



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

**CAMPUS ENSENADA**



## **TESIS**

### **EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO EN CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) UTILIZANDO DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACIÓN**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO  
DE

***INGENIERO AGRÓNOMO***

**PRESENTA**

**Olivia Rosario Miranda Sierra**

**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. **OLIVIA ROSARIO MIRANDA SIERRA**, 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: **"EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO EN CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) UTILIZANDO DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACIÓN"**.

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.A. Alma Lourdes Camacho García  
**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. **OLIVIA ROSARIO MIRANDA SIERRA**, para poder presentar su examen profesional y obtener el título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, me permito comunicarle que le he dado mi voto **APROBATORIO** sobre su trabajo titulado: **"EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO EN CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) UTILIZANDO DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACIÓN"**.

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**  
**PRESENTE.-**

Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre el trabajo presentado bajo la modalidad de titulación: TESIS por el (la) C. **OLIVIA ROSARIO MIRANDA SIERRA**, para poder presentar su examen profesional y obtener el título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, me permito comunicarle que le he dado mi voto **APROBATORIO** sobre su trabajo titulado: **"EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO EN CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) UTILIZANDO DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACIÓN"**.

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

ATENTAMENTE  
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE"  
San Quintín, B. C., a 20 de abril de 2017

*Ángel Manuel Suárez Hdez.*

Dr. Ángel Manuel Suárez Hernández  
**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**  
**PRESENTE.-**

Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre el trabajo presentado bajo la modalidad de titulación: TESIS por el (la) C. **OLIVIA ROSARIO MIRANDA SIERRA**, para poder presentar su examen profesional y obtener el título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, me permito comunicarle que le he dado mi voto **APROBATORIO** sobre su trabajo titulado: "**EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO EN CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) UTILIZANDO DIFERENTES DENSIDADES DE POBLACIÓN**".

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

ATENTAMENTE  
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE"  
San Quintín, B. C., a 20 de abril de 2017

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

## *AGRADECIMIENTOS*

Me resulta imposible resumir con tan pocas palabras lo que siento en este momento al tener varios sentimientos encontrados de alegría, satisfacción y dicha en esta etapa de mi vida.

Me encuentro agradecida con todas aquellas personas que estuvieron conmigo en el transcurso de este gran proyecto que me apoyaron de manera directa o indirectamente para culminar con un logro más en mi vida: “La realización de mi tesis. De esta manera quiero expresar mi gratitud y felicidad a las siguientes personas:

En primer lugar me encuentro agradecida con Dios que me dio la vida, la alegría, fortaleza y que siempre nos bendice a mí y a mi familia en todo momento.

A mi madre que siempre me apoyo incondicionalmente con su amor de madre, por sus desvelos y gran paciencia y que nunca se ha cansado de confiar en mí y ayudarme en cada momento de mi vida.

A mi hija, mi princesita por la paciencia que me tuvo al no dedicarle el tiempo que necesitaba mientras estudiaba, por sacrificar esos momentos únicos con su madre y comprender que en un futuro darían nuevos frutos.

A mis hermanos que me apoyaron moralmente, gracias por los consejos y motivación para esforzarme y seguir adelante con la culminación de mis estudios.

A la Universidad Autónoma de Baja California por abrirme una puerta más y darme las herramientas necesarias para crecer como persona y culminar mis estudios de maestría y alcanzar una meta muy importante en mi vida para crecer como profesionalista.

A mi asesora MC. Aurelia Mendoza Gómez por su apoyo, ayuda y paciencia en la colaboración de mi tesis, por su gratitud y carisma al trabajar juntas, por su valiosa amistad y disposición para dirigir el proyecto de chile habanero y todas esas ideas tan maravillosas y motivación personal de seguir adelante.

A mi asesor MC. Isidro Bazante que es una gran persona como ejemplo a seguir de ideas claras y precisas, por sus valiosas sugerencias y observaciones a lo largo del desarrollo de dicho proyecto experimental.

Al Dr. Salvador Ordaz Silva por la gran persona que es, por sus valiosas sugerencias acerca del MIP en el desarrollo del cultivo, por su amable colaboración y frases de apoyo con el desarrollo de mi tesis.

A todos los Maestros, miembros del comité de Tesis por su valioso apoyo y tiempo para la revisión del presente trabajo.

## *DEDICATORIAS*

A Dios

A papa Dios que me dio fe y esperanza para continuar siempre adelante y no desanimarme, al que siempre estuvo conmigo y me dio la fortaleza necesaria para llevar a cabo este gran proyecto de mi vida.

A mi madre

A mi hermosa madre por darme esta vida tan maravillosa y permitirme vivirla junto a ella llena de bendiciones, risas , llantos, alegría, júbilo y dolor, a esta persona que amo, admiro y respeto, mi ejemplo a seguir y de motivación gracias por todos tus consejos.

A mi hija

Mi princesita que es la bendición más maravillosa que Dios me dio en la vida para amar y querer siempre, por darme al ser más lindo que adoro con todo el corazón.

A mi profesora académica: Aurelia Mendoza Gómez

Por esa motivación e ímpetu para seguir adelante y no conformarme nunca, tratando de hacer siempre lo mejor para mi preparación académica, a esta persona tan carismática y única gracias por el apoyo.

## RESUMEN

Los objetivos del presente estudio fueron evaluar el efecto de la densidad de población en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) e identificar el potencial de producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo condiciones de invernadero manejando las características edafoclimáticas que pertenecen a Baja California en el valle de San Quintín y así conocer la adaptabilidad, comportamiento y rendimiento presentada en estas condiciones que propicien el desarrollo de ello. El material genético que se utilizó para dicho proyecto ha sido un híbrido comercial. El experimento se llevó a cabo mediante la metodología, filosofía y conocimiento de la Universidad Autónoma de Baja California bajo condiciones de invernadero en el Valle de San Quintín. Posteriormente las dimensiones del lote establecidas fueron de 228 m<sup>2</sup>, utilizando diferentes densidades de población, así como los tratamientos para las variables de estudio. Para llevar a cabo dicho proyecto se optó por un diseño completamente al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones por cada tratamiento quedando de la siguiente manera (T1, T2, T3, T4, T5 y T6) y la distancia entre plantas distribuida de la siguiente forma: 20, 25, 30, 40, 50 y 55 cm respectivamente, sumando un total de 361 en dicho lote experimental y cada tratamiento conto con : 103, 86, 53, 49, 35 y 35 plantas respectivamente, elevando el total de plantas por hectárea en cada tratamiento en base a sus diferentes densidades, tenemos : 41665, 33332, 27777, 20883, 16666 y 15151 plantas por hectárea. Las variables evaluadas fueron: rendimiento por hectárea, peso promedio de frutos, número de frutos por planta, diámetro polar y ecuatorial, días a primer corte, días en cosecha y número de cortes. Los resultados de los análisis de varianza muestran diferencias significativas con una probabilidad de 0.01 y 0.05 en cada uno de los tratamientos. Para la variable de rendimiento en toneladas por hectárea,

estadísticamente existen diferencias altamente significativas , lo cual indica que las diferentes densidades de población influyen de manera directa en el rendimiento, siendo los tratamientos uno, dos y tres, en los cuales se obtuvieron 251.48, 244.02 y 243.76 toneladas por hectárea respectivamente, lo que corresponde a 20, 25 y 30 centímetros de distancia entre planta, el tratamiento que rindió menos en esta variable fue el seis con 122.16 toneladas por hectárea correspondiéndole a 55 centímetros de distancia entre planta. 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. Para la variable de numero de frutos por planta, el análisis de varianza arrojo resultados significativos estadísticamente, en esta variable a mayor densidad de plantas menor es el número de frutos y a menor densidad, mayor es el número de frutos por planta. Esto se explica debido a la competencia entre plantas por factores agroclimáticos, nutricionales y desarrollo por lo cual el rendimiento es mayor. Si se disminuye la densidad de población es menor el rendimiento, pero la calidad del fruto aumenta cuando la densidad de población es menor. El cultivo mostro adaptabilidad a las condiciones agroclimáticas y se vio reflejado en el rendimiento y fenología del cultivo, ya que la primera cosecha fue a los 87 días después del trasplante. La producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo condiciones de invernadero se ve incrementada controlando factores climáticos y bióticos del cultivo.

## INDICE DE CONTENIDO

Resumen .....	iv
Índice de Contenido .....	vi
Índice de Cuadros.....	xi
Índice de Figuras .....	xiii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
<b>III. HIPOTESIS .....</b>	<b>4</b>
<b>IV. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>5</b>
4.1 Generalidades del cultivo.....	6
4.1.1 Origen.....	6
4.2 Clasificación taxonómica.....	8
4.3 Aspectos botánicos .....	9
4.3.1 Planta.....	9
4.3.2 Tallo .....	9
4.3.3 Raíz .....	10
4.3.4 Fruto .....	11
4.3.5 Hoja.....	11
4.3.6 Flor .....	12
4.3.7 Semilla .....	13
4.4 Aspectos nutricionales .....	13
4.4.1 Función de los elementos esenciales en la planta .....	15
4.5 Requerimientos agroclimáticos.....	18
4.6 Requerimientos edafológicos .....	19

4.6.1 Potencial de hidrogeno.....	20
4.6.2 Conductividad eléctrica.....	21
4.6.3 Efecto de sales.....	21
4.6.4 Riego .....	21
4.7 Producción mundial, nacional .....	23
4.7.1 Producción mundial .....	23
4.7.2 Producción nacional .....	25
4.7.3 Superficie .....	26
4.8 Aspectos fisiológicos del cultivo .....	28
4.9 Aspectos económicos del cultivo.....	30
4.10 Principales plagas en chile habanero.....	32
4.10.1 Mosquita blanca ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Bemisia tabaci</i> ) .....	32
4.10.2 Pulgón ( <i>Aphis gossypii</i> , Sulzer y <i>Myzus persicae</i> , Glover) .....	34
4.10.3 Araña roja ( <i>Tetranychus urticae</i> ).....	35
4.10.4 Trips ( <i>Frankliniella occidentales</i> , Pergande, <i>Trips palmi</i> Karny) .....	36
4.10.5 Minador de la hoja ( <i>Liriomyza spp</i> ).....	37
4.10.6 Picudo del chile .....	38
4.11 Principales enfermedades en chile habanero.....	39
4.11.1 Tizón o Mancha bacteriana ( <i>Xanthomonas campestris</i> ) .....	39
4.11.2 Damping off o caída de plántulas ( <i>Phytium spp</i> , <i>Rhizoctonia spp</i> , <i>Fusarium spp</i> , <i>Phytophthora spp</i> ).....	40
<b>V. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>41</b>
5.1 Localización del área de estudio .....	41

5.2 Material genético utilizado.....	42
5.3 Materiales utilizados .....	42
5.4 Siembra del material genético.....	43
5.5 Diseño experimental.....	44
5.6 Metodología utilizada.....	45
5.6.1 Síntesis del manejo agronómico .....	45
5.6.2 Registro de factores climáticos .....	46
5.7 Manejo agronómico .....	46
5.7.1 Preparación del terreno .....	46
5.7.2 Trasplante.....	48
5.7.3 Monitoreo del cultivo.....	49
5.7.4 Tutorado .....	50
5.7.5 Poda.....	50
5.7.6 Eliminación de hojas y brotes .....	51
5.7.7 Eliminación de malezas.....	51
5.7.8 Riego .....	52
5.7.9 Fertilización.....	52
5.7.10 Cosecha .....	56
5.8 Variables evaluadas.....	58
5.8.1 Determinación de variables fenológicas y cuantitativas .....	59
5.8.2 Análisis estadístico.....	60
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>61</b>
6.1 Resultados de ANOVA general .....	61

6.1.1 Análisis de varianza para la variable de rendimiento.....	62
6.1.2 Análisis de varianza para la variable de peso promedio de fruto.....	63
6.1.3 Análisis de varianza para la variable de número de frutos por planta ..	65
6.1.4 Análisis de varianza para las variables de diámetro polar y ecuatorial del fruto.....	66
<b>VII.CONCLUSIONES.....</b>	<b>68</b>
7.1 Conclusión de acuerdo a los objetivos planteados .....	68
7.2 Aprobación de hipótesis planteada.....	69
<b>VIII. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>70</b>
8.1 Bibliografía .....	70
8.2 Citas electrónicas .....	74
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>76</b>
9.1 Glosario.....	76
9.2 Graficas .....	78

## INDICE DE CUADROS

### Cuadro

1. Principales países productores de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.) .....	24
2. Materiales utilizados durante el ciclo de producción de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.) durante el periodo 2015, evaluado bajo invernadero.....	42
3. Distribución de los tratamientos en el lote experimental de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.) periodo 2015 .....	44
4. Distribución de distancias de los tratamientos en el diseño experimental .....	45
5. Síntesis del manejo agronómico en el cultivo de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.) durante el periodo 2015, evaluado bajo condiciones de invernadero.....	45
6. Fuentes de fertilización aplicadas al cultivo de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.) durante el periodo 2015 .....	54
7. Aplicación de productos agroquímicos .....	55
8. Densidad de población en los diferentes tratamientos en el cultivo de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.) durante el periodo 2015 bajo invernadero.....	59
9. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en el cultivo de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.) bajo condiciones de invernadero, evaluado durante el periodo 2013 en San Quintín, B.C.....	61
10. Análisis de varianza para rendimiento en base a diferentes densidades de población en el cultivo de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.) bajo condiciones de invernadero. Septiembre 2015. ....	62
11. Análisis de varianza para Peso Promedio de Fruto en base a diferentes densidades de población en el cultivo de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.) bajo condiciones de invernadero. Septiembre del 2015.....	63

12. Análisis de varianza para Numero de Frutos Por Planta en base a diferentes densidades de población en el cultivo de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.) bajo condiciones de invernadero. Septiembre 2015.....	65
13. Análisis de varianza para Diámetro Polar del Fruto en base a diferentes densidades de población en el cultivo de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.) bajo condiciones de invernadero. Septiembre del 2015.....	66
14. Análisis de varianza para Diámetro Ecuatorial del Fruto en base a diferentes densidades de población en el cultivo de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.) bajo condiciones de invernadero. Septiembre del 2015.....	66
15. Datos de temperatura y humedad relativa dentro del invernadero, tomadas durante el ciclo de producción de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.) en el periodo de abril-junio 2015. San Quintín, B.C. ....	78

## INDICE DE FIGURAS

### Figura

1. Morfología de la planta de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq).....	9
2. Estructura del tallo en el cultivo.....	9
3. Forma de la raíz en el cultivo.....	10
4. Fruto característico del cultivo.....	11
5. Desarrollo de hojas en el cultivo.....	11
6. Flor en desarrollo en el cultivo .....	12
7. Semilla o material genético de chile .....	13
8. Porcentaje de producción de los principales países productores de chile.....	23
9. Estadísticas de producción mundial de chile .....	24
10. Potencial productivo para chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.) en México .....	25
11. Superficie cultivada, producción, rendimiento y valor de la producción de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.) .....	26
12. Estadísticas del valor de producción del chile habanero del 2009.....	27
13. Estadísticas de producción de chile habanero durante el periodo 1999-2009 en los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán.....	28
14. Percepción de los comerciantes sobre la demanda estacional de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.).....	31
15. Daño por mosquita blanca en el cultivo.....	33
16 y 17. Pulgones y daño en hoja de chile .....	34
18 y 19. Daño por araña roja en el cultivo .....	35

20 y 21. Larvas y daños de hoja por trips en el cultivo.....	36
22 y 23. Hojas de chile con túneles formados por larva de <i>Liriomyza spp</i> .....	37
24. Daño de picudo en botón floral de chile habanero.....	38
25. Hoja de chile habanero con mancha bacteriana causada por <i>Xanthomonas vesicatoria</i> .....	39
26. Material genético de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.).....	42
27. Preparación del terreno para el cultivo.....	47
28 y 29. Plantas listas para el trasplante.....	48
30. Momento del trasplante del cultivo.....	49
31 y 32. Tutorio en el cultivo .....	50
33. Fuentes de fertilización aplicadas al cultivo de chile habanero ( <i>Capsicum chinense</i> Jacq.) bajo un sistema de fertirriego durante el ciclo de producción en invernadero en el periodo 2015.....	53
34 y 35. Fruto de habanero cosechado y fruto en estado de maduración.....	57
36 y 37. Cosecha y toma de datos del cultivo	

## I. INTRODUCCION

Para la economía del país el chile es un cultivo hortícola importante en la dieta de la población de muchas partes del mundo, en México existe una gran diversidad de chiles, dentro de los cuales se encuentra el chile habanero *Capsicum chinense* sembrado en diferentes estados, principalmente en Yucatán, Campeche y Quintana Roo donde se obtienen altas producciones.

La importancia de esta variedad de chile radica principalmente en la demanda que tiene para la exportación: Durante el 2007 se obtuvo un monto de 90 millones de pesos de este rubro solo en la península de Yucatán. Actualmente a nivel mundial las frutas y hortalizas ocupan el segundo lugar de los productos agropecuarios, apenas aventajados por los cereales. El chile habanero es considerado el chile más picante del mundo, con una pungencia (grado de picante) desde 150 mil unidades Scoville<sup>1</sup> (SHU), alcanzando niveles de hasta 350 mil SHU, característica generada tanto por factores genéticos como por el medio ambiente. El chile es una excelente fuente de vitamina A, tiene el doble de vitamina C que los cítricos y fortalece el sistema inmunológico. Posee una alta concentración de beta caroteno y flavonoides antioxidantes que favorecen el envejecimiento; la capsaicina contenida en el chile habanero ayuda a aliviar migrañas y dolores de cabeza. Actualmente la siembra de habanero ha incrementado su superficie en diferentes regiones del país, debido a que se está destinando a la elaboración de una gran variedad de productos: cosméticos, pomadas, recubrimiento de cintas de riego para la protección de roedores entre otras.

El chile habanero está considerado como uno de los cultivos de mayor potencial tanto económico como social. En México el cultivo de chile se dedica al consumo interno y

buena parte de la producción se exporta a Estados Unidos, ya que continua en expansión en la mayor parte de las regiones productoras, estando presente en su totalidad en las zonas templadas y cálidas del mundo.

El cultivo de chile habanero es un tema relativamente nuevo es por ello que se plantea el uso de nuevas alternativas de producción bajo invernadero para nuevas formas de producir más alimentos, se analiza la factibilidad y productividad no solo en habanero si no en otras especies que dicha tecnología proporciona.

## II. OBJETIVOS

- Evaluar el efecto de la densidad de población en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.).
- Identificar el potencial de producción de chile habanero bajo condiciones de invernadero

### **III. HIPOTESIS**

H<sub>0</sub>: Existirán diferencias significativas en las diferentes densidades de población en base a los rendimientos y tratamientos.

H<sub>0</sub>: Se reflejará una notable producción de chile habanero bajo condiciones de invernadero en Baja California.

H<sub>i</sub>: No existirán diferencias significativas en las diferentes densidades de población en base a los rendimientos y tratamientos.

H<sub>i</sub>: No se reflejará una notable producción de chile habanero bajo condiciones de invernadero en Baja California.

#### IV. REVISIÓN DE LITERATURA

El cultivo de chile se cultiva en casi todo México en los dos ciclos agrícolas (primavera, verano y otoño, invierno) y destaca su importancia ya que es un cultivo hortícola

Importante en México considerando la superficie que se siembra (FAOSTAT, 2005).

El chile es la principal especie hortícola que se cultiva en México, en el coexisten diferentes formas y tamaños de chile, los cuales se consumen en estado fresco y deshidratados o secos, es utilizado como condimento debido a su principio picante, la capsaicina que se localiza en la placenta de los frutos.

Según Sánchez *et al.*, (2010), las capsaicinoides son alcaloides importantes en la salud humana, alimentaria y farmacéutica, y solo son producidos por plantas del genero *Capsicum*.

El chile habanero es uno de los de mayor pungencia o picor por su alto contenido de capsaicina (200 000 a 500 000 unidades Scoville), por lo que es muy apreciado en el mundo.

Esto lo demuestra lo demuestra su creciente demanda de Estados Unidos, Japón, China, Canadá, Cuba y Panamá. (Ramírez *et al.*, 2005)

El mejor desarrollo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) se da en zonas templadas, subtropicales y tropicales (Aragón, 1995; FAO, 1994).

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es uno de los principales cultivos de la Península de Yucatán y se ha convertido en un producto representativo que identifica a esta región, la especie chinense tiene su centro de origen en el amazonas y se ha dispersado a diferentes islas de la Cuenca del Caribe (DeWitt y Bosland, 1993).

En la mayoría del área destinada al cultivo de chile habanero se utilizan materiales criollos; sin embargo, actualmente se emplean variedades mejoradas de polinización libre y en menor proporción variedades híbridas desarrolladas por empresas transnacionales (Ramírez et al., 2012).

Según FAO, 1998, en el mercado internacional, la chile cultura se ha consolidado últimamente, con una tendencia creciente en los últimos 10 años en diversos países del mundo.

México en el año 2005 a nivel mundial ocupó el tercer lugar en superficie cultivada con chile (*Capsicum ssp.*), con 144, 000 hectáreas, después de China e Indonesia con 612,800 y 173, 817 hectáreas respectivamente; y ocupó el segundo lugar en producción con 1, 950, 000 toneladas después de china con 12, 531, 000 toneladas.

Long S.J. (1998), explica también que después del descubrimiento de América todas estas regiones, principalmente del género *Capsicum*, han sido llevadas a distintas regiones del mundo y rápidamente han pasado a ser la principal especia o condimento de comidas típicas de muchos países.

#### **4.1 Generalidades del cultivo**

##### **4.1.1 Origen**

El chile habanero (*Capsicum chinense*) es originario de América del Sur, aunque también es ampliamente conocido en el sureste mexicano donde forma parte de la gastronomía regional.

El chile habanero *Capsicum chinense* es el único chile que no tiene nombre maya. Sin embargo, IBPGR, 1983 indica que el centro de origen del chile habanero es Brasil,

Amazonia, Ecuador y Perú. La mayor diversidad se encuentra en la región del Amazonas y su centro de origen que es América del Sur. Algunas variedades crecen en África y se reportan como las más picantes de todos los chiles. Según el chile habanero *Capsicum chinense* se considera domesticado en la Amazonia. Ningún tipo de *Capsicum chinense* silvestre es conocido y parece que el progenitor es *c. frutescens*. Hasta hace poco tiempo se creía que este chile solo se producía satisfactoriamente en la península, pero se han comprobado que se producen de buena calidad en Guatemala, Belice, Honduras y Perú entre otros, en donde incluso existe variabilidad genética.

México es el principal productor de chile habanero por lo que se ha considerado un alimento reconocido en la gastronomía. La producción del chile habanero en México se da principalmente en los estados de Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Tabasco, Chiapas, Veracruz, Zacatecas, Coahuila, Aguascalientes, Jalisco y Michoacán. Se han reportado siembras de chile habanero en Morelos, Sonora, Guanajuato, Sinaloa y Jalisco.

Actualmente el chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es una planta de ciclo anual, su altura varia de 75-120 cm (Prado, 2001). Se considera una de las hortalizas más importantes siendo superado solo por el tomate en cuando a superficie cultivada. Este chile tiene gran demanda en Estados Unidos, ya que se considera el más picante y aromático de los chiles. Los únicos países que exportan esta especie son Belice y México, generalmente se hace en forma de pasta para ser utilizada en la preparación de salsas. Tal es el caso de Yucatán que en las agroindustrias elaboran salsas verdes y rojas de chile habanero y que las distribuyen en el mercado nacional, Estados Unidos y Canadá.

Esta especie se produce satisfactoriamente en climas áridos y semiáridos y en climas mediterráneos, pero no tolera bajas temperaturas menos de 16c por tiempos prolongados, ya

que estas provocan un crecimiento lento y reducido de la planta, lo cual reduce drásticamente el rendimiento y calidad del fruto.

Se puede sembrar satisfactoriamente durante todo el año solo que durante los meses de junio y septiembre y así mismo hay que tener cuidado con los semilleros, debido a que existe mayor humedad ambiental y temperaturas que crean un microclima que favorece el desarrollo de enfermedades y plagas, siendo las principales el ahogamiento, Damping off y mosca blanca, por lo cual se recomienda proteger el semillero de las lluvias y plagas y tener un adecuado control de la humedad del suelo.

#### **4.2 Clasificación Taxonómica**

*Capsicum chinense* Jacq. es una de las cinco especies domesticadas de los chiles. Variedades importantes de *Capsicum chinense* incluye el chile habanero.

Nombre científico: *Capsicum chinense*

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum*

Especie: *chinense*

### 4.3 Aspectos botánicos

#### 4.3.1 Planta



Figura 1. Morfología de la planta de chile habanero

Es un arbusto de ciclo anual con un hábito de crecimiento determinado. Presenta una altura entre 43.5 y 150 cm. La ramificación es erecta, con tres a cinco ramas primarias y nueve a trece secundarias. La raíz es de tipo pivotante con un sistema radicular que varía de 1 a 2.3 m (Tun, 2001; Soria *et al.*, 2002).

#### 4.3.2 Tallo



Figura 2. Estructura del tallo en el cultivo

Es de crecimiento determinado y se encuentra de forma cilíndrica o prismática, su ramificación es erecta, con tres o cinco ramas primarias y de nueve a trece secundarias. Presenta una altura de 30 a 120 cm y un diámetro que oscila entre 0.9 y 3.1 cm. Muestra una tendencia a formar tres tallos en la primera ramificación (Soria *et al.*, 2002).

#### 4.3.3 Raíz



Figura 3. Forma de la raíz del cultivo

El chile tiene una raíz pivotante que desarrolla un sistema radicular lateral muy ramificado que puede llegar a cubrir un diámetro de 0.90 a 1.20 metros en los primeros 60 centímetros de profundidad del suelo, una raíz bien desarrollada varía de 1 a 2.3 m de acuerdo al tipo de suelo, sanidad y vigor de la planta.

#### 4.3.4 Frutos



Figura 4. Fruto característico del cultivo

Son bayas huecas con tres o cuatro lóculos. Suelen ser de color y forma variable. Presenta en promedio seis frutos de un tamaño entre 2 y 6 cm de largo por 2 a 3 cm de ancho. El color es verde cuando son tiernos, anaranjados, amarillos y rojos cuando son maduros. Son muy picantes y aromáticos. Los frutos se clasifican como una baya poco carnosa. La longitud del pedúnculo es de 2.5 a 3.0 cm. El grosor de la pared es de 1.5 a 2 mm con una constricción en la base. Esta constricción debajo del cáliz es una característica morfológica que separa a la especie *chinense* de *frutescens* (Cano, 1998).

#### 4.3.5 Hojas



Figura 5. Desarrollo de hojas en el cultivo

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. Con una nutrición adecuada se puede llegar alcanzar hojas de tamaño superior a los 15 cm de longitud y ancho. La longitud varía de 11.5 a 15 cm y el ancho de 4.8 a 10 cm (Soria *et al.*, 2002; Velasco, 2003).

#### 4.3.6 Flores



Figura 6. Flor en desarrollo en el cultivo

Son flores de color blanco-verdoso y frágil. Su tamaño varía entre 1.5 y 2.5 cm de diámetro de la corola, estos órganos se emiten en cada ramificación y se pueden presentar racimos de hasta 6 flores, dando lugar a un promedio de 3 frutos. Se forman en cada nudo o axila con una posición que va de intermedia a erecta.

La corola es de color amarillo verdoso con una longitud de 4.0 a 10.2 mm. Las anteras pueden ser moradas o verdes con una longitud de 2.0 a 3.7 mm. El filamento puede ser blanco, amarillo o morado con una longitud de 2.4 a 2.8 mm. El estigma comúnmente se encuentra a nivel de las anteras lo cual facilita la autopolinización (Velasco, 2003).

#### **4.3.7 Semillas**



Figura 7. Semilla o material genético de chile

Las semillas son aplastadas y de textura lisas, ricas en aceite, se alojan en la placenta que son blancuzcas y secas que no están envueltas por mucosas. Presenta una testa de color café claro a amarillo paja, de forma ovalada. El tamaño es pequeño con un diámetro entre 2.5 a 4.0 mm. Por fruto se pueden encontrar entre 20 y 50 semillas lo cual depende de las condiciones ambientales donde se desarrolla el cultivo (Velasco, 2003).

#### **4.4 Aspectos nutricionales**

El chile habanero es una especie hortícola de gran importancia que se cultiva en el estado de Yucatán y se agrupan taxonómicamente en dos familias botánicas: solanáceas y cucurbitáceas, las cuales proporcionan una gran gama de frutos comestibles, que se consumen principalmente en fresco, aunque también pueden industrializarse.

Los chiles originarios de los trópicos de América se cultivan ampliamente para su uso de especias o como verduras. Todos los tipos de chiles, tales como el chile dulce o bell y los pimientos se derivan de las ramas de diversas especies del mismo género *Capsicum*.

La pungencia lo picante de los frutos de algunas de estas especies, como en el caso del chile habanero es debido a su contenido de capsaicina, que es un alcaloide que se encuentra en las células de la placenta. Un solo gen dominante controla la pungencia y los diferentes grados de la misma se deben a algunas modificaciones de dicho gen, entre los cuales se tiene influencia del gen.

Lo que estimula el gusto es la capsaicina, químico cien veces más picante que la pimienta y que estimula la liberación de neurotransmisores.

El chile picante es una de las hortalizas más picantes e importantes en el mundo que se cultiva comercialmente en los trópicos y probablemente es el más importante después del tomate. Generalmente se exporta a países de zonas templadas en forma seca para su uso como especia en salsas y saborizantes, aunque también se exporta para consumo en fresco o como producto industrializado en salsa.

El contenido nutricional del chile habanero es alto y es fuente de vitaminas, particularmente de la C, y en los tipos pungentes secos, de vitamina A. El consumo de chile picantes generalmente es bajo 1 a 4 gr. mientras que el chile bell se consume en cantidades mayores 20 gr. por lo que constituye una fuente alimenticia potencialmente importante para el mejoramiento nutricional. En adición a su empleo como alimento o condimento, los chiles también se utilizan en la medicina, y algunos están valorados como plantas ornamentales.

#### **4.4.1 Función de los elementos esenciales en la planta**

##### **Macronutrientes**

##### **Nitrógeno (N)**

Utilizado para la planta para el desarrollo de follaje y ramas, favorece la multiplicación celular y estimula el crecimiento, esencial para la formación de la clorofila y la actividad fotosintética. Su deficiencia da menor altura a la planta, amarillamiento general y desarrollo raquítico. El exceso provoca abundante follaje color verde oscuro y poca resistencia a las heladas.

##### **Fosforo (P)**

Relativamente móvil, estimula el desarrollo del sistema radicular, interviene en el transporte, almacenamiento y transferencia de energía, además favorece la floración y el cuajado, esencial en la fotosíntesis y en la formación de compuestos orgánicos. Su deficiencia provoca coloraciones moradas, hojas onduladas, floración tardía y deficiente. El exceso produce un crecimiento vigoroso y elevada formación de flores y frutos.

##### **Potasio (K)**

Sumamente móvil, aumenta la actividad fotosintética, resistencia al marchitamiento y heladas, interviene en el transporte, incrementa la calidad de los frutos y proporciona resistencia a las enfermedades. La deficiencia de k son hojas con tonalidad verde-azulada, márgenes resecos, manchas pardas y menor resistencia al ataque de hongos. El exceso provoca entrenudos largos y hojas color verde pálido.

### **Calcio (Ca)**

El calcio es un nutriente esencial para las plantas que promueve el alargamiento celular, participa en los procesos metabólicos de absorción de otros nutrientes, fortalece la pared celular formando compuestos de pectato de calcio que dan estabilidad a las paredes celulares. La deficiencia del calcio provoca hojas pequeñas y deformadas, manchas cloróticas, hojas ajadas y partidas, crecimiento deficiente, retraso en el crecimiento de raíces y daños a la fruta. El exceso produce efectos tóxicos directos de Fe, K y Zn.

### **Magnesio (Mg)**

Elemento móvil que forma parte de la clorofila, es el pigmento que da a las plantas su color verde y lleva a cabo el proceso de la fotosíntesis; también aumenta la resistencia de la planta y actúa en el metabolismo del fósforo. Los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas inferiores y mayores. El primer síntoma es hojas pálidas, que luego desarrollan una clorosis intervenal. Un exceso provoca menor desarrollo y tamaño de hojas.

### **Azufre (S)**

El azufre es un constituyente principal de una de las enzimas necesarias para la formación de la molécula de clorofila. Se encuentra en algunos aminoácidos, en los bloques de construcción de las proteínas. Los síntomas de deficiencia de azufre aparecen como clorosis en hojas jóvenes (color verde pálido a amarillo). Las plantas deficientes son más pequeñas y su crecimiento es lento. Los niveles altos de azufre pueden competir e inducir a una deficiencia de nitrógeno.

## **Micronutrientes**

### **Hierro (Fe)**

El hierro es un constituyente de varias enzimas y algunos pigmentos; Aunque el hierro no se usa en la síntesis de la clorofila (el pigmento verde de las hojas), es esencial para su formación. Esto explica por qué la deficiencia de hierro manifiesta clorosis en las hojas nuevas. La deficiencia de hierro se expresa como una clorosis intravenosa en las hojas nuevas (las hojas son amarillas con venas verdes). La toxicidad del hierro ocurre debido a un pH bajo en el medio de cultivo o a una aplicación excesiva de hierro.

### **Cobre (Cu)**

Activa ciertas enzimas implicadas en la síntesis de lignina y es esencial para diversos sistemas enzimáticos. Además, el cobre ayuda a intensificar el sabor, el color en las hortalizas y en las flores. La deficiencia de cobre comienza por enrollamiento y una leve clorosis, sea en toda la hoja o bien entre las venas de las nuevas. El exceso de cobre puede afectar el desarrollo de la raíz; esta quema sus puntas provocándole un crecimiento lateral excesivo.

### **Zinc (Zn)**

Activa las enzimas responsables de la síntesis de ciertas proteínas. Es fundamental en la formación de auxinas, mismas que coadyuvan a la regulación del desarrollo y a la elongación del tallo. Su deficiencia se presenta con una clorosis en las hojas nuevas y manchas necróticas en las orillas o en las puntas de las hojas. El exceso de zinc compite con el fósforo, el hierro, el manganeso o el cobre para ser absorbido por la planta y provoca deficiencias de ellos en el tejido.

### **Manganeso (Mn)**

Interviene en procesos biológicos incluyendo la fotosíntesis y la respiración. También participa en la germinación del polen, el crecimiento del tubo polínico, el alargamiento celular en la raíz y la resistencia a patógenos de la misma. Los síntomas de deficiencia de manganeso, se asemejan a la clorosis intervenal (hojas amarillas con venas verdes) en las hojas jóvenes y, en ocasiones, manchas bronceadas hundidas en las áreas cloróticas intervenales. El exceso de manganeso comienza con la quemadura de las puntas y los bordes de las hojas más viejas, o bien con la aparición de manchas de color rojizo a castaño en ellas.

### **Boro (B)**

El boro se usa con calcio en la síntesis de las paredes celulares y es esencial para la división celular (creación de células de plantas nuevas). Otras funciones incluyen la translocación de azúcares y carbohidratos, el metabolismo del nitrógeno y la formación de ciertas proteínas. La deficiencia de boro se expresa en los puntos de crecimiento de las raíces, follaje, estructuras de florecimiento y de fructificación que son reducidas y deformes. El exceso de boro muestra clorosis marginal o en las puntas de las hojas que se vuelven necróticas o se queman.

#### 4.5 Aspectos agroclimáticos

(De la Cruz, s/a), señala que los factores climáticos que limitan la adaptación, desarrollo y producción de chile habanero en Yucatán son la precipitación y la temperatura, siendo la primera la más determinante, pero a la vez la más fácil de resolver con la aplicación del riego ya que se cuenta con un manto freático de poca profundidad. Este cultivo demanda una cantidad de agua relativamente alta 550 a 700 mm por ciclo, sobre todo durante las etapas de floración, fructificación y llenado de fruto.

Es por ello que el mejor desarrollo del cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) se da en zonas templadas, subtropicales y tropicales (Aragón, 1995; FAO, 1994).

Se desarrolla mejor en regiones con temperatura promedio superior a los 24°C y humedad del suelo entre 80 y 90 por ciento de humedad aprovechable. No tolera temperaturas menores de 15 ° C, las cuales se pueden presentar ocasionalmente con una duración de pocas horas.

El ciclo vegetativo de esta planta depende de las variedades, de la temperatura en las diferentes épocas (germinación, floración, maduración), de la duración del día y de la intensidad luminosa. Es un cultivo que se adapta a un rango muy amplio de altitudes, desde el nivel del mar hasta 3000 msnm, de acuerdo con la especie cultivada. El rango de temperatura en que se cultiva este fruto también es variable; en Costa Rica se cultiva en zonas con temperaturas entre 18 y 30°C (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1991). Las temperaturas inferiores a la mínima detienen el crecimiento de la planta y causan malformación del fruto y caída de las flores, las superiores a la máxima provocan caída de las flores por quemadura y abortos.

Prospera en condiciones de iluminación de intensa a moderada (FAO, 1994). Su ciclo vegetativo es de 75-130 días (Baradas, 1994).

## **4.6 Requerimientos edafológicos**

Los suelos más favorables para el desarrollo del chile habanero, son aquellos que tienen buen drenaje y buena retención de humedad. En el caso del estado de Yucatán, los suelos apropiados para el desarrollo del cultivo, son los Luvisoles, según la clasificación FAO UNESCO (Ramírez *et al.*, 2006).

Sin embargo, también se desarrolla en suelos de textura ligera a media, con profundidad moderada (FAO, 1994). La profundidad mínima será de 35-50 cm (Aragón, 1995). Las pendientes de 1 a 5% son óptimas para este cultivo; las que varían entre 5 y 10% son de mediano potencial y las que se encuentran entre 10 y 15% son de bajo potencial productivo. Las mayores de 15% se consideran no aptas para este cultivo. La mayor parte del estado presenta pendientes menores al 10%, razón por la cual este factor del medio físico no es restrictivo para este cultivo (De la Cruz, s/a).

### **4.6.1 Potencial de hidrogeno (pH)**

Está relacionado con la calidad del agua y las características del fertilizante. Con un pH de 6.5 a 7.0 se logra una mayor disponibilidad de los nutrientes; pH en el suelo diferente a estos valores necesitarán enmiendas por lo que es muy importante conocer y considerar este factor para el buen uso de fertilización y asimilación de los nutrientes. Un pH no adecuado puede impedir la correcta absorción de los nutrientes, bien porque estos nutrientes no se encuentran disueltos en el suelo, o bien porque las raíces se muestran incapaces de absorberlo.

#### **4.6.2 Conductividad eléctrica (CE)**

CE nos indica concentraciones de sales solubles las cuales producen presiones osmóticas elevadas en la disolución de soluciones nutritivas y en la solución del suelo que está en contacto con el sistema radicular de la planta. La CE es la medida de la capacidad de un material para conducir la corriente eléctrica, el valor será más alto cuanto más fácil se mueve la corriente a través del mismo. Esto significa que, a mayor CE, mayor es la concentración de sales. Se recomienda que la CE de un sustrato sea baja, en lo posible menor a 1dS m<sup>-1</sup> (1+5 v/v). Una CE baja facilita el manejo de la fertilización y se evitan problemas por fitotoxicidad en el cultivo.

#### **4.6.3 Efecto de sales**

Es moderadamente tolerante o tolerante a la salinidad (FAO, 1994 y Aragón 1995) y puede desarrollarse adecuadamente en un pH de 4.3 y 8.3 siendo su óptimo alrededor de 6.3 (FAO, 1994). Esta especie tolera la acidez del suelo (Aragón, 1995). Se sugiere evitar encharcamientos, por los problemas de enfermedades fungosas, por lo que el chile requiere de suelos bien drenados (FAO, 1994).

#### **4.6.4 Riego**

El cultivo de chile habanero requiere una lámina de riego de 750 a 1000 mm para obtener altos rendimientos. Una lámina de riego menor a 30 mm mensuales afecta el rendimiento, el cual se ven disminuido (Ramírez et al., 2006).

Explica ECAO. (2002), que el chile habanero (*C. chinense* Jacq), es una planta sensible al exceso o la falta de agua. Debe tener buen abastecimiento durante todo el período que permanece el cultivo en el campo. Dos a tres riegos por semana son suficientes para lograr un buen desarrollo y fructificación, de 600 a 1,200 mm. de agua bien 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.

(De la Cruz, s/a) señala también que el manejo del agua debe de ser muy cuidadoso, porque la escasez o el exceso son inapropiados para la planta.

## 4.7 Producción mundial y nacional

### 4.7.1 Producción mundial de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.)

China es el país que presenta una mayor participación en la producción de chiles frescos. En 2010, la superficie cosechada fue de 655,900 hectáreas, con una producción de 13,186,400 toneladas, lo que representa el 59 % global y un rendimiento de 20.10 ton/ha-1. El segundo lugar en producción lo ocupó México con 143,97 hectáreas y 2,335,560 toneladas (10 %), y su rendimiento fue de 16.22 ton/ha-1. Les siguieron Indonesia, Turquía, Estados Unidos y España.

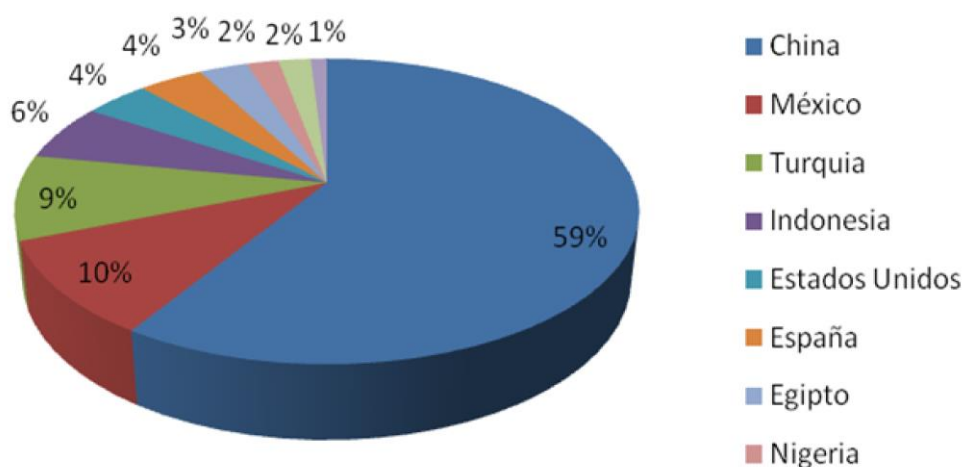


Figura 8. Porcentajes de producción de los principales países productores de chile 2010

Fuente: FAOSTAT 2012

**Producción mundial de chile verde en fresco en 2010.**

	Chile Verde (2010)	Producción (Ton)	Área cosechada (Hectáreas)	Rendimiento (Toneladas/Hectárea)
1	China	13,186,400	655,900	20.1043
2	México	2,335,560	143,979	16.2215
4	Turquía	1,986,700	99,000	20.0677
3	Indonesia	1,332,360	237,520	5.6095
5	Estados Unidos	918,120	30,440	30.1616
6	España	872,000	18,000	48.4444
7	Egipto	655,841	38,390	17.0836
8	Nigeria	500,000	60,000	8.3333
9	Países bajos	365,000	1,400	260.7143
10	República de Corea	310,462	49,976	6.2122

Figura 9. Estadísticas de producción mundial de chile. Fuente: FAOSTAT 2012. Base de datos de estadísticas agrícolas.

Cuadro 1. Principales países Productores de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.)

País	Volumen
China	8,238,000
México	1,961,191
Turquía	1,400,000
España	965,200
Estados Unidos	885,630
Nigeria	715,000
Indonesia	550,000

Fuente: Elaborado con datos de The Chile Pepper, 2002.

#### 4.7.2 Producción nacional de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en México

La importancia del cultivo de chile en México es evidente tanto por la amplia distribución como por su amplio consumo en el país, al estimarse que una de cada cuatro personas lo consumen diariamente. Desde épocas prehispánicas el *Capsicum* ha sido utilizado como condimento en la comida mexicana (Pozo, 2004).

El cultivo de chile en México crece a un ritmo de 9.5% a 12% anual y se siembran entre 140 y 170 mil hectáreas que producen alrededor de 1.6 millones de toneladas (SAGARPA, 2009).

También expresa Bogoret *et. al.*, (2010), que la superficie, producción y rendimiento y valor del chile habanero, siendo el estado de Yucatán, el principal productor de chile habanero con una superficie sembrada de 708.43 ha, con un volumen de producción de 3 295.17 toneladas, seguido por Tabasco 143 ha, Campeche 57.18, Quintana Roo 36.48 y 101.00, 358.2, y 376.85 toneladas respectivamente. En el sureste mexicano el chile habanero (*Capsicum chinense*) ha incrementado su superficie sembrada; en 2012 se establecieron 951.52 hectáreas, con una producción de 9,977 toneladas (SIAP, 2013).

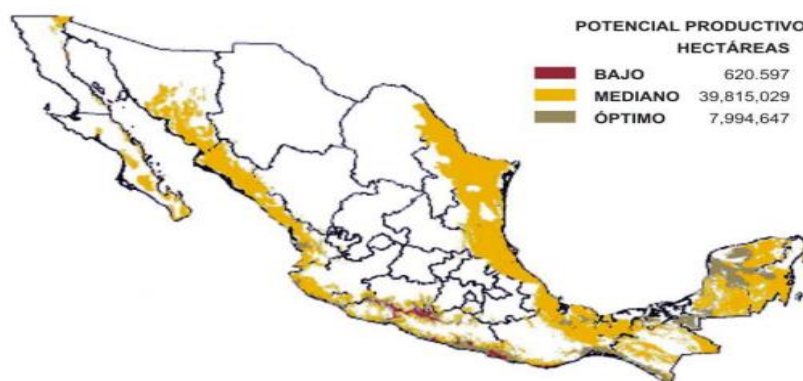


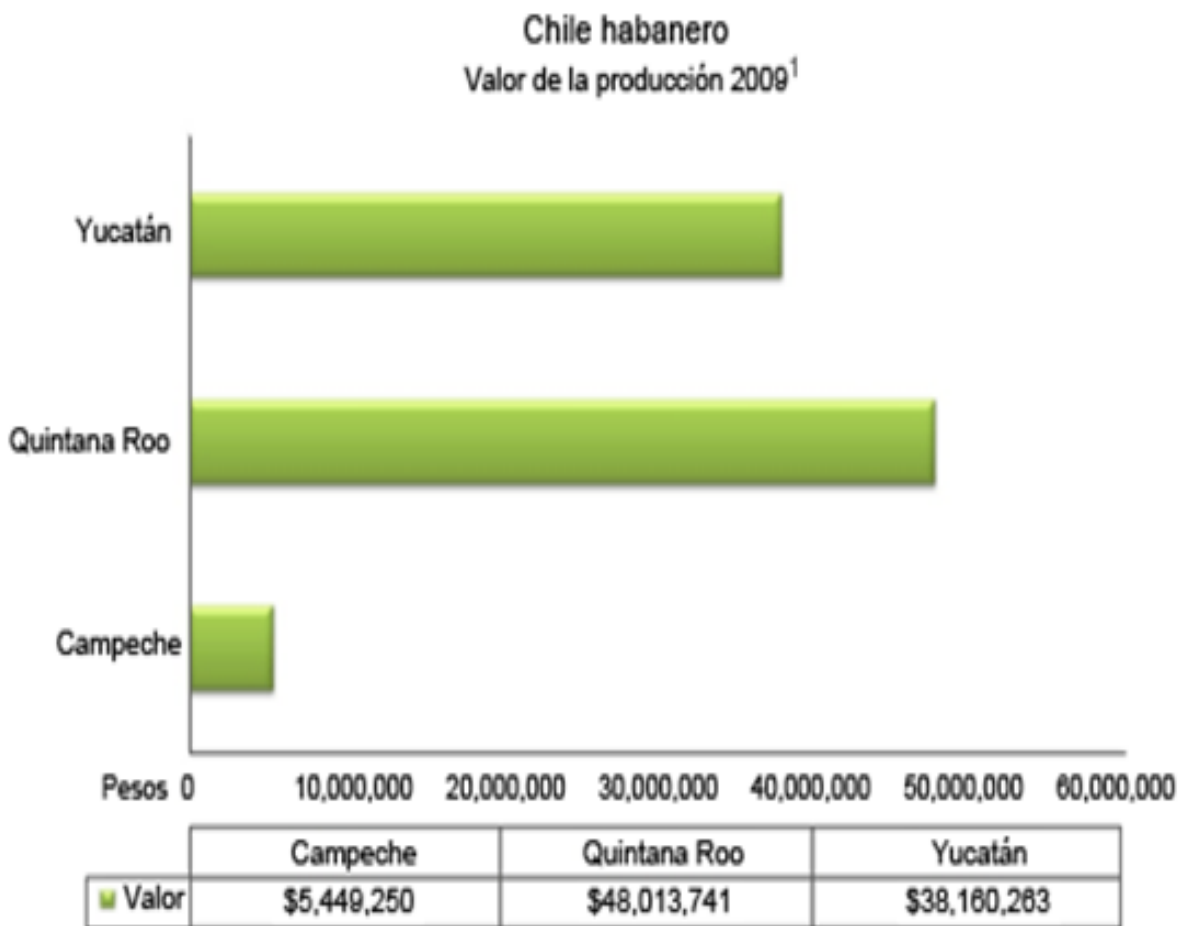
Figura 10. Potencial productivo para chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en México.

País	Superficie cultivada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t ha-1)	Valor de la producción \$
Yucatán	708.43	3, 295.17	5.033	35,037,830
Tabasco	143.00	1,101.00	7.699	13,611,00
Campeche	57.18	358.2	7.068	2,355,800
Quintana Roo	36.48	376.85	10.9	2,750,330
Veracruz	7	43.95	6.279	351,600
Chiapas	3	45	15.00	200,000
TOTAL	964.59	5,300.17	5.88	54,706,560

Figura 11. Superficie cultivada, producción, rendimiento y valor de la producción de chile habanero por estados 2004. Fuente: SIAP, 2007

#### 4.7.3 Superficie

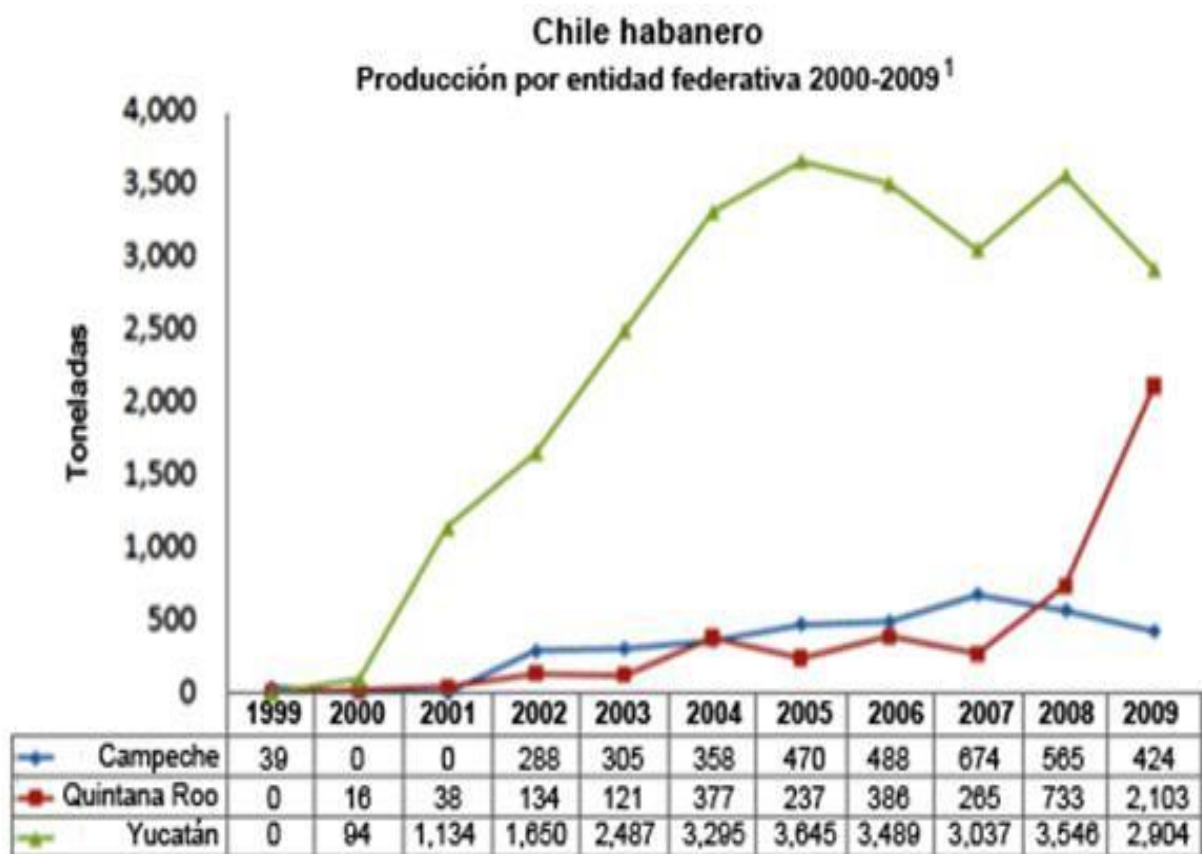
De acuerdo con cifras del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en 2009 la península de Yucatán sumó 445 hectáreas sembradas de chile habanero, siendo Yucatán la de mayor extensión: 351. La superficie cosechada en 2009 fue de 423 hectáreas en total, con 5 mil 431 toneladas de producción, cuyo valor fue de 91 millones 623 mil 254 pesos. El precio al productor en ese mismo año fue, en promedio, de 16 mil 870 pesos por tonelada, aunque en Quintana Roo alcanzó el precio más alto pagado al productor: 22 mil 834 pesos por tonelada.



<sup>1</sup> Cifras preliminares

Figura 12. Estadísticas del valor de producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en 2009. Fuente: SIAP con información de las delegaciones estatales de SAGARPA.

El chile habanero de la península de Yucatán cuenta con cifras relevantes que hacen de éste un cultivo de gran interés culinario, industrial y económico. También ese fue el estado que registró el mayor rendimiento por hectárea en el 2009 con una superficie de casi 26 hectáreas de invernadero logro un promedio de 71.78 toneladas por hectárea.



<sup>1</sup> Cifras preliminares

Figura 13. Estadísticas de producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) durante el periodo 1999-2009 en los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán. Fuente: SIAP con información de las delegaciones estatales de SAGARPA.

#### 4.8 Aspectos fisiológicos del cultivo

*Capsicum* es un género descrito por Carlos Linneo y que publicó en el año 1753 en su monumental obra *Species Plantarum* [1: 188-189]. Se cree que el nombre asignado deriva del griego *kapto*, que significa “picar” que es su principal característica (Salazar y Silva,

2004); sin embargo, López (2003), menciona que significa “caja”, en alusión a que las semillas están encapsuladas en una especie de caja, aunque, de acuerdo a su tipo, el fruto es clasificado como una baya.

Las características de calidad del fruto como son el sabor, aroma, pungencia y color lo distinguen de los frutos producidos en otras regiones del país (Trujillo y Pérez, 2004).

El fruto del chile habanero es una baya hueca en forma de trompo, poco carnosa, con dos y hasta ocho hojas modificadas que constituyen el aparato reproductor femenino de la flor y se denominan carpelos (Tomás *et al.*, 2006).

Según González *et al.*, (2006) el chile habanero es un fruto muy picante y aromático, su color antes de alcanzar la madurez, generalmente es verde; sin embargo, cuando madura puede presentar variantes de color amarillo, naranja, rojo, morado o café. Las paredes que dividen el interior del fruto son incompletas y en el extremo inferior se unen para formar unas estructuras membranosas que comúnmente denominamos venas, las cuales se insertan en la placenta que es de color blanco amarillento y de apariencia esponjosa.

Según Sánchez *et al.*, (2010), las capsaicinoides son alcaloides importantes en la salud humana, alimentaria y farmacéutica, y sólo son producidos por plantas del género *Capsicum*.

Los capsaicinoides en frutos maduros sólo se sintetizan en las células de la superficie de la placenta, los cuales se especializan como glándulas que segregan estos compuestos depositándolos en las semillas y paredes de la capa más interna de la pared frutal llamada endocarpio (González *et al.*, 2006).

En la mayoría del área destinada al cultivo de chile habanero se utilizan materiales criollos; sin embargo, actualmente se emplean nuevas variedades mejoradas de polinización libre y en menor proporción variedades híbridas desarrolladas por empresas transnacionales (Ramírez *et al.*, 2012).

#### **4.9 Aspectos económicos del cultivo**

En este apartado se pretende presentar un panorama general del mercado para el fruto de chile habanero que se produce en Yucatán. La producción de los diferentes tipos y variedades de chiles es de gran importancia en el Norte del estado principalmente la zona henequenera, ya que en esta región se produce más del 60 por ciento del total estatal.

En cuanto a la oferta del chile habanero se puede decir que esta se mantuvo constante entre en 1986 y 1996, oscilando entre las 2000 y 2600 toneladas de fruto anualmente. Hasta 1994 la oferta estuvo determinada por la producción local, sin embargo, a partir de 1995 se reportan algunas internacionales al estado, las cuales se han incrementado cada año.

La demanda de fruto se incrementó en los últimos años debido a que su consumo ya no es exclusivo del mercado local. Anualmente crece la demanda a nivel nacional a tal punto que su cultivo se ha extendido a diversos estados del país, tales como Campeche, Tabasco, Veracruz, Jalisco y Chihuahua, entre otros.

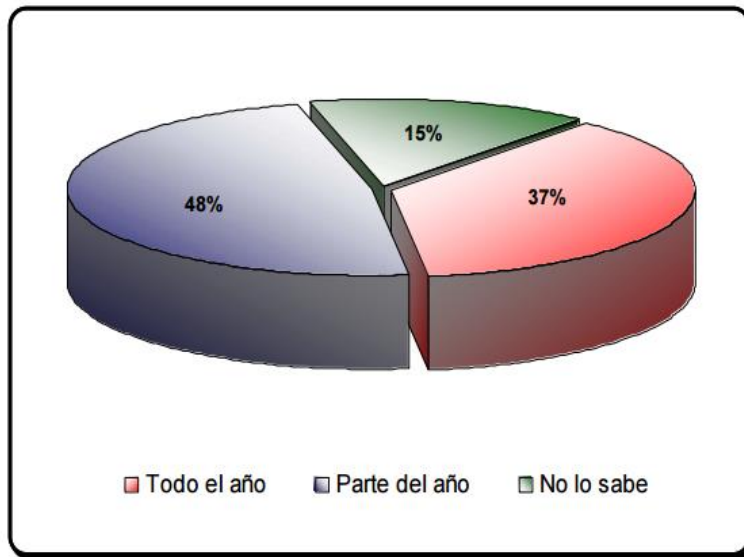


Figura 14. Percepción de los comerciantes sobre la demanda estacional de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) en la zona centro del estado de Veracruz.

En los últimos años, además de cubrir la demanda local, la producción estatal se está exportando a diversas regiones de Estados Unidos y Europa. La demanda de chile habanero es general ya que los volúmenes de exportación están conformados por frutos de color naranja y color rojo, cuya demanda internacional para el consumo en fresco se limita a frutos grandes de buena calidad.

Cabe señalar que debido a dicha demanda se comercializa un alto porcentaje de la producción, ya que los frutos grandes y medianos se destinan para el consumo en fresco, en tanto que los pequeños se emplean para la elaboración de salsas picantes o se deshidratan para diversos usos.

El chile habanero de la península de Yucatán cuenta con cifras relevantes que hacen de éste un cultivo de gran interés culinario, industrial y económico. Los precios que el kilogramo de chile habanero ha tenido en los últimos 5 años, los datos son de la central de abastos de la

Ciudad de Mérida. El chile habanero y sus derivados se venden en 17 estados de la República Mexicana, entre los que se encuentran los estados de Baja California, DF, Durango, Nuevo León, Quintana Roo, Tabasco, y también se surten los mercados de Estados Unidos, Alemania, Japón, Australia e Italia.

En diez años (2000-2009) la tasa de crecimiento promedio anual del volumen exportado fue de 14.6%, mientras el valor creció 13.3 por ciento. México en el año 2005 a nivel mundial ocupó el tercer lugar en superficie cultivada con chile (*Capsicum spp*), con 144, 000 hectáreas, después de China e Indonesia con 612,800 y 173,817 hectáreas respectivamente; y ocupó el segundo lugar en producción con 1, 950,000 toneladas después de china con 12, 531,000 toneladas. Si el consumo interno ha bajado aun cuando la producción se ha mantenido con variaciones Positivas ha sido por el aumento en la demanda exterior del picante mexicano.

#### **4.10 Principales plagas en chile habanero**

Son varias las plagas que pueden atacar al chile habanero, las cuales deben de controlarse para evitar pérdidas en la cosecha. Entre las principales y las que se han presentado en el invernadero se encuentran los trips, mosquita blanca, pulgón, minador y gusanos de diferente especie. A continuación, se describen cada una de ellas, así como algunas recomendaciones para su control.

#### 4.10.1 Mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci*)

Los adultos colonizan las partes jóvenes de las plantas, los huevecillos son ovipositados en el envés de las hojas. De ellos emergen las primeras ninfas, que son móviles; tras fijarse en la planta pasan por cuatro estados ninfales. Los daños directos son ocasionados por las ninfas y adultos que absorben la savia de las hojas y ocasionan amarillamiento y debilitamiento de la planta que llegan a caer cuando el daño es severo. Los daños indirectos se deben a la gran secreción de mielecilla, en la cual se desarrolla el hongo *Cladosporium* sp., el cual cubre hojas y frutos que disminuye la calidad de la cosecha. Ambos tipos de daño se vuelven importantes cuando los niveles de población son altos (Davidson *et al.*, 1994).



Figura 15. Daño por mosquita blanca en el cultivo

**Control preventivo y técnicas culturales.** Entre las medidas preventivas se pueden mencionar las siguientes:

Colocación de mallas en las bandas de los invernaderos

Limpieza de malas hierbas y restos de cultivos hospederos

No asociar cultivos en el mismo invernadero

Colocación de trampas cromáticas amarillas

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

*Aphis gossypii* y *Myzus persicae* son las especies de pulgón más comunes y abundantes en los invernaderos. Tanto los adultos como las ninfas viven en colonias, en el envés de las hojas terminales y en los brotes, y en altas infestaciones, invaden las hojas más maduras. Al alimentarse succionan savia e inyectan una saliva tóxica que provoca enrollamiento de las hojas, disminuyendo el vigor de la planta. También al alimentarse secretan una sustancia azucarada tipo mielecilla, en la cual crece un hongo (fumagina) que causa un ennegrecimiento de las hojas, que afecta la fotosíntesis. Un daño secundario de mucha importancia es que actúan como vectores de enfermedades virales. Por esta razón se recomienda efectuar un combate continuo de ellos.

**Control preventivo y técnicas culturales.** Las medidas preventivas para retrasar la aparición del pulgón consisten en: eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior, colocación de trampas cromáticas amarillas.



Figura 16 y 17. Pulgones y daños en hojas de chile habanero

#### 4.10.3 Araña roja (*Tetranychus urticae*).

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



Figura 18 y 19. Daños por araña roja (*Tetranychus urticae*) en el cultivo

**Control preventivo y técnicas culturales:** Desinfección de estructuras y sustrato previa a la plantación, eliminación de malas hierbas y restos de cultivo para evitar plantas y materiales hospedantes. Evitar los excesos de nitrógeno. Observaciones periódicas del cultivo durante las primeras fases del desarrollo para su control oportuno.

#### 4.10.4 Trips (*Frankliniella occidentales*, Pergande, *Trips palmi* Karny)

Los adultos colonizan los cultivos realizando la ovoposición dentro de los tejidos vegetales en hojas, frutos y, preferentemente, en flores. En estas últimas se localizan los mayores niveles de población de adultos y larvas eclosionadas de los huevecillos. Los daños directos se producen por la

alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas. Provocan espacios de aire entre los tejidos distorsión de hojas, brillo plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. El daño indirecto es el que tiene mayor importancia ya que son transmisores del virus del bronceado del tomate (TSWV) (Cabello *et al.*, 1990).

**Control preventivo y técnicas culturales:** Entre las medidas preventivas se tienen las siguientes: colocación de mallas en las bandas del invernadero, erradicación de malas hierbas y restos de cultivo, así como la colocación de trampas cromáticas azules.



Figura 20 y 21. Larvas y daños de hojas por trips en el cultivo

#### 4.10.5 Minador de la hoja (*Liriomyza spp*)

El adulto es una mosquita de color café o gris oscuro de aproximadamente 2 mm de longitud. Las larvas son muy pequeñas (1-2 mm de longitud) de color amarillo a café, se alimentan bajo la epidermis de las hojas formando un túnel delgado que se va ensanchando conforme la larva crece. A simple vista, sobre la hoja la galería aparece blanquecina y en forma de una serpentina. Este daño interfiere con la fotosíntesis y la transpiración de las plantas, de tal manera que si el daño se presenta en plantas jóvenes, se atrasa su desarrollo. Si el daño es severo en la época de fructificación, la planta se defolia exponiendo los frutos a quemadura de sol, lo que provoca pérdidas económicas. En épocas de alta humedad, la incidencia de esta plaga disminuye.

**Control biológico.** El minador es parasitado por la chinche el *Orius sp.*, el *Pteromalidae Habrocitus sp.* y por el *Eulophidae dyglyphus sp.*



Figura 22 y 23. Hojas de chile con túneles formados por larvas de *Liriomyza spp*.

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

Los picudos son insectos de metamorfosis completa, lo que quiere decir que pasan por los estadios de desarrollo de huevo, larva, pupa y adulto (Figura 5). Este insecto requiere forzosamente de una planta hospedera para completar su ciclo de vida, ya que la fase de crecimiento de la larva y desarrollo de la pupa ocurre dentro de los frutos. El adulto vive fuera del fruto, días después de emerger se aparea y las hembras buscan frutos o botones florales donde poner sus huevos e iniciar la siguiente generación de picudos.

**Control preventivo y técnicas culturales:** Es conveniente coleccionar y destruir los frutos dañados, lo más frecuentemente posible, a fin de eliminar los diferentes estados biológicos del barrenillo que ahí se encuentran.



Figura 24. Daño de picudo en botón floral de chile habanero

**Control Biológico:** En 1986 se realizaron estudios de campo en Florida sobre el control biológico del picudo del chile, que reportaron que únicamente se detectó a *Catolacus hunteri* parasitando a la plaga.

## 4.11 Principales enfermedades en chile habanero

### 4.11.1 Mancha bacteriana o Tizón (*Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria*)

Enfermedad causada por la bacteria *Xanthomonas vesicatoria*, puede presentarse en todas las partes de la planta (hojas, frutos y tallos). Los primeros síntomas son manchas acuosas circulares que se presentan en las hojas, estas manchas se necrosan, con centros de color café y bordes

Cloróticos delgados (figura 38). Por lo general las lesiones están ligeramente hundidas en el envés de la hoja y levantadas en el haz de la misma. Las manchas foliares más severas cambian a un color amarillento y la defoliación es común. En los frutos, la infección comienza como pequeños puntos negros levantados que pueden estar rodeados de un halo blanco, de apariencia

Grasa. Estas lesiones pueden agrandarse hasta alcanzar entre 4 y 5 mm de diámetro y se tornan de color negro, ligeramente protuberantes y costrosas.



Figura 25. Hoja de chile habanero con mancha bacteriana causada por *Xanthomonas vesicatoria*

La bacteria puede sobrevivir en restos de cultivos, semillas o malezas. La infección generalmente se produce a través de lesiones mecánicas, como las causadas especialmente por herramientas, insectos, vientos y pulverización a alta presión. Las temperaturas (24 a 30o C) junto con el riego por aspersion o por muchas lluvias, favorecen el desarrollo de la enfermedad, razón por lo que es muy prolífica en ambientes tropicales y principalmente en época lluviosa.

#### **Métodos preventivos y técnicas culturales**

- Uso de semillas y de plántulas sanas
- Uso de malla anti-insectos, reduce la deposición de esporas sobre la plántula
- Las pulverizaciones de cobre proporcionan un nivel moderado de protección
- Buena ventilación del invernadero
- Mantener libre de malezas el cultivo
- Evitar el encharcamiento en el cultivo
- Drenar el terreno ya que el agua es la principal fuente de contaminación

**4.11.2 Damping off** o caída de plántulas ( *Phytium* ssp, *Rhizoctonia* ssp, *Fusarium* ssp, *Phytophthora* ssp).

La caída de plántulas 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.

## 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.
- Los daños pueden observarse tanto en rodales como en puntos dispersos del semillero.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Localización del área de estudio

El experimento se llevó a cabo durante el periodo de abril a septiembre del 2015 en las instalaciones de la Universidad Autónoma de Baja California ,Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín, ubicada en San Quintín Baja California , a 30° 33'37'' de latitud norte del meridiano de Greenwich, con altitud de 115° 56' 33'' msnm, con un clima cálido seco con lluvias ligeras, de temperaturas anuales de 24°C. Se evaluó el rendimiento de chile habanero utilizando diferentes densidades de población bajo condiciones de invernadero.

### 5.2 Material genético utilizado

Hibrido comercial proporcionado por un proveedor de plántula local en el Valle de San Quintín.



Figura 26. Material genético de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.)

### 5.3 Materiales utilizados

Cuadro 2. Materiales utilizados durante el ciclo de producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) durante el periodo 2015, evaluado bajo invernadero.

Semilla para siembra	Cinta de riego	Vernier
Charolas de 200 cavidades	Tensiómetro	Bolsas de papel
Fertilizantes	Termómetro	Mesa de trabajo
Abonos	Estacones	Venturi
Agroquímicos	Rafia	Cubeta
Acolchado plástico	Bascula	Marcadores-plumones

Fuente: Elaborado con información propia de la UABC, FINSQ, 2015.

### 5.4 Siembra del material genético

La siembra se realizó el día 27 de febrero del 2015 después de que se seleccionó el material genético y en este caso fue un híbrido comercial que se obtuvo con un proveedor de plántula local, para ello se utilizaron 4 charolas de foam de 200 cavidades cada uno.

La preparación del sustrato se realizó mezclando (peat moss), perlita y vermiculita con una pala en algún recipiente en base a volumen utilizado como sustrato en el que se le fue agregando agua para mantener la humedad.

La siembra se puede establecer en charolas nuevas, en este caso se utilizaron charolas previamente desinfectadas para evitar algún problema de Damping off. Si las charolas ya han sido utilizadas en años anteriores deberán desinfectarse, ya sea en agua hirviendo o agregando algún desinfectante como sales de amonio para eliminar esporas de algún contaminante. El llenado de charolas consistió en agregar el sustrato previamente húmedo en cada orificio de las charolas cuidando que el sustrato quede de manera uniforme, las semillas se sembraron de 1 a 2 cm de profundidad ya que si se siembran de más se dificulta la germinación o puede deshidratarse antes de germinar si esta poco profunda. En este caso se utilizaron charolas de 200 cavidades ya que son las más recomendables para este tipo de material utilizado. La siembra se realizó de forma manual depositando una semilla por cavidad y después se tapó con el mismo sustrato, para finalizar se le dio un riego ligero a cada una de las charolas y posteriormente se cubrieron con plástico negro para proporcionarle temperatura y obtener una germinación más homogénea. El tiempo aproximado de germinación del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es de un tiempo de 2 meses para su trasplante al campo.

### **5.5 Diseño experimental**

El experimento se estableció bajo condiciones de invernadero utilizando un diseño completamente al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, para la toma de datos se utilizaron dos plantas por cada repetición.

Cuadro 3. distribución de los tratamientos en el lote experimental de Chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) periodo 2015.

Block 6	Block 5	Block 4	Block 3	Block 2	Block 1
6 plantas T4	12 plantas T3	17 plantas T1	6 plantas T6	9 plantas T4	7 plantas T5
7 plantas T6	17 plantas T1	5 plantas T6	11 plantas T3	5 plantas T6	15 plantas T2
17 plantas T1	6 plantas T6	14 plantas T2	8 plantas T4	14 plantas T2	9 plantas T4
6 plantas T5	9 plantas T4	2 plantas T5	14 plantas T2	11 plantas T3	18 plantas T1
10 plantas T3	14 plantas T2	3 plantas T3	17 plantas T1	6 plantas T5	6 plantas T3
15 plantas T2	7 plantas T5	8 plantas T4	7 plantas T5	17 plantas T1	6 plantas T6

Fuente: Elaborado con información propia. UABC-FINSQ, 2015

Cuadro 4. distribución de distancias de los tratamientos en el diseño experimental

<b>T1 20 cm</b>	<b>T4 40 cm</b>
<b>T2 25 cm</b>	<b>T5 50 cm</b>
<b>T3 30 cm</b>	<b>T6 55 cm</b>

361 Plantas en total

Fuente: Elaborado con información propia. UABC-FINSQ, 2015.

## 5.6 Metodología utilizada

### 5.6.1 Síntesis del manejo agronómico

Cuadro 5. Síntesis del manejo agronómico en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense*) durante el periodo 2015, evaluado bajo condiciones de invernadero.

Fecha de trasplante	Podas	Hilado/ Tutorado	Inicio de cosecha	Numero de cosecha	Fin de cosecha
27 de abril 2015	1° poda	1 Tutorado	01-Julio-2015	1	22-sep-2015
	2° poda	2 Tutorado		2	
	3° poda	3 Tutorado		3	
	4° poda	4 Tutorado		4	

Cuadro elaborado con información propia de la UABC FINSQ, 2015.

### 5.6.2 Registro de factores climáticos

La temperatura y humedad relativa fueron tomadas en grados centígrados y posteriormente en porcentajes. Se colocó un termómetro en el área del lote experimental y los datos obtenidos se fueron registrando todos los días desde la fecha de trasplante hasta la última cosecha con un horario de 12:00 a 14:00 horas del transcurso del día.

## 5.7 Manejo agronómico

### 5.7.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno es muy importante, se debe de cuidar que quede bien nivelado verificando que el terreno no presente desniveles pronunciados para evitar problemas de encharcamientos que pueda provocar problemas de hongos en el suelo. Para llevar a cabo el diseño del lote experimental fue necesario preparar el suelo el cual consistió en remover la capa arable y desmenuzar los terrones o residuos de la cosecha anterior que se encontraban ya que todos estos son factores que influirán en el crecimiento fisiológico de la planta, así como el desarrollo, aireación, disponibilidad de agua y nutrientes para dicho cultivo. Después se procedió a la incorporación de 15 sacos de composta y 3 sacos de yeso que se distribuyeron en todo el terreno obteniendo una mezcla heterogénea para después proceder con la formación de las camas o surcos. Las medidas del área experimental fueron de aproximadamente 228 metros cuadrados del área perimetral.



Figura 27. Preparación del terreno para el cultivo

Prosiguiendo se llevó a cabo la preparación de los surcos o camas utilizando palas como material de apoyo para tomar tierra con composta y yeso incorporada para dar forma a las camas. Al terminar las camas se colocó la cinta de riego sobre cada una de ellas con características de tipo auto compensable ya que esta nos proporciona un riego uniforme y mejor distribución en todo el cultivo. Se continuó con la actividad del acolchado plástico negro en cada una de las camas ya que este tiene ventajas como calentar la raíz y el control de malezas que compitan con el cultivo establecido. Para finalizar se colocaron las estacas marcadas para la distribución de los tratamientos y el testigo en el lote experimental, en cada uno de ellos mencionaba el número de tratamiento, así como su repetición.

### **5.7.2 Trasplante**

El trasplante se llevó a cabo el día 27 de abril del 2015 y las densidades de población fueron las siguientes 20, 25, 30, 40, 50 y 55 respectivamente. El momento más oportuno para realizar el trasplante del chile habanero es cuando las plantas han alcanzado una altura de 15 a 18 cm, esto generalmente ocurre entre los 55 a 70 días después de la siembra. En este caso el trasplante se realizó por la mañana ya que el clima se encuentra más fresco y la tierra tiene más humedad, de esta manera podemos evitar marchitamiento o estrés en las plantas y se tienen menos problemas de escasez por el material genético utilizado.



Figura 28 y 29. Plantas listas para trasplante

Antes de iniciar el trasplante se proporcionó un riego ligero a las charolas para evitar el rompimiento de las raíces al momento de extraerlas. Para realizar el trasplante se procedió a extraer planta por planta de las charolas colocando cada una de ellas en los espacios asignados verificando que en el surco haya la cantidad de tierra suficiente que apriete el tallo de la planta para evitar que se formen bolsas de aire que provoque fallas o muerte en las plantas. Otra práctica importante fue cuidar la profundidad a la que se colocaron las plantas, en este caso fue hasta el nivel del cuello de la planta y para finalizar se aplicó un riego pesado para sellado de las plantas. Se utilizaron 4 charolas de plantas con 200 cavidades cada una.



Figura 30. Momento del trasplante del cultivo

### **5.7.3 Monitoreo**

El monitoreo es parte fundamental en cualquier programa MIP, su objetivo es detectar oportunamente la llegada de las plagas, además de proporcionar información más específica, tales como densidad y estadios encontrados.

Se llevó a cabo durante toda la etapa del cultivo esto con la finalidad de prevenir y controlar enfermedades, principalmente durante la siembra y trasplante para descartar presencia de hongos o patógenos ya que en esta etapa la plantas se encuentra más pequeña y susceptible a los cambios climáticos que afectan considerablemente su desarrollo.

El monitoreo fue constante en la etapa de trasplante para saber si se tenía que realizar algún replante y también durante todo el ciclo del cultivo para la presencia de plagas y enfermedades. Esta actividad es la base para llevar a cabo las BPA.

### **5.7.4 Tutorado**

Es una práctica de gran importancia en el cultivo de hortalizas. Esta práctica se realiza aproximadamente después de los 45 días del trasplante. El objetivo es guiar y sostener a la planta ya que ayuda a evitar la incidencia de enfermedades, mejora la aireación, iluminación de flores y frutos y así mismo evita la insolación de estos.

Para llevar dicha actividad se utilizaron estacones y rafia, el Tutorado seleccionado fue el de espalderas que consiste en colocar rafias horizontalmente de acuerdo que la planta se pueda fijar de manera vertical.

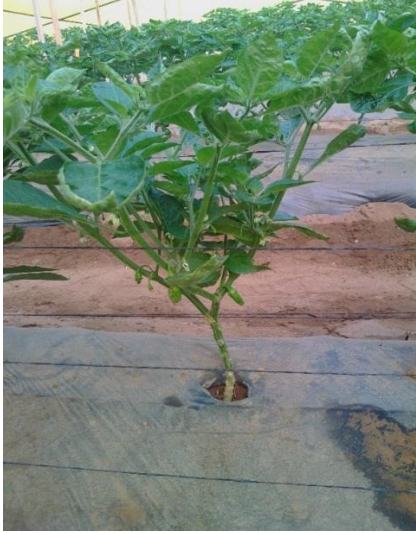


Figura 31 y 32. Tutoreo en el cultivo

### **5.7.5 Poda**

La poda de formación se hace para delimitar el número de tallos con los que se desarrollará la planta, se realiza aproximadamente después de los 15 a 20 días de plantación. Comprende labores generales de cultivo como:

- Eliminación de tallos
- Supresión de hojas amarillas
- Eliminación de frutos dañados o atrofiados
- Eliminación de chupones o tallos laterales si se presentan

Esta práctica se lleva a cabo para obtener una producción uniforme, aireación, mayor calidad, calibre del fruto y darle forma a la planta, dicha actividad se realiza conforme la planta va desarrollándose de acuerdo a sus necesidades.

### **5.7.6 Eliminación de hojas y brotes**

Esta actividad se realizó durante todo el ciclo del cultivo conforme la planta lo fue necesitando, se realizó eliminando las hojas viejas, hojas amarillas y hojas dañadas por enfermedad para dar una buena presentación al cultivo, proporcionar ventilación y luz para así mismo tomar medidas preventivas ya que al tener contacto las hojas con el suelo puede haber incidencia de hongos provocando enfermedades en el lote experimental.

### **5.7.7 Eliminación de malezas**

Durante todo el proceso de producción del cultivo, es importante evitar la presencia de malezas, debido a que provocan atrasos en el desarrollo del cultivo, ya que son bastantes agresivas en nutrientes, humedad, espacio y luz. Además, son hospederas de plagas y enfermedades que ponen en riesgo el cultivo.

### **5.7.8 Riego**

La cantidad de agua que consume un cultivo dentro de un invernadero depende de factores ambientales y del cultivo. Como principales factores ambientales están la radiación solar, temperatura y la humedad del aire. Otros de los factores importantes a tomar en cuenta son la estructura física de la planta ya que mientras más hojas tenga aumentará la superficie foliar por lo cual existirá un mayor consumo de agua y las pérdidas por transpiración serán mayores debido al número de estomas.

Los riegos se llevaron a cabo durante todo el ciclo del cultivo y conforme la planta lo fue demandando en sus diferentes etapas fenológicas de floración, fructificación y maduración para llevar a cabo un control en el estadio del cultivo.

Los riegos se realizaban durante un lapso de 15 minutos para después proporcionarle las fuentes de fertilizante y complementar su nutrición.

### **5.7.9 Fertilización**

Según Prado (2006), 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.

Para la nutrición del cultivo se realizó el programa de fertilización para obtener las fuentes de fertilizante a utilizar bajo un sistema de fertirriego durante el ciclo de producción en invernadero. Es una práctica que involucra una serie de cálculos y procedimientos para determinar cuánto y cuándo regar, o sea, el consumo de agua y el momento de aplicar los riegos. Los métodos de programación del riego se basan en la medición del contenido de agua del suelo o sustrato, del estado hídrico de la planta o de variables climáticas. La fertilización se lleva a cabo en el agua de riego mediante una solución nutritiva que contiene los elementos esenciales para el crecimiento de la planta.

La preparación de las mezclas de fertilizantes y tanques a llenar se llevó a cabo el día 3 de junio del 2015 posteriormente con los tanques A, B Y C y quedó distribuida de la siguiente manera.

**Formula nutritiva utilizada:**



Figura 33. 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

Cuadro 6. Fuentes de fertilización aplicadas al cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) durante el periodo 2015.

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

Cuadro elaborado con información propia de UABC-FINSQ, 2015

A partir del 5 de junio del 2015 se complementó el programa de fertilización y el riego se volvió más continuo en esta etapa fenológica por las demandas del cultivo.

Cuadro 7. Aplicación de productos de Agroquímicos

<b>Fecha</b>	<b>Producto</b>	<b>Ingrediente Activo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Plaga o enfermedad</b>
<b>29-04-15</b>	Previcur			Hongos del suelo
<b>19-05-15</b>	Agrimy	Estreptomicina Oxipretramicino y Oxicloruro de cobre	11 gr 500 gr /ha	Bacterias-hongos
<b>22-05-15</b>	Cupravit	Hidroxido de cobre	11 gr	Preventivo
<b>22-05-15</b>	Captan ultra	Fungicida Agrícola	22 gr	Preventivo
<b>29-05-15</b>	Hidroxido cúprico	Fungicida	22 gr	Preventivo
<b>02-06-15</b>	Spintor	Insecticida	10 ml en 10 ltrs H2O	Trips
<b>03-06-15</b>	Cobre	Sellado	11 gr en 10 ltrs H2O	Preventivo
<b>12-06-15</b>	Hidroxido cúprico	Fungicida	22 gr	Preventivo
<b>23-06-15</b>	Captan ultra	Fungicida agrícola	22 gr en 10 ltrs H2O	Preventivo
<b>23-06-15</b>	Spintor	Insecticida	10 ml en 10 ltrs H2O	Preventivo
<b>24-06-15</b>	Agrigent		17.1 grs en 10 ltrs H2O	Preventivo
<b>26-06-15</b>	Oxicob	Oxicloruro de cobre	21 gr en 15 ltrs H2O	Bactericida-fungicida
<b>01-07-15</b>	Spintor	Spinosad	20 ml en 20 ltrs H2O	Trips
<b>01-07-15</b>	Final bacter	Sulfato de gentamicina clorohidrato de oxitetraciclina	27 grs	Bactericida
<b>01-07-15</b>	Index-A	Sulfatante-penetrante		Adherente

<b>06-07-15</b>	Agrimy	Estreptomicina oxitetraciclina oxicloruro de cobre	22 grs	Bactericida y Fungicida
<b>10-07-15</b>	Final Bacter	Gentamicina oxitetraciclina	40 grs/ 20 lts	Bactericida
<b>10-07-15</b>	Cabrio C.		11.5 grs	Fungicida
<b>10-07-15</b>	Maxi grow		15 ml	Fungicida
<b>17-07-15</b>	Agrimy		22 grs	Bactericida y Fungicida
<b>18-07-15</b>	Spintor oxicob	Insecticida bactericida	1 ml/ lts 92 grs en 15 lts de H2O	Trips Bactericida
<b>23-07-15</b>	Final bacter	Gentamicina	40 gr en 20 lts de H2O	
<b>23-07-15</b>	Agrimy		22 grs en 20 lts de H2O	
<b>23-07-15</b>	Maxy grow		15 ml en 20 lts de H2O	Fungicida
<b>23-07-15</b>	Cabrio C		15 grs en 20 lts de H2O	Fungicida
<b>28-07-15</b>	Final Bacter Strepto 100 Biomycin	Bactericida	50 grs en 20 lts de H2O	
<b>29-07-15</b>	Metil tiofamato	Fungicida	50 grs en 20 lts de H2O	
<b>31-07-15</b>	Strepto 100 Biomycin	Foliar	50 grs	
<b>03-08-15</b>	Final Bacter Strepto 100 Biomycin	Bactericida	50 grs en 20 lts de H2O	
<b>05-08-15</b>	Metil tiofanato	Fungicida	50 grs en 20 lts de H2O	
<b>06-08-15</b>	Agrigent plus Biomycin Strepto 100	Bactericida	50 grs de 20 lts de H2O	

### **5.7.10 Cosecha**

La primera cosecha se llevó a cabo el día 16 de julio del 2015 a los 81 días después del trasplante y posteriormente se continuó con la cosecha número 10 concluyendo el día 22 de septiembre del mismo año con la última cosecha. Esta actividad se llevó a cabo cuando los frutos ya habían alcanzado la madurez suficiente y esto se realizó de forma visual obteniendo el color naranja característico del fruto como indicador para inicio de cosecha.

La cosecha consistió en cortar los frutos que ya estaban completamente maduros y después se prosiguió con la toma de datos de las variables evaluadas, las cuales fueron: Diámetro Polar y Ecuatorial (DP, DE), Peso Promedio del fruto en gramos, Numero de Frutos por Planta y Rendimiento en Toneladas por Hectárea.

Para la toma de datos se utilizaron dos plantas como muestra por repetición para cada tratamiento y así mismo cada tratamiento se conformó por cuatro repeticiones para que tuvieran significancia entre ellas.



Figura 34 y 35 Fruto de habanero cosechado y fruto en estado de maduración

### **5.8 Variables evaluadas**

Se evaluaron datos cuantitativos y fenológicos del cultivo los cuales quedaron distribuidos de la siguiente manera:

Cuantitativos: Diámetro Polar (DP), Diámetro Ecuatorial (DE), Numero de Frutos por Planta (NFPP), Peso Promedio del Fruto (PPF), Rendimiento en Toneladas por Hectárea (RNDTHA).

Fenológicas: Días a Primer Corte (DPC), Días a Ultimo Corte (DUC), Días a Cosecha (DC) y Numero de Cortes (NC).

Todas estas variables nos arrojan datos que representan la calidad y rendimiento del mismo cultivo



Figura 36 y 37. Cosecha y toma de datos del cultivo

### 5.8.1 Determinación de variables fenológicas y cuantitativas

Fenológicas: Para determinar el DPC se tomó en cuenta la fecha de trasplante hasta la primera cosecha y en este caso fue 80 días, para los DC se tomó en cuenta el dato de la primera en relación con la última cosecha para obtener una diferencia entre ambas con un total de 100 días. Para los DUC se realizó un conteo a partir del trasplante hasta la última cosecha que se concluyó con un total de 148 días en todo el ciclo del cultivo.

Cuantitativas: Para determinar el rendimiento del cultivo al finalizar la última cosecha se realizaron los cálculos pertinentes para obtener los resultados de cada uno de los tratamientos durante el transcurso del cultivo, en este caso el procedimiento se realizó de la siguiente manera al obtener la suma de los pesos de cada uno de los tratamientos. Se multiplico el rendimiento por planta por la densidad de población de cada uno de los tratamientos y se visualizó hacia una hectárea.

Cuadro 8. Densidad de población en los diferentes tratamientos en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) durante el periodo 2015 bajo invernadero.

<b>Tratamiento</b>	<b>Distancia entre plantas</b>	<b>Plantas por hectárea</b>
<b>T1</b>	20 cm	41,665
<b>T2</b>	25 cm	33,332
<b>T3</b>	30 cm	27,777
<b>T4</b>	40 cm	20,833
<b>T5</b>	50 cm	16,666
<b>, T6</b>	55 cm	15,151

T1 Tratamiento 1, T2 Tratamiento 2, T3 Tratamiento 3, T4 Tratamiento 4, T5 Tratamiento 5, T6 Tratamiento 6.

Cuadro elaborado con información propia de la UABC, FINSQ, 2015.

### 5.8.2 Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron mediante el paquete estadístico Statistix 8 y el modelo correspondiente de un diseño completamente fue el siguiente (Steel y Torrie, 1980)

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \xi_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta en la j-esima repetición del i-esimo tratamiento

$i = 1, 2, 3, \dots, 6$  Densidades de población

$j = 1, 2, 3, \dots, 4$  Repeticiones

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto del i-esimo tratamiento

$\xi_{ij}$  = Error aleatorio

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 9 se muestra 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 densidades de población influyen en el rendimiento, siendo las mejores los tratamientos 1, 2 y 3 en los cuales se presentaron 61, 62 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 correspondiente 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 9. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense*) bajo condiciones de invernadero, evaluado durante el periodo 2013 en San Quintín, B.C.

FV	GL	RNDTHA	PPF	NFPP	DPF	DEF	DPC	DUC	DC
REP	3	19.63	0.46	603.72	0.03	0.03	6.77	5.50	3.97
TRAT	5	763.07 **	0.5 <sup>NS</sup>	3526.57 <sup>NS</sup>	0.03 <sup>NS</sup>	0.03 <sup>NS</sup>	4.08 <sup>NS</sup>	2.47 <sup>NS</sup>	1.65 <sup>NS</sup>
ERROR	15	54.94	0.28	2186.52	0.14	0.01	8.92	6.45	5.84
MEDIA		49.57	8.83	225.92	4.67	3.14	81.00	145.00	65.00
CV		14.95	6.06	20.7	8.17	4.45			

FV (Fuentes de variación), GL (Grados de Libertad), SC (Suma de Cuadrados), CV (Coeficiente de Variación), RNDTHA (Rendimiento en Toneladas por Hectárea), PPF (Peso Promedio del Fruto), NFPP (Numero de Frutos por Planta), DEF (Diámetro Polar de Fruto), DEF (Diámetro Ecuatorial de Fruto), DPC (Días a Primer Corte), DUC (Días a Ultimo Corte), DC (Días en Cosecha), \*\* (Nivel de significancia 0.01), \* (Nivel de significancia 0.05).

En el cuadro 10 se presenta el análisis de varianza completo en la variable de rendimiento, las diferencias entre los tratamientos son altamente significativas, siendo el tratamiento uno el que obtuvo los valores más altos con un rendimiento de 62 toneladas por hectárea seguido del tratamiento dos con 61 toneladas por hectárea, el tratamiento tres, cuatro, cinco y seis con 60, 43, 38 y 30 respectivamente, en base a estos resultados se observa que las densidades de población afectan de manera considerable al rendimiento, mientras mayor sea la densidad de las plantas por hectárea, mayor será el rendimiento. Mientras menos plantas se tengan por hectárea el rendimiento será menor. En la figura 38 se muestran los resultados gráficos de las medias de cada tratamiento correspondiente a esta variable.

Cuadro 10. Análisis de varianza para rendimiento en base a diferentes densidades de población en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense*) bajo condiciones de invernadero. Septiembre 2015.

FV	GL	SC	CM	F	P	
TRAT		5	3815.39	**763.07	13.89	0.00
ERROR		15	824.24	54.94		
TOTAL		20	4698.53			
MEDIA		49.57				
CV		14.95				

FV (Fuentes de Variación), GL (Grados de Libertad), SC (Suma de Cuadrados), CM (Cuadrados Medios), F (F Calculada), P (Probabilidad), CV (Coeficiente de Variación).

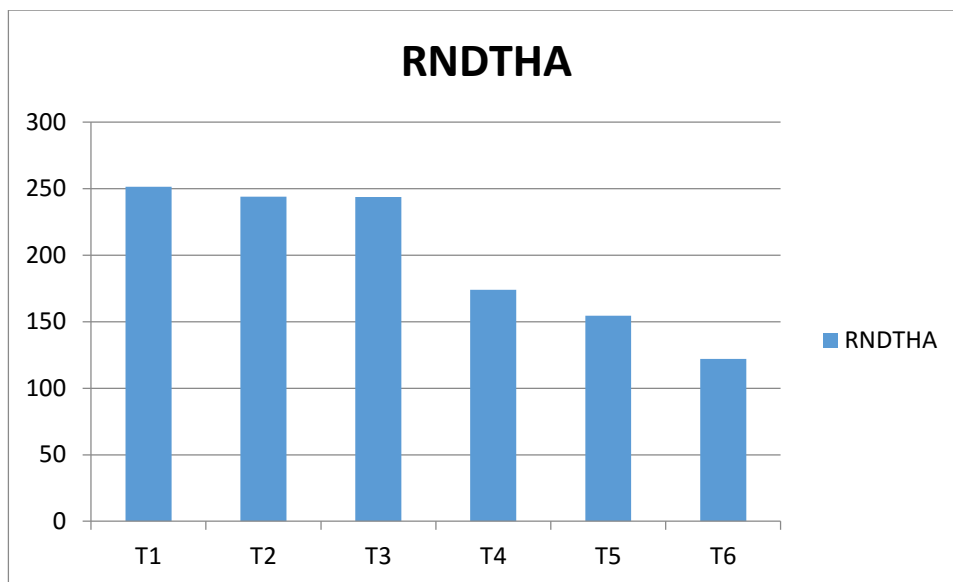


Figura 38. Comportamiento de los tratamientos en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en cuanto a rendimiento. San Quintín B.C. 2015.

En el cuadro 11 para peso promedio de fruto no se presentan diferencias significativas estadísticamente para cada uno de los tratamientos, lo cual indica que la distancia entre plantas no afecta el peso del fruto cosechado. Obteniendo una media de 8.83 gramos por fruto. En la figura 39 se muestran los resultados gráficos de las medias de cada tratamiento correspondiente a esta variable

Cuadro 11. Análisis de varianza para Peso Promedio de Fruto en base a diferentes densidades de población en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo condiciones de invernadero. Septiembre del 2015.

FV	GL	SC	CM	F	P	
TRAT		5	2.51	*0.50	1.76	0.18
ERROR		15	4.30	0.28		
TOTAL		20	8.20			
MEDIA		8.83				
CV		6.06				

FV (Fuentes de Variación), GL (Grados de libertad), SC (Suma de Cuadrados), CM (Cuadrados Medio), F (F Calculada), P (Probabilidad), CV (Coeficiente de Variación).

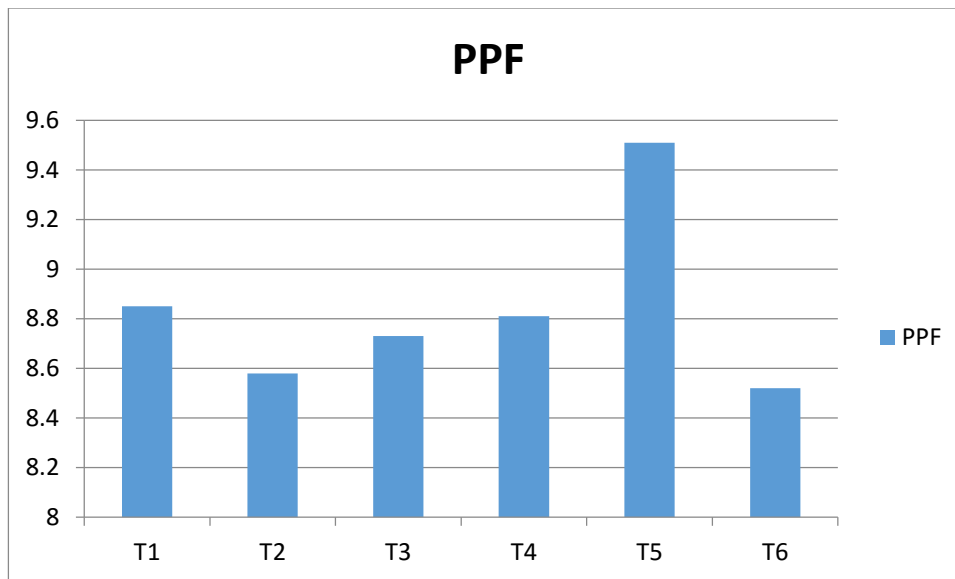


Figura 39. Comportamiento de los tratamientos en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en cuanto al peso promedio de frutos. San Quintín B.C. 2015.

En el cuadro 12 el análisis de varianza mostro resultados significativos estadísticamente, para esta variable de numero de frutos por planta la relación es inversa comparándola con la de rendimiento; a mayor densidad de plantas menor es el número de frutos por planta y a menor densidad, mayor es el número de frutos por planta. Esto se explica debido a la competencia entre plantas por factores agroclimáticos, nutrimental y su desarrollo. En la figura 41 se muestran las medias de cada uno de los tratamientos para esta variable y se observa que el tratamiento cinco, el cual tiene menor densidad de población obtuvo un rendimiento de 235.25 frutos por planta, mientras que el tratamiento uno con mayor densidad de población se obtuvieron solamente 171 frutos por planta durante todas las cosechas. En la figura 40 se muestran

los resultados gráficos de las medias de cada tratamiento correspondiente a esta variable.

Cuadro 12. Análisis de varianza para Numero de Frutos Por Planta en base a diferentes densidades de población en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense*) bajo condiciones de invernadero. Septiembre 2015.

FV	GL	SC	CM	F	P	
TRAT		5	17632.8	*3526.57	1.61	0.2167
ERROR		15	32797.8	2186.52		
TOTAL		20	52241.8			
MEDIA		225.92				
CV		20.7				

FV (Fuentes de Variación), GL (Grados de Libertad), SC (Suma de cuadrados), CM (Cuadrado Medio), F (F Calculada), P (Probabilidad), CV (Coeficiente de Variación).

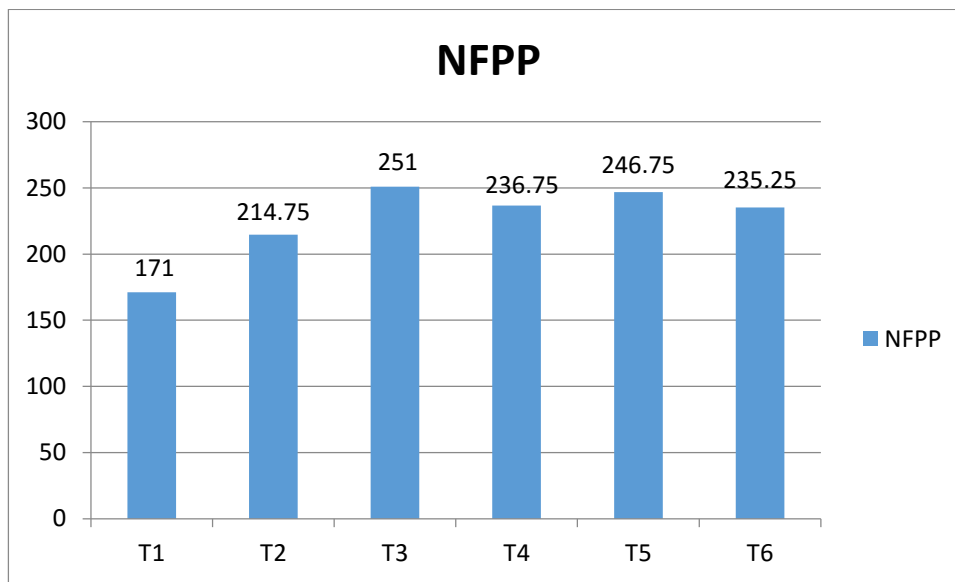


Figura 40. Comportamiento de los tratamientos en chile habanero (*Capsicum chinense*) en base a número de frutos por planta. San Quintín B.C. 2015.

En los cuadros 13 y 14 el análisis de varianza presenta resultados variables de diámetro polar y ecuatorial por fruto de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) y en ambos casos no se encuentran diferencias significativas para las dos variables evaluadas, lo cual indica que estadísticamente el diámetro polar y ecuatorial varía en los tratamientos evaluados. En las figuras 41 y 42 se observan las medias de cada tratamiento para estas variables.

Cuadro 13. Análisis de varianza para Diámetro Polar del Fruto en base a diferentes densidades de población en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo condiciones de invernadero. Septiembre del 2015.

FV	GL	SC	CM	F	P
TRAT		5	0.33	<sup>ns</sup> 0.06	0.46
ERROR		15	2.19	0.14	
TOTAL		20	2.64		
MEDIA		4.67			
CV		8.17			

FV (Fuentes de Variación), GL (Grados de Libertad), SC (Suma de Cuadrados), CM (Cuadrado Medio), F (F Calculada), P (Probabilidad), CV (Coeficiente de Variación).

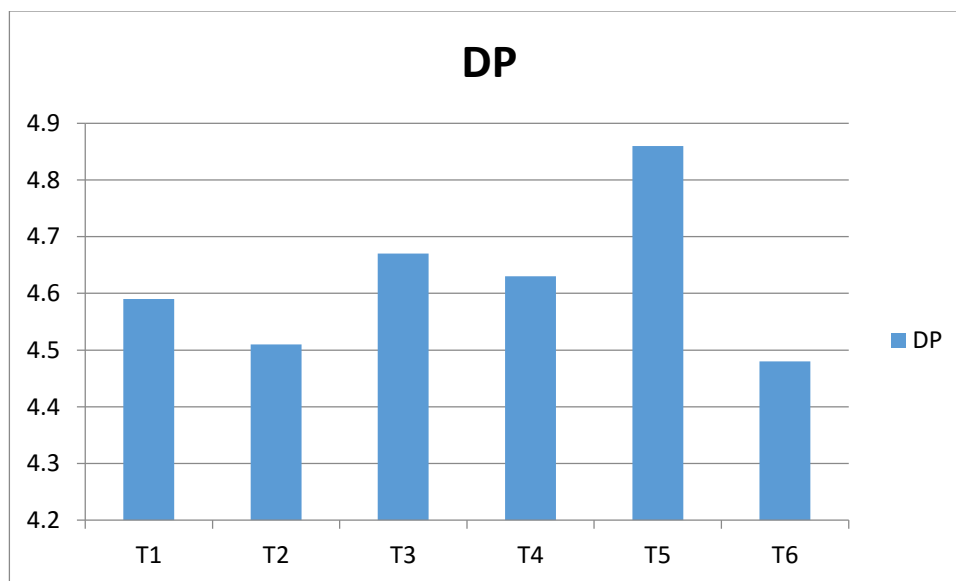


Figura 41. Media de los tratamientos evaluados en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) para diámetro polar del fruto. San Quintín B.C.2015.

Cuadro 14. Análisis de varianza para Diámetro Ecuatorial del Fruto en base a diferentes densidades de población en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo condiciones de invernadero. Septiembre del 2015.

FV	GL	SC	CM	F	P
TRAT		5	0.17	<sup>ns</sup> 0.03	1.77
ERROR		15	0.29	0.01	
TOTAL		20	0.57		
MEDIA		3.14			
CV		4.45			

FV (Fuentes de Variación), GL (Grados de Libertad), SC (Suma de Cuadrados), CM (Cuadrado Medio), F (F Calculada), P (Probabilidad), CV (Coeficiente de Variación).

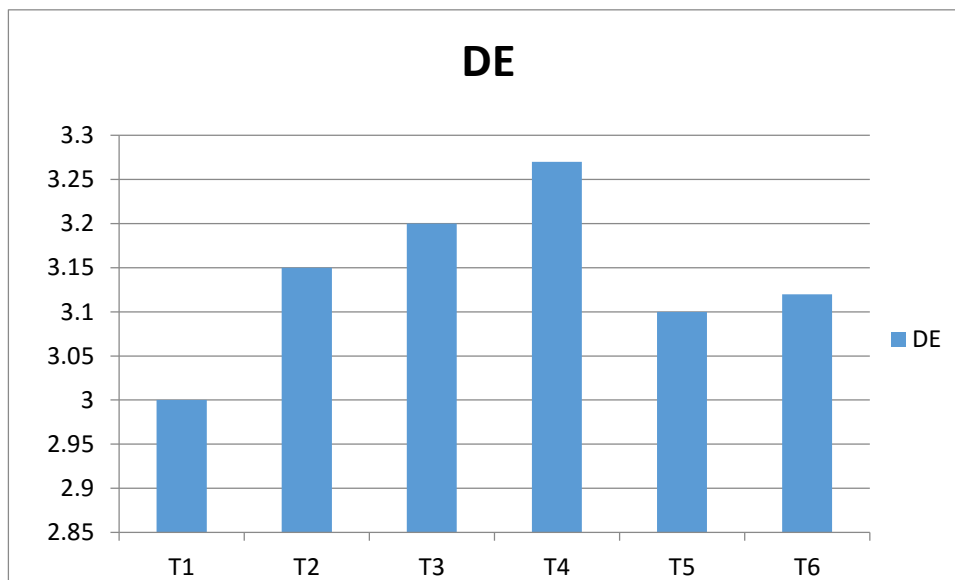


Figura 42. Medias de los tratamientos evaluados en chile habanero (*Capsicum chinense*) para diámetro ecuatorial del fruto. San Quintín B.C. 2015.

## VII. CONCLUSIONES

### 7.1 Conclusión de acuerdo a los objetivos planteados

- ✓ El uso de diferentes densidades de población refleja un notable cambio en el cultivar de chile habanero, pero la densidad del cultivo se ve directamente afectada, es decir, si se disminuye la densidad de población es menor el rendimiento, mientras tanto cuando la densidad de plantación es menor aumenta la calidad del fruto.
  
- ✓ El cultivo mostro adaptabilidad a las condiciones edafoclimaticas en el cual se estableció el diseño experimental, se vio reflejado el rendimiento en la fenología del cultivar, ya que la primera cosecha fue a los 87 días después del trasplante, teniendo una diferencia con el estado de Yucatán con 5 días de diferencia.

### 7.2 Aprobación de la hipótesis planteada

En base a los resultados obtenidos se aprueba la hipótesis nula planteada al inicio del proyecto, ya que mediante la utilización de diferentes densidades de población en base a los tratamientos se incrementó el rendimiento en el cultivar de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo condiciones de invernadero en el estado de Baja California.

## IX. ANEXOS

### 9.1 Glosario

**Capsaicina:** La capsaicina es una molécula química o componente activo de los pimientos picantes (*Capsicum*), que puede ser utilizado en la cocina.

**CE:** Es la capacidad de los cuerpos que permiten el paso de la corriente a través de sí mismos. La conductividad depende de la estructura atómica y molecular del material.

**Freático:** Corresponde al nivel superior de una capa freática o de un acuífero, a este nivel la presión de agua del acuífero es igual a la presión atmosférica

**Flavonoides:** Son pigmentos naturales con un poder antioxidante presentes en los vegetales que protegen al organismo de los daños producidos por sustancias o elementos oxidantes como los rayos ultravioleta.

**Beta caroteno:** Es un tipo de pigmento presente en las plantas, es lo que otorga a la fruta, verduras amarillas y naranjas su color intenso. El nombre beta caroteno deriva de la palabra ‘zanahoria’ en latín.

**Pedúnculo:** Ramita o rabillo que sostiene una inflorescencia o un fruto tras su fecundación. Posee la estructura de un tallo y es responsable de la sustentación y conducción de savia a las flores.

**pH:** Indica la concentración de iones hidrógeno  $[H]^+$  presentes en determinadas disoluciones, es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución

**Pungencia:** Sensación de picor, ardor e incluso irritación, atributo de los frutos de la especie *Capsicum* resultante de algo que causa dolor o aflicción, o que es muy intenso o agudo.

## 9.2 Complemento Graficas

Cuadro 15. Datos de temperatura y humedad relativa dentro del invernadero, tomadas durante el ciclo de producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en el periodo de abril-junio 2015. San Quintín, B.C.

FECHA	TEMP (°C /°F)	HR (%)	FECHA	TEMP(° C/ °F)	HR (%)
27-abr	32	24	26-may	27.3	27
28-abr	30	28	27-may	26.3	20
29-abr	37.2	16	28-may	30.62	22
30-abr	37.5	20	29-may	29.4	24
01-may	30.4	23	30-may	27.4	31
02-may	34.4	18	31-may	32.6	20
03-may	24.5	40	01-jun	31.5	21
04-may	25	34	02-jun	32	29
05-may	32.9	18	03-jun	33	25
06-may	32.5	17	04-jun	29.3	21
07-may	33	17	05-jun	28	25
08-may			06-jun	29	23
09-may	32.3	19.1	07-jun	30	20
10-may			08-jun	22.5	50
11-may	29	21	09-jun	33.8	27
12-may	30.8	22	10-jun	31	25
13-may	31	18	11-jun	29	24
14-may	32.7	15	12-jun	36	30
15-may	28.6	31	13-jun	29	34
16-may	30.6	20	14-jun	31	31
17-may	29	27	15-jun	30	28
18-may	32	18	16-jun	31	23
19-may	31	20	17-jun	33	24
20-may	26.7	24	18-jun	30	22
21-may	30.4	18	19-jun	34	23
22-may	29.1	20	20-jun	33	20
23-may	28.1	22	21-jun	38	25
24-may	28.5	20	22-jun	34	27
25-may	28.7	23	23-jun	32	27

Cuadro 16. Datos de temperatura y humedad relativa dentro del invernadero, tomadas durante el ciclo de producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en el periodo de julio-septiembre 2015. San Quintín, B.C.

FECHA	TEMP(°C / °F)	HR (%)	FECHA	TEMP (°C/°F)	HR (%)
24-junio	33.7	22	03-agosto	35	27
25-junio	31.3	29	04-agosto	36	28
26-junio	32	29	05-agosto	35	27
27-junio	31.7	29	06-agosto	35	24
28-junio	31.7	29	07-agosto	34	23
29-junio	31.4	30	08-agosto	30	29
30-junio	24.7	52	09-agosto	33	24
01-julio	34.6	24	10-agosto	31	27
02-julio	32.3	28	11-agosto	34	23
03-julio	32.6	28	12-agosto	36	29
04-julio	32	29	13-agosto	33	25
05-julio	28	39	14-agosto	35	20
06-julio	31	28	15-agosto	37	23
07-julio	30.7	28	16-agosto	36	29
08-julio	32	23	17-agosto	38	21
09-julio	33	19	18-agosto	36	22
10-julio	34	19	19-agosto	35	19
11-julio	32	18	20-agosto	37	18
12-julio	34	19	21-agosto	34	26
13-julio	34	25	22-agosto	33	29
14-julio	30.7	29	23-agosto	36	29
15-julio	30.6	21	24-agosto	31	18
16-julio	32.4	24	25-agosto	30	23
17-julio	35.3	23	26-agosto	30°c	29
18-julio	39.6	16	27-agosto	31°c	23
19-julio	40.9	20	28-agosto	34°c	22
20-julio	34.1	28	29-agosto	35°c	23
21-julio	33	28	30-agosto	36°c	29
22-julio	34.8	25	31-agosto	37°c	22%

23-julio	36	23	1-sept	38°C	21%
24-julio	35	27	2-sept	39°C	20%
25-julio	36	28	3-sept	36°C	20%
26-julio	34	25	4-sept	39°C	18%
27-julio	31	31	5-sept	37°C	23%
28-julio	32	29	6-sept	31°C	29%
29-julio	35	25	7-sept	36°C	23%
30-julio	36	27	8-sept	38°C	29%
31-julio	34	25	9-sept	39°C	21%
01-agosto	35	27	10-sept	38°C	23%
02-agosto	34	27	11-sept	36°C	25%



### 9.3 Fotos desarrollo del cultivo



Trasplante del cultivo



Manejo Agronómico



Revisión del cultivo



Primera cosecha



Primera cosecha



Cosechas



Fertilizantes para el llenado de tanque

## VIII. LITERATURA CITADA

### 8.1 Bibliografía

- ASERCA. 2006. Reporte diario de precios de chiles secos en 12 Centrales de Abasto. <http://www.infoaserca.gob.mxhortalizasnacionalsublistahortalizasnacional.html>.
- 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. Publicado en Terra Latinoamericana 28: 35-41
- Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación, Agua, Suelo, Planta y Atmosfera. Gómez Palacio, Dgo., diciembre 2014. Folleto Técnico Num.34.
- 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.
- Chan Chunab, Nelly; Sauri Duch, Enrique; Olivera Castillo, Leticia; Rivas Burgos, José I. Evaluación de la calidad en la industrialización del chile habanero (*Capsicum chinense*). Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 12, núm. 2, 2011, pp. 222-226 Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C. Hermosillo, México.
- Equipo de Consultoría en Agricultura Orgánica (ECAO). (2003). *Manual de producción del chile habanero orgánico*. Guatemala. ISBN: 978-607-37-0298-0
- Laborde C., J.A. y Pozo C., O. (Comp.) 1982. Presente y pasado del chile en México. INIA-SARH. México, D.F. 80 P.

- Lugo-Jiménez, Norma; Carballo-Bautista, Miguel; Sauri-Duch, Enrique; Centurión-Yah, Alma; Tamayo Canul, Elsy EFECTO DEL SISTEMA DE CULTIVO SOBRE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) DESPUÉS DE SU COSECHA Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 11, núm. 2, diciembre, 2010, pp. 171-179 Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C. Hermosillo, México.
- Medina E.,J.J, 1984.Guia para producir chile habanero en la zona henequenera. SARH-INIA-CIAPY-CEZOHE. Folleto para productores No. 10. Mococho, Yuc. 14 p.
- Méndez Trujillo, v., González Mendoza, F.A Gutiérrez Miceli. 2005. Contenido de carotenoides y color extractable de nuevos cultivares en chile pimiento. Revista Chapingo. Serie horticultura 11(2):215-218.
- 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:
- 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.
- Nieves-González F, Alejo-Santiago G, Luna-Esquivel G. Técnicas sustentables para el manejo de la producción del chile habanero. Revista Bio Ciencias. 2013; 2(3) 98-101.
- Prado U., G. 2006. Tecnología de producción comercial del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq). Instituto para el Desarrollo de sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, 43 p.
- Ruiz B. R. 2009. Potencial productivo y limitante para la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) en la zona centro del Estado de Veracruz. Tesis

Doctoral, Campus Veracruz. Colegio de Postgraduados, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. 130 p.

Salazar L. y Silva, C. 2004. "Efectos farmacológicos de la capsaicina, el principio pungente del chile". *Biología Scripta*. 1(1): pp. 7-14.

SIAP-SAGARPA. 2004. Servicio de Información Agrolimentaria y Pesquera- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca.

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.

Tamayo Manrique, José; Martínez y Ojeda, Enrique; Monforte Méndez, Gustavo; Munguía Gil, Alfonso; Ruiz Martínez, Alfredo. LA AGROECOLOGIA COMO PROPUESTA DE MODELO DE PRODUCCIÓN APLICADO AL CULTIVO DE CHILE HABANERO EN PETO, YUCATÁN Revista Mexicana de Agronegocios, vol. XVIII, núm. 35, julio-diciembre, 2014, pp. 969-978 Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria A.C. Torreón, México.

Tomás G. E., Gutiérrez P. L. y Contreras F. M. 2006. El chile habanero.

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.

## 8.2 Citas electrónicas

1. [snics.sagarpa.gob.mx/dov/Documents/GUIAS/Chile%20habanero.pdf](http://snics.sagarpa.gob.mx/dov/Documents/GUIAS/Chile%20habanero.pdf)
2. [biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/.../CIRSE\\_010208311400054527ok.pdf?...](http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/.../CIRSE_010208311400054527ok.pdf?...)
3. [biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/.../4294/010208218900071269\\_RASPA.pdf?..](http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/.../4294/010208218900071269_RASPA.pdf?..)
4. [siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/23/.../anexo\\_2339-5-2013-08-1.pdf](http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/23/.../anexo_2339-5-2013-08-1.pdf)
5. [cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32274/1/varamorenojuliocesar..pdf](http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32274/1/varamorenojuliocesar..pdf)
6. [www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/.../manual\\_de\\_chile\\_habanero.pd...](http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/.../manual_de_chile_habanero.pd...)
7. [www.fps.org.mx/divulgacion/attachments/article/.../RP%20Habanero2012%20OK.pdf](http://www.fps.org.mx/divulgacion/attachments/article/.../RP%20Habanero2012%20OK.pdf)
8. [biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/04-03/biociencias4-3-2.pdf](http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/04-03/biociencias4-3-2.pdf)
9. [ri.uaq.mx/bitstream/123456789/2151/1/RI001653.pdf](http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/2151/1/RI001653.pdf)
10. [www.cicy.mx/Documentos/CICY/Eventos/Mesa\\_Redonda/08\\_Ponencia\\_Perez.pdf](http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Eventos/Mesa_Redonda/08_Ponencia_Perez.pdf)
11. [vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Pepper\\_Spanish.pdf](http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Pepper_Spanish.pdf)
12. [www.chapingo.mx/revistas/phpscript/download.php?file=completo&id...](http://www.chapingo.mx/revistas/phpscript/download.php?file=completo&id...)

13. [www.oeidrus-nl.gob.mx/oeidrus/hortalizas/manualchiles.pdf](http://www.oeidrus-nl.gob.mx/oeidrus/hortalizas/manualchiles.pdf)
14. [www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/.../Manejo%20integrado%20de%20plagas.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/.../Manejo%20integrado%20de%20plagas.pdf)
15. [www.agronuevoleon.gob.mx/oeidrus/hortalizas/4fertilizacion.pdf](http://www.agronuevoleon.gob.mx/oeidrus/hortalizas/4fertilizacion.pdf)
16. [www.veterinaria.uady.mx/publicaciones/journal/2008-1/196-habanero.pdf](http://www.veterinaria.uady.mx/publicaciones/journal/2008-1/196-habanero.pdf)
17. [biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/03-02/biociencias3-2-3.pdf](http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/03-02/biociencias3-2-3.pdf)
18. [www.chapingo.mx/revistas/phpscript/download.php?file=completo&id...](http://www.chapingo.mx/revistas/phpscript/download.php?file=completo&id...)
19. [biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/04-03/biociencias4-3-2.pdf](http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/04-03/biociencias4-3-2.pdf)
20. [www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos\\_11/folleto\\_chile\\_11.pdf](http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos_11/folleto_chile_11.pdf)
21. [www.redalyc.org/pdf/141/14131676006.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/141/14131676006.pdf)
22. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1296/EVALUACION%20DE%206%20SUSTRATOS%20DIFERENTES%20EN%20EL%20CULTIVAR%20DE%20CHILE%20HABANERO%20%28Capsicum%20chinense%29%20VAR.%20UXMAL%2c%20BAJO%20CONDICIONES%20DE%20INVERNADERO.pdf?sequence=1>