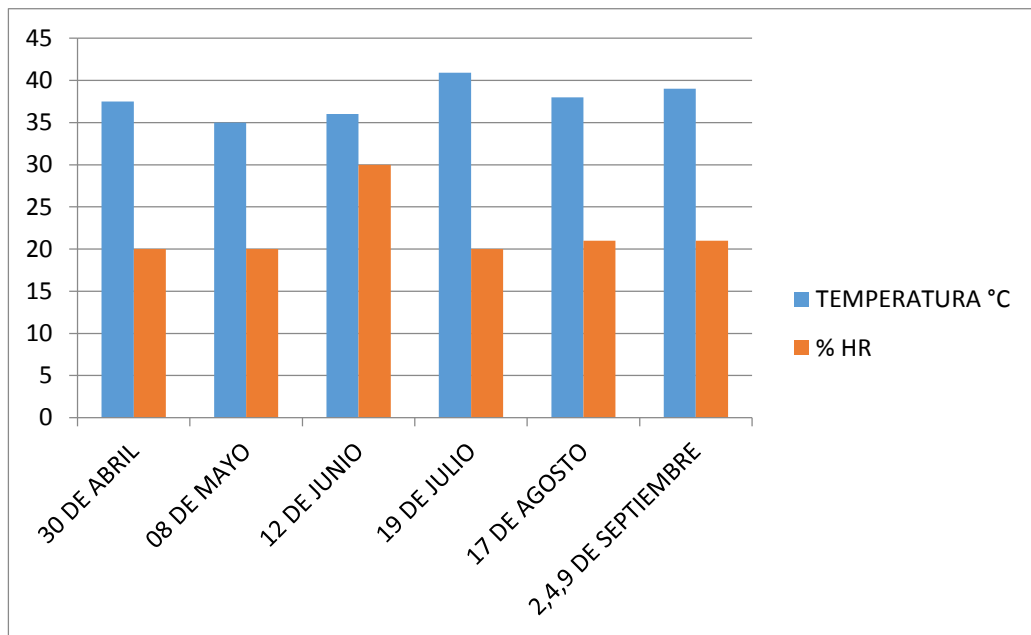


Figura 36. Temperaturas máximas y Humedad Relativa en el cultivo del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en los meses del cultivo. San Quintín B.C. 2015.

En la figura 37 se muestran los resultados sobre el rendimiento en toneladas por hectárea en las diferentes densidades de población, podemos observar que a menor distancia entre plantas, el rendimiento se eleva, mas sin embargo para las distancias de 20, 25 y 30 cm., la diferencia es mínima. Castillo, 2013, realizó un trabajo sobre el efecto de rendimiento en diferentes densidades de población en el cultivo de chile habanero y encontró que a mayor distancia menos es el rendimiento, aunque la calidad en cuanto al tamaño de fruto es mayor, pero en cuanto a toneladas por hectárea, se ve severamente afectada.

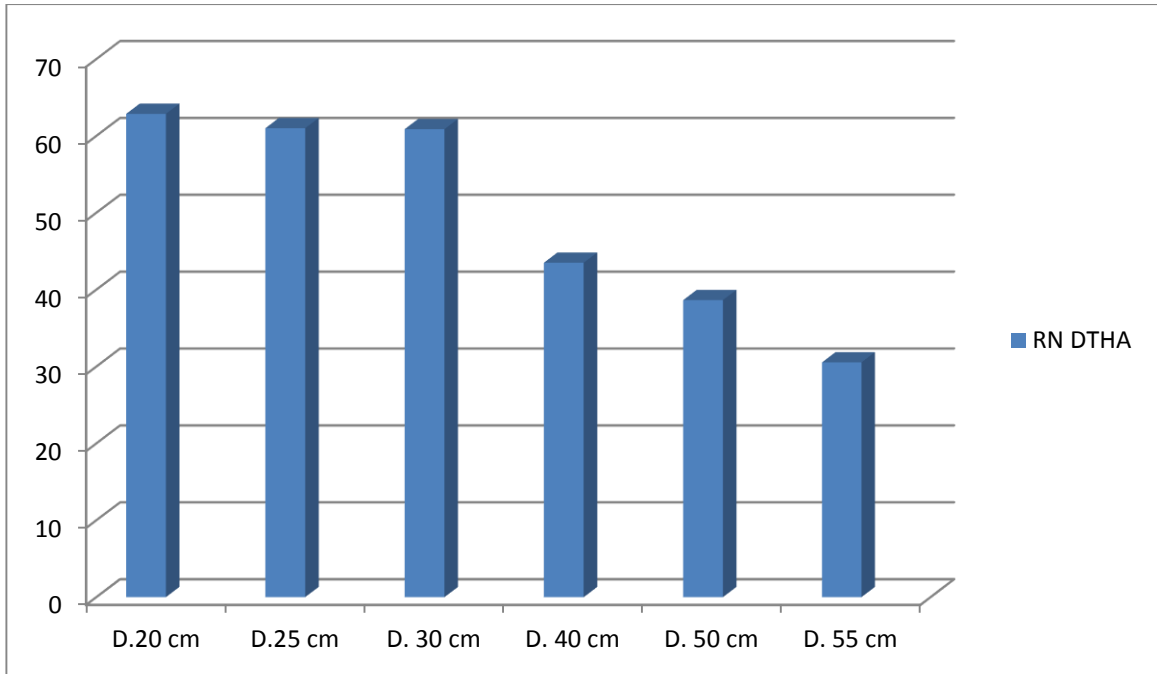


Figura 37. Interpretación grafica del rendimiento en toneladas por hectárea con las diferentes densidades de plantación en el cultivo del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). San Quintín B C. 2015.

## VI. CONCLUSIONES.

### 6.1 Conclusiones acorde a los objetivos planteados

- El cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) siendo una especie de clima tropical con mayor producción en el estado de Yucatán, con climas de temperaturas de 30 a 35 °C y HR de 60 % en adelante. Considerando que aquí en el valle de San Quintín, B.C. contamos con climas muy variantes, con temperaturas de 25 a 36 °C y HR de 15 a 40 %. En los días más calurosos de observo mayor rendimiento en donde se pudo observar que con la ayuda de foggers se bajaría la temperatura 3-5 °C y hubiese subido más la HR, para favorecer más la adaptación del cultivo.
- La adaptación del cultivo del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) siendo el principal objetivo en este proyecto, fue muy favorable. El desarrollo en condiciones edafoclimáticas en invernadero obteniendo un muy buen rendimiento en toneladas por hectárea y calidad del fruto, con 81 días para la primer cosecha del cultivo, considerando que no es un cultivo que se lleve a cabo en la región del valle de San Quintín B C.
- La utilización del invernadero y el manejo agronómico fueron de suma importancia para obtener un buen rendimiento así como tomando en cuenta la influencia en el rendimiento de la densidades de población ya que dependiendo de número de plantas por hectárea obtenemos el rendimiento entre mayor sea el número de plantas mayor rendimiento. En cuanto a tamaño entre menor sea la densidad de plantación mayor tamaño de fruto esto podría ser importante si hay algún mercado específico en cuanto a calidad.

## VI. LITERATURA CITADA.

- Allen MS, Rudich D. 1978. Genetic potential for overcoming physiological limitations on adaptability, yield, and quality in the tomato. Hort. Sci. 13(6): p. 673-678.
- Borges G L., Cervantes C L., Ruiz N. J., Soria F M., Reyes O. V y Villanueva C. E. 2010. Capsaicinoides en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo diferentes condiciones de humedad y nutrición. Publico en Terra Latinoamérica 28: 35-41.
- Borges, G. L., & Noh, J. A. (2001). Nutrición mineral y fertilización. Memorias del Seminario de chile habanero. Fundación Yucatán Produce AC, SAGARPA, INIFAP. Yucatán, México, 43-51.
- Carlos Arturo Muller Rico. (2010). Efecto de la relación amonio/fosfato sobre la pungencia del fruto de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Querétaro, Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Castillo, F.F., Mendoza, G.A., Bazante, G.I., 2014. Producción de chile habanero bajo invernadero, utilizando un programa de fertirriego. Memorias del XXV Congreso Nacional y V Internacional de Fitogenética. p. 216. San Luis Potosí. México.
- DOF. 2010. Declaratoria General de Protección de la Denominación de Origen de Chile Habanero de la Península de Yucatan. México, D.F. 04 de junio, 2010.
- González E., Tomas; Luis Gutiérrez P. y Fernando Contreras M. Consejo nacional de ciencia y tecnología “El chile habanero en Yucatán”. Revista Ciencia y Desarrollo. Mayo, 2006.
- Juan Alberto Santoyo Juárez y Óscar Martínez Alvarado. (2012). Tecnología de producción de chile habanero en casa sombra en el sur de Sinaloa. 03 de mayo de 2016, de Fundación produce Sinaloa S.A Sitio web: <http://www.fps.org.mx/divulgacion/attachments/article/978/RP%20Habanero2012%20OK.pdf>
- Julio César Vara Moreno. (2012). Crecimiento y desarrollo del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) y chile comapeño (*Capsicum annuum* L.) En tres diferentes sustratos, bajo condiciones de agricultura protegida. Xalapa, Veracruz: UAV-FCA.

- Lara Herrera Alfredo. (2016). Fertilización del cultivo de chile. 28 de mayo de 2016, de Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias Sitio web: [http://www.academia.edu/8285195/FERTILIZACION%20DEL\\_CULTIVO\\_DE\\_CHILE](http://www.academia.edu/8285195/FERTILIZACION%20DEL_CULTIVO_DE_CHILE).
- Macías Rodríguez Hilario\*; J. Arcadio Muñoz Villalobos; Miguel A. Velásquez Valle; María del Carmen Potisek Talavera; María Magdalena Villa Castorena. (2004). Chile habanero: descripción de su cultivo en la península de Yucatán. 2010, de en horticultura protegida. UACH. Departamento de Fitotecnia. Chapingo, México.
- Mendoza Gómez Aurelia. (2004). Evaluación de 6 sustratos diferentes en el cultivar de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) var. Uxmal, bajo condiciones de invernadero. 31 de mayo de 2016, de Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Sitio web: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1296/EVALUACION%20DE%20SUSTRATOS%20DIFERENTES%20EN%20EL%20CULTIVAR%20DE%20CHILE%20HABANERO%20%28Capsicum%20chinense%29%20VAR.%20UXMAL%2c%20BAJO%20CONDICIONES%20DE%20INVERNADERO.pdf?sequence=1>.
- Molina, R.A., Castillo, F.F., Mendoza, G.A., Bazante, G.I., 2014. Evaluación de rendimiento en chile habanero utilizando diferentes densidades de población. Memorias del XXV Congreso Nacional y V Internacional de Fitogenética. p. 242. San Luis Potosí. México.
- Productores de Hortalizas. (2004). Plagas y enfermedades de chiles y pimientos. 03 de mayo de 2016, de Productores de Hortalizas Sitio web: [http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Pepper\\_Spanish.pdf](http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Pepper_Spanish.pdf).
- R version 2.12.2 (2011-02-25), Copyright (C) 2011 The R Foundation for Statistical Computing. ISBN 3-900051-07-0.
- Rafael Marín Zacarías. (2010). Densidades de población, soluciones nutrimentales en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) cultivado en invernadero. Saltillo, Coahuila: Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.
- SIAP-SAGARPA. 2004. Servicio de información agroalimentaria y pesquera- secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, Pesca. [www.siap.gob.mx/](http://www.siap.gob.mx/).
- Soria F.M., Ferrera, C. R., Etchevers, B. J., Alcantar, G. G., Trinidad, S.J., Borges, G. L y Pereyda, p. G. 2001. Producción de bio fertilizantes mediante bio digestión de excreta líquida de cerdo. Revista Terra Latinoamérica. Vol. 19, número 004 Chapingo, México. pp. 353-362.
- Steel, R.G. D. y J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. Mc. Graw-Hill, New York. p. 481.

- Trujillo A., J.J. G. y Pérez L. L., C. 2004. Chile habanero características y tecnología de producción. Centro de Investigación Regional del Sureste, INIFAP., SAGARPA., Tabasco, México. p 18-24.
- Tun, D.J.C. 2001. Chile habanero, características y tecnología de producción. Centro de investigación Regional del Sureste, INIFAP., SAGARPA., Tabasco, México. p 18-24.
- Urrestarazu G., M. 2004. Bases y sistemas de los cultivos sin suelo. In Tratado de los cultivos sin suelo. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España pp. 1-158. Web: [https://www.google.com.mx/?gfe\\_rd=cr&ei=1bg3WJWsC66u8wfp4KmwDw#q=rendimiento+del+chile+habanero+por+hectarea+en+yucatan+en+invernadero](https://www.google.com.mx/?gfe_rd=cr&ei=1bg3WJWsC66u8wfp4KmwDw#q=rendimiento+del+chile+habanero+por+hectarea+en+yucatan+en+invernadero).
- Zúñiga, E.L.2003. Producción de chile jalapeño en un vertisol mediante la técnica de fertirrigación (Riegos por microgoteo). Tesis de doctorado en ciencia. Colegio de Postgraduados Montecillo, Estado de México. 170 p.