

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE**



**DENSIDADES DE POBLACIÓN, SOLUCIONES NUTRIMENTALES EN CHILE  
HABANERO (*Capsicum chinense Jacq.*) CULTIVADO EN INVERNADERO**

**POR:**

**RAFAEL MARIN ZACARIAS**

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

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**SEPTIEMBRE DE 2010**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DENSIDADES DE POBLACION, SOLUCIONES NUTRIMENTALES EN CHILE  
HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) CULTIVADO EN INVERNADERO

POR:

RAFAEL MARIN ZACARIAS

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN  
APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL



INTERNO

M.C. ABEL ROMAN LOPEZ

ASESOR PRINCIPAL



EXTERNO

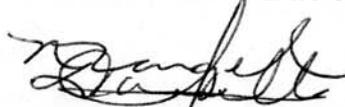
P.h.D. Ma. MAGDALENA VILLA CASTORENA

ASESOR

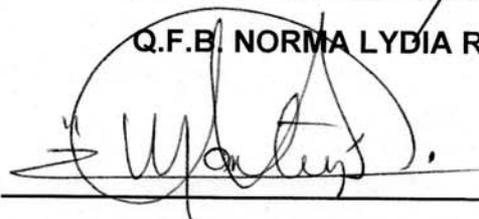


P.h.D. ERNESTO A. CATALAN VALENCIA

ASESOR



Q.F.B. NORMA LYDIA RANGEL CARRILLO



M.E. VICTOR MARTINEZ CUETO



COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas  
SEPTIEMBRE DEL 2010

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**DENSIDADES DE POBLACION, SOLUCIONES NUTRIMENTALES EN CHILE  
HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.) CULTIVADO EN INVERNADERO**

**POR:**

**RAFAEL MARIN ZACARIAS**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

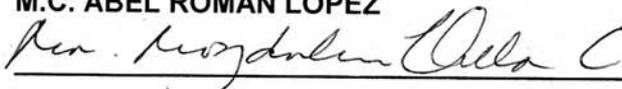
**APROBADA POR:**

**PRESIDENTE**



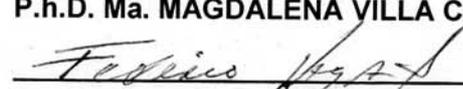
**M.C. ABEL ROMAN LOPEZ**

**VOCAL**



**P.h.D. Ma. MAGDALENA VILLA CASTORENA**

**VOCAL**



**M.C. FEDERICO VEGA SOTELO**

**VOCAL SUPLENTE**



**M.C. BRAULIO DUARTE MORENO**



**M.E. VICTOR MARTINEZ CUETO**



**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**SEPTIEMBRE DEL 2010**

## **AGRADECIMIENTO ESPECIAL**

El presente trabajo de investigación se realizó en su totalidad en las instalaciones del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en Gómez Palacio, Durango bajo la dirección y asesoría de la Ph.D. Ma. Magdalena Villa Castorena.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mi alma mater** Por verme acogido en sus instalaciones para que fuera aquí donde pudiera realizar mis estudios

**Al Ph.D. María Magdalena Villa Castorena** por su asesoría en este trabajo ya que gracias a ella hoy se puede concluir satisfactoriamente este proyecto.

**AL MC. Abel Román López** por su amistad, enseñanzas y tiempo dedicado para el desarrollo de este trabajo.

**Ph.D. Ernesto A. Catalán Valencia** por su valiosa contribución para que pudiera encaminar de la mejor manera este proyecto.

**Q.F.B. Norma Lydia Rangel Carrillo** por su amistad y tiempo brindado para llevar a cabo este proyecto.

### **A mis maestros**

A todos y cada uno de los que contribuyeron en mi formación profesional, por compartir sus conocimientos conmigo y experiencias gracias a todos ustedes hoy puedo concluir esta etapa siempre con la inquietud de seguirme preparando.

### **A mi hermana**

**María de la salud** por su apoyo incondicional, consejos y sacrificios para que mis hermanos y yo pudiéramos continuar con nuestros estudios, gracias por todo eres un ejemplo a seguir.

### **A mis compañeros de generación**

**Mario, Liliana, Diego, Gilberto, Gebroham, Jetzahel, Osbaldo, Marciano y Ramiro** por brindarme su amistad y su valiosa compañía gracias a todos ustedes hoy podemos ver realizado nuestro sueño de ser Ingenieros.

## **DEDICATORIAS**

### **A mi Dios**

Por haberme permitido vivir y llegar concluir esta etapa importante en mi vida, dándome fuerza cuando la necesitaba para continuar en esta travesía.

### **A mis padres**

**Teofilo Marín Samáno †**

**Cecilia Zacarías Nava**

Por todos los sacrificios que tuvieron que hacer para que yo pudiera recibir la educación y el día de hoy pueda obtener mi título profesional. No tengo como agradecerles todo lo que me dieron, solo puedo decirles que sus desvelos rindieron frutos gracias son la mejor familia que pudo haberme tocado.

### **A mis hermanos.**

**Guadalupe, María de la Salud, María Isabel, Pedro, Miguel, Ricardo, Luís, Carlos, Daniel e Hiliana Cecilia.** Por todo el apoyo brindado para que siguiera adelante en los momentos difíciles, gracias a todos por sus consejos.

### **A mi novia.**

Lili por todo el tiempo brindado, su apoyo incondicional y paciencia para que este proyecto se pudiera realizar, gracias mi amor no tengo palabras para agradecerte.

### **A mis tíos.**

Ricardo, Josefina, Guadalupe y Antonia, gracias por todos sus consejos. Ya que fueron ustedes quienes formaron parte importante para inculcarnos los valores que es el mejor regalo, gracia a eso he podido llegar hasta esta instancia.

## INDICE DE CONTENIDO

	<b>Paginas</b>
<b>AGRADECIMIENTO ESPECIAL .....</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIAS.....</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>ix</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II Objetivos.....</b>	<b>3</b>
<b>III Hipótesis .....</b>	<b>3</b>
<b>IV Metas.....</b>	<b>3</b>
<b>V. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
5.1 Origen del chile habanero .....	4
5.2 Características generales del chile habanero .....	5
5.2.1 Taxonomía.....	5
5.2.2 Anatomía y morfología.....	6
5.3 Producción Internacional y Nacional del chile habanero.....	8
5.3.1 Principales Países Productores.....	8
5.3.2 Producción Nacional.....	8
5.4 Uso del chile habanero .....	9
5.4.1 Industria Alimenticia.....	10
5.4.2 Industria Farmacéutica .....	10
5.5 Propiedades nutricionales del chile habanero.....	11

5.6 Cultivo de chile habanero.....	12
5.6.1 Requerimientos agroclimáticos.....	12
5.6.2 Requerimientos edáficos.....	14
5.6.3 Época de siembra.....	15
5.6.4 Transplante.....	16
5.6.4.1 Formas de transplante.....	16
5.6.5 Densidad de Población.....	16
5.6.6 Cosecha.....	17
5.7 Riegos.....	18
5.7.1 Riego por goteo.....	19
5.7.2 Riegos al chile habanero.....	19
5.7.3 Fertirrigación.....	20
5.7.4 Efecto de fertilización y riegos en la producción de chile habanero.....	21
5.8 Plagas y enfermedades del chile habanero.....	22
5.9 Cultivo de chile habanero en invernadero.....	25
<b>VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
6.1 Localización geográfica del sitio experimental.....	25
6.2 Factores de estudio.....	26
6.3 Diseño experimental.....	28
6.4 Manejo del cultivo.....	28
6.4.1 Siembra y transplante.....	28
6.4.2 Riegos.....	30
6.4.3 Entutorado.....	31
6.4.4 Deshojado.....	31
6.4.5 Aplicación de pesticidas.....	31

6.4.6 Cosecha.....	31
6.5 Variables de respuesta y análisis de datos .....	31
<b>VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
7.1 Altura de planta.....	33
7.2 Índice de área foliar.....	33
7.3 Peso seco total.....	38
7.4 Rendimiento de fruto fresco .....	41
7.5 Calidad de fruto.....	42
<b>VIII CONCLUSIONES.....</b>	<b>44</b>
<b>IX. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>45</b>

## ÍNDICE DE CUADROS.

	<b>Paginas</b>
<b>Cuadro 1.</b> Superficie cultivada, producción, rendimiento y valor de la producción de chile habanero por estados (SAGARPA, 2005) .....	9
<b>Cuadro 2.</b> Valor nutritivo del chile habanero (Zubiran, 1992). .....	11
<b>Cuadro 3.</b> Clasificación del chile habanero en cuanto a calidad (Laborde, 1982) .....	18
<b>Cuadro 4.</b> Soluciones nutrimentales estudiadas.....	27
<b>Cuadro 5.</b> Análisis químico del agua de riego. CENID-RASPA INIFAP 2009. ....	27
<b>Cuadro 6.</b> Índice de área foliar a los 45 días después del transplante .....	34
<b>Cuadro 7.</b> Medias del IAF a los 88 días después del transplante .....	36
<b>Cuadro 8.</b> Medias del peso seco total por planta a los 88 días después del transplante.....	39
<b>Cuadro 9.</b> Rendimiento de fruto fresco .....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS.

	<b>Paginas</b>
<b>Figura 1.</b> Distribución de los tratamientos del experimento de chile habanero en invernadero. ....	29
<b>Figura 2.</b> Siembra en charolas de poliestireno de 200 cavidades. ....	30
<b>Figura 3.</b> Sistema de riego por goteo, con dos hileras de cintilla. ....	30
<b>Figura 4.</b> Índice de área foliar a través del tiempo, las barras indican $\pm$ el error estándar.....	37
<b>Figura 5.</b> Dinámica de producción de peso seco total por planta, las barras indican $\pm$ el error estándar.....	40
<b>Figura 6.</b> Efecto de la solución nutrimental y densidad de población en el peso fresco de fruto. Barras con la misma letra indican no diferencia estadística (Duncan, $P = 0.05$ ) entre combinación de factores estudiados. ....	43

## RESUMEN

La producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) dentro invernadero es una oportunidad de aumentar los rendimientos y optimizar el agua utilizada en el riego de dicho cultivo. Es un cultivo atractivo que demanda el mercado nacional e internacional debido a la creciente popularidad de esta hortaliza por su pungencia que presenta. Por ello la importancia de desarrollar nuevos conocimientos técnicos en el manejo del cultivo, riegos, espacio entre plantas y elementos nutritivos que demanda la planta. El propósito de este trabajo fue evaluar la respuesta del chile habanero a tres densidades de plantación y tres soluciones nutritivas bajo condiciones de invernadero. La investigación se llevo a cabo en un invernadero de clima semi-controlado localizado en el Campo Experimental del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua – Suelo – Planta Atmósfera. (CENID – RASPA) ubicado en el km 6.5 margen derecha del canal Sacramento, en Gómez Palacio, Dgo, México. . Las soluciones nutritivas consistieron en 12 (S1), 17 (S2) y 22 (S3) meq L<sup>-1</sup> de aniones y cationes y las densidades de población fueron: 2.1 (D1), 2.4 (D2) y 2.8 (D3) plantas por m<sup>2</sup>, para ello se tuvo un marco de plantación de 1.20 m entre hileras de plantas y 40, 35 , 30 cm entre plantas para la D1, D2 y D3, respectivamente. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con tres repeticiones y arreglo de tratamientos en parcelas divididas. La siembra se hizo en charolas de poliestireno con 200 cavidades llenas con turba (peat moss) como sustrato, en mayo 13 del 2009. Cuando las plántulas tuvieron una altura de 15 a 17 cm y de seis a ocho hojas se llevó a cabo el trasplante en canaletas de cemento de 3.8 x 10.0 m llenas

con un sustrato de 30 cm de suelo arenoso. Se instaló un sistema de riego por goteo, con dos hileras de cintilla, a cada lado de la planta y enterrada a 10 cm para la aplicación de agua y nutrientes. Se aplicaron de tres a seis riegos durante el día y las láminas de riego variaron de 1 mm a 4 mm hasta una lámina total de 446 mm. Los resultados indican que hubo una respuesta positiva del rendimiento de fruto al incremento de la concentración de la solución nutrimental del nivel más bajo al intermedio y alto. Las S2 y S3 alcanzaron el rendimiento de fruto más alto con un promedio de 729 g m<sup>-2</sup>. La densidad de población más alta disminuyó el rendimiento en un 18% con respecto al promedio de las otras dos densidades. Respecto al índice de área foliar (IAF) la combinación de solución nutrimental de mediana concentración con la densidad de población intermedia S2D2 mostró el IAF más alto

**Palabras clave:** Riegos, rendimiento, índice de área foliar, peso seco total por planta

## I. INTRODUCCIÓN

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es originario de Sudamérica, aunque también es ampliamente conocido en el sureste mexicano, especialmente en Yucatán, que es el principal productor en México, y forma parte de la reconocida gastronomía del estado.

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 (Ramírez *et al.*, 2005). Este compuesto ha sido determinante en el incremento en su demanda en el mercado nacional e internacional debido a su amplia utilización en la medicina, cosméticos, pinturas, gases lacrimógenos, salsas, etc. (Soria *et al.*, 2002).

En México, el chile habanero se cultiva en los estados de Yucatán, Tabasco, Campeche, Quintana Roo, Sonora, Veracruz, Chiapas, Baja California Sur. Actualmente se caracteriza por el empleo de tecnología tradicional casi obsoleta, como el riego con manguera, plantaciones de 10,000 plantas por hectárea, manejo sanitario deficiente, fertilización manual, entre otras; con lo que se obtienen rendimientos promedio de  $10 \text{ t ha}^{-1}$  ( $1 \text{ kg m}^{-2}$ ), con frutos que no cumplen la calidad exigida por el mercado.

Este sistema de producción es poco eficiente, propiciando altos costos, bajos rendimientos y poca calidad del fruto, lo que ha venido desanimando a productores que empiezan a abandonar el cultivo. Por ello, debe optarse por

técnicas más eficientes y centrar la atención a los requisitos especiales que necesita el habanero para maximizar la producción por hectárea.

El cultivo bajo invernadero es una opción de producción que permite proteger a las cosechas de factores ambientales adversos como son variaciones bruscas en la temperatura, precipitación, humedad y radiación solar intensa. También con este sistema de producción es posible tener un mejor control de las plagas y enfermedades, todo esto ayuda para que la calidad y cantidad de las cosechas se incrementen. El manejo de la solución nutrimental y la población de plantas en cultivos bajo invernadero forman parte de las prácticas agronómicas esenciales que determinan el desarrollo, crecimiento y rendimiento de los cultivos, es por ello que se llevo a cabo el presente trabajo con el fin de estudiar estos dos factores.

## **II Objetivos**

Evaluar la respuesta del chile habanero a tres diferentes soluciones nutrimentales y tres densidades de población en condiciones de invernadero.

## **III Hipótesis**

Las soluciones nutrimentales y las densidades de población afectarán de igual manera al crecimiento y producción de chile habanero cultivado bajo condiciones de invernadero.

## **IV Metas**

Determinar la solución nutrimental y densidad de población que produzcan el mayor crecimiento y rendimiento de fruto.

## V. REVISIÓN DE LITERATURA

### 5.1 Origen del chile habanero

Dewitt y Bosland (1993), señalan que *C. chinense* Jacq. (Conocido como chile habanero) tiene su centro de origen en el Amazonas. Este se dispersó en tiempos precolombinos a diferentes islas de la Cuenca del Caribe y de éstas, a su vez a la Península de Yucatán.

Se considera que *C. chinense* Jacq. es la más variable de las especies domesticadas en América. Está estrechamente emparentada con *C. frutescens* (conocido como Pimiento de Cayena) y su distribución en América del Sur es similar. Su área de mayor diversidad es la cuenca Amazónica (Cheng, 1989). Valadez (1993), señala que el género *Capsicum* es originario de América del sur (de los andes y de las cuencas altas del amazonas- Perú, Bolivia, Argentina y Brasil).

El área de domesticación del chile habanero fue el norte de América del sur. Hallazgos arqueológicos de la cultura chavín en la costa de Perú, 1200 a.C., indican que es un cultivo muy antiguo. Hoy día, poblaciones silvestres y cultivadas se distribuyen desde el área amazónica, hasta México (León, 1987). Laborde (1982) citado por Soria (1993), menciona que es probable que el chile habanero sea originario de América del sur, de donde fue introducido a Cuba y que fue de donde tomó el nombre de habanero.

*C. chinense* Jacq. tiene un papel importante en el arte culinario del Caribe y de África. Edward Long relata haberlo encontrado en 1774, con el nombre de Scotch Bonnet, durante una visita hecha a Jamaica. Se introdujo al continente africano después de las primeras relaciones europeas con América. La introducción a Yucatán, México se realizó a través del Caribe, después de la conquista (Long-Solís, 1998).

## **5.2 Características generales del chile habanero**

### **5.2.1 Taxonomía**

La clasificación sistemática y taxonómica del chile habanero de acuerdo USDA (2003) es la siguiente:

Reino: *Plantae* – Plantas

Subreino: *Tracheobionta* – Plantas Vasculares

Superdivisión: *Spermatophyta* – Plantas con semillas

División: *Magnoliophyta* – Plantas con flores

Clase: *Magnoliopsida* – Dicotiledóneas

Subclase: *Asteridae*

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanaceae*

Género: *Capsicum*

Especie: *chínense* Jacq.

El nombre específico *chinense*, se debe a que el taxónomo francés Jacquin quien lo nombró en 1976, obtuvo sus semillas desde China (Bosland, 1996; Long-Solis, 1998).

### **5.2.2 Anatomía y morfología**

Las plantas de chile habanero tienen un hábito de crecimiento indeterminado comportándose como planta perenne, el tallo principal está bien diferenciado en cuanto al tipo de ramificación la cual generalmente es erecta y produce de tres a cinco ramas primarias por nueve a 13 ramas secundarias, la planta presenta una altura no menor de 1.30 m por lo general. Los tallos y las hojas carecen de pubescencia aunque ocasionalmente se observan plantas con pelos cortos (Laborde y Pozo, 1984).

El chile habanero posee una raíz principal de tipo pivotante, la cual profundiza de 0.40 a 1.20 m, con raíces secundarias extendidas en el suelo. Su tallo es erecto, de color verde con o sin coloración violeta de los nudos; con una altura de 0.3 a 1.2 m. Dependiendo de la variedad posee 4 ramas primarias y 4 secundarias, carece de pubescencia a veces puede estar cubierto de pelos o tricomas (Alpizar, Trujillo y Herrera, 2003).

Generalmente, el chile habanero tiene hojas grandes, de 15 cm de largo por 10 cm de ancho, pueden ser lisas o rugosas de color verde oscuro brillante o de color verde claro. Son simples alternas elípticas y ovadas con peciolo largo pubescente peninervadas (Piña, 1984).

Pueden llegar a presentarse hasta seis frutos por axila, los cuales tienen formas que varían de redonda a oblonga y por lo general, son ondulados con un ensanchamiento en la parte apical y tienen de tres a cuatro lóculos. El tamaño de los frutos varía de 2 a 6 cm de largo por 2 a 4 cm de ancho, es 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 y café (<http://www.conacyt.mx/Comunicación/Revista>).

Según Long-Solís (1998) los frutos son extremadamente pungentes (picosos) este factor está determinado por la cantidad de capsaicina ( $C_{18}H_{27}NO_3$ ) en el fruto, donde se encuentra, principalmente en la placenta del chile. También son aromáticos y una característica importante es que la pungencia no es persistente y desaparece poco tiempo después de que el fruto es consumido. Él también señala que la calidad de esta planta la determina la apariencia del fruto; el tamaño y el peso unitario del mismo son factores importantes, así como la firmeza y el color.

Las semillas son de superficie áspera y de color amarillo paja. El tamaño de la semilla es de tipo intermedio, con un diámetro de 3.5 a 4 mm. El peso de 1000 semillas es de 6 a 8 g aproximadamente. El número de semillas por fruto, fluctúa entre 20 y 50 dependiendo de las condiciones ambientales en que se desarrolla el cultivo, así como de la polinización la cual es determinante en la definición de la calidad del fruto.

## **5.3 Producción Internacional y Nacional del chile habanero**

### **5.3.1 Principales Países Productores**

Existen evidencias de que el chile habanero se cultiva en países como Honduras, Belice, Guatemala y Perú. Sin embargo, los únicos países exportadores son Belice y México. Esto demuestra su creciente demanda en; Estados Unidos, Japón, China, Tailandia, Inglaterra, Canadá, Cuba y Panamá (<http://www.teorema.com.mx/legislacionambiental/chile-habanero-mas-que-un-picante/>)

### **5.3.2 Producción Nacional**

En el territorio nacional la producción de chile habanero está dominada por el estado de Yucatán con una superficie sembrada de 708.43 ha, con un volumen de producción 3,295.17 ton, seguido por Tabasco, Campeche, Quintana Roo con: 143 ha; 57.18 ha; 36.48 y 1,101; 358.2 ton; 376.85 ton respectivamente.

**Cuadro 1.** Superficie cultivada, producción, rendimiento y valor de la producción de chile habanero por estados (SAGARPA, 2005)

<b>Estados</b>	<b>Superficie cultivada</b>	<b>Producción (ton)</b>	<b>Rendimiento (ton ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Valores de la producción (\$)</b>
<b>Yucatán</b>	708.43	3,295.17	5.33	35,037,830
<b>Tabasco</b>	143.00	1,101.00	7.69	13,611.00
<b>Campeche</b>	57.18	358.20	7.06	2,355,800
<b>Quintana Roo</b>	36.48	376.85	10.93	2,750,330
<b>Sonora</b>	8.00	80.00	10.00	400,000
<b>Veracruz</b>	7.00	43.95	6.28	351,600
<b>Chiapas</b>	3.00	45.00	15.00	200,000
<b>Baja California Sur</b>	1.50	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>	964.59	5,300.17	5.88	54,706,560

#### **5.4 Uso del chile habanero**

El chile habanero tradicionalmente se vende en fresco para consumo directo o como una materia prima para preparar salsas picantes, pero también existen diferentes empresas en el mercado que se encargan de procesarlo y distribuirlo tanto en el país como en el extranjero, en forma de chile seco entero, en polvo, para producir pasta y chile seco en hojuelas o en conserva, entre otras presentaciones. Otros usos que se le da son para la fabricación de pinturas y barnices, gases lacrimógenos y medicamentos (<http://www.conacyt.mx/Comunicacion/Revista/195/Articulos/Chilehabanero/Haban>

ero06.html;

[http://www.inifap.gob.mx/quienes\\_somos/noticias/nota\\_chile\\_habanero-final.pdf](http://www.inifap.gob.mx/quienes_somos/noticias/nota_chile_habanero-final.pdf)).

#### **5.4.1 Industria Alimenticia**

Dentro de la industria alimenticia actualmente se usa para la elaboración de botanas, sopas, salsas, aderezos, bebidas, sazonzadores, confitería, lácteos y del mar, entre otros productos nacionales y de exportación

([http://www.inifap.gob.mx/quienes\\_somos/noticias/nota\\_chile\\_habanero-final.pdf](http://www.inifap.gob.mx/quienes_somos/noticias/nota_chile_habanero-final.pdf);  
<http://www.conacyt.mx/Comunicacion/Revista/195/Articulos/Chilehabanero/Habanero06.htm>).

#### **5.4.2 Industria Farmacéutica**

Para la industria farmacéutica el chile habanero por su contenido de capsaicina, a bajas dosis estimula el apetito y la secreción de jugos gástricos, aumentando asimismo la motilidad gástrica e intestinal, pomadas “calientes”. Por la vía externa es rubefaciente y revulsiva, con un efecto analgésico.

(<http://www.teorema.com.mx/legislacionambiental/chile-habanero-mas-que-un-picante/> junio 2010)

## 5.5 Propiedades nutricionales del chile habanero

**Cuadro 2.** Valor nutritivo del chile habanero (Zubiran, 1992, citado por Ugues, 1997).

<b>Minerales</b>	<b>(mg por 100 g)</b>
<b>Calcio</b>	18.00
<b>Fósforo</b>	26.00
<b>Fierro</b>	2.44
<b>Magnesio</b>	25.00
<b>Sodio</b>	7.00
<b>Potasio</b>	340.00
<b>Zinc</b>	0.3

<b>Vitaminas</b>	<b>(mg por 100 g)</b>
<b>Caroteno</b>	0.53
<b>Tiamina</b>	0.11
<b>Riboflavina</b>	0.16
<b>Niacina</b>	0.71
<b>Ácido ascórbico</b>	94.00

**Cuadro 2.** Valor nutritivo del chile habanero (Zubiran, 1992). Continuación

<b>Ácidos Grasos</b>	<b>(mg por 100 g)</b>
<b>Porción comestible</b>	0.84%
<b>Humedad</b>	91.00%
<b>Fibra</b>	1.60%
<b>Energía</b>	31 Kcal
<b>Cenizas</b>	0.71 gr
<b>Proteínas</b>	2.25 gr
<b>Extracto etéreo (grasas)</b>	0.83 gr
<b>Carbohidratos totales asimilables</b>	3.61 gr
<b>Saturados totales</b>	0.08 gr
<b>Monoinsaturados aleicos</b>	0.04 gr
<b>Poliinsaturados linoléico</b>	0.44 gr

## **5.6 Cultivo de chile habanero**

### **5.6.1 Requerimientos agroclimáticos**

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

Davis (1978), citado por Ugues, (1997) menciona que el chile habanero es una hortaliza de clima caliente muy adaptado, los rangos de temperatura en que se desarrolla: mínima 10°C, máxima 32°C y óptima de 30 °C. La temperatura para la germinación óptima es de 30°C, aunque fluctúan entre los 18 y 35 °C, tardando en germinar con la temperatura optima ocho días (Harrinton, 1988, citado por Ugues, 1997).

El rango térmico para el desarrollo del chile habanero según la FAO, (1994) y Ramírez *et al.*, (2006), es de 17 a 29°C, con un óptimo alrededor de los 18°C, considerando a su vez que la temperaturas óptimas oscilan entre 24 y 28°C, y que las temperaturas menores de 15°C y mayores a 35°C limitan el desarrollo de este cultivo.

La incidencia de luz por la duración del día, es muy importante en la diferenciación o desarrollo del primordio floral, puesto que la duración del día controla la incidencia del primordio, dado que las plantas tienden a preferir un fotoperíodo intermedio Vince-Prue citado por Rylski, (1985).

Prospera en condiciones de iluminación de intensa a moderada (FAO, 1994). Su ciclo vegetativo es de 75-130 días (Baradas, 1994). Aunque Benacchio, (1982) reporta de 95-100 días después de él Doorenbos y Kassam, (1979) reportan ciclo vegetativo de 120 a 150 días.

El cultivo de chile habanero requiere precipitaciones pluviales promedio 750 a 1000mm, como favorables para obtener altos rendimientos, precipitaciones

menores a 30 mm mensuales afectan los rendimientos los cuales se ven disminuidos (Ramírez *et al.*, 2006).

### **5.6.2 Requerimientos edáficos**

Ramírez *et al.* (2006) señaló que los suelos más favorables para el desarrollo del chile habanero, son aquellos bien drenados y con buena retención de humedad. En el estado de Yucatán, los suelos apropiados para el desarrollo del cultivo, son los Luvisoles. Estos suelos son propicios para la mecanización, presentan muy buen drenaje, contienen de bajo a mediano contenido de materia orgánica y retienen poca humedad.

El chile se adapta y desarrolla en suelos con pH desde 6.5 a 7.0 aunque hay que considerar que en suelos con pH de 5.5 hay necesidad de hacer enmiendas. Por abajo o arriba de los valores indicados no es recomendable su siembra porque afecta la disponibilidad de los nutrientes. Es muy importante conocer y considerar el pH del suelo porque indica los rangos para el buen uso y asimilación de los fertilizantes y especialmente cuando sean de origen nitrogenado. (<http://eddie-chilehabanero.blogspot.com/2007/08/tecnologia-de-produccion-del-chile.html>).

En el estado de Yucatán se consideran óptimos solo el 10% de las asociaciones de Luvisoles, con Rendzinas y Cambisoles; mientras el otro 90% es considerado como subóptimo por su pedregosidad. Los Vertisoles, Regosoles y

Gleysoles, así como sus asociaciones son considerados no aptos (Tun 2001; Ramírez *et al.*, 2006)

Los terrenos favorables para el buen desarrollo de este cultivo son los planos o ligeramente ondulados. Pendientes inferiores al 5% son consideradas óptimas y subóptimas de 5 a 10%; y no aptas las mayores de 10% (Ramírez *et al.*, 2006).

Sin embargo, también se desarrolla en suelos de textura ligera a media, con profundidad moderada (FAO, 1994). La profundidad efectiva es de 35 a 50cm (Aragón, 1995).

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).

### **5.6.3 Época de siembra**

La siembra del chile habanero en la Península de Yucatán puede hacerse durante todo el año, pero se recomienda efectuarla de septiembre a enero (SARH-INIA, 1984). Esto puede hacerse siempre y cuando se le proporcionen riegos de lo contrario, la producción puede reducirse, debido al tipo de suelo y clima de esta zona.

#### **5.6.4 Transplante.**

De acuerdo con Piña (1984), el transplante al terreno definitivo debe hacerse cuando la planta tenga una altura de 15 a 20 cm, buen desarrollo de raíces, apariencia vigorosa y hojas de color verde oscuro. El trasplante debe efectuarse preferentemente por la mañana, cuando la temperatura sea baja y deberá colocarse de una a dos plantas por poceta. Es aconsejable preparar las plántulas para la cual se deben suspender los riegos y destapar los almácigos por completo de día y de noche, ocho días antes de esta práctica, a fin de que las plantas se acostumbren a condiciones adversas de sol, sequía, principalmente.

##### **5.6.4.1 Formas de transplante**

De acuerdo a la SARH-INIA (1984), es conveniente surcar a una distancia de un metro y dejar 50 cm entre plantas. Debe colocarse de una a dos plantas por mata según su sanidad y vigor. Se recomienda trasplantar las más desarrolladas, con el cuidado de no ocasionarle daños. Así mismo, las raíces deben quedar totalmente enterradas. Se debe tener cuidado en el trazo de los surcos, los cuales deben orientarse en dirección del viento. Antes y después del trasplante debe regarse para mantener húmedo el terreno de cultivo.

#### **5.6.5 Densidad de Población**

Valadez (1993), reportó que la siembra directa no es usual, recomendándose de dos a tres kilogramos de semilla por hectárea. Para los almácigos a campo abierto con 500 g de semilla sembrada en una superficie de 50

m<sup>2</sup> se obtiene planta suficiente para una hectárea comercial. La densidad de población en promedio se encuentra entre 20 000 y 25 000 plantas por hectárea, la cual se logra con un marco de plantación en surcos que varían desde 80, 92, 100 y 120 cm, y una distancia entre plantas entre 20 y 50 cm.

El INIFAP (1999) señaló que la densidad de siembra para ambos tipos de chiles es variable debido al tamaño de planta. Para chile habanero, la densidad de población es de 16000 plantas/ha a una distancia de 1.6 m entre camas. En estas últimas se siembran dos hileras separadas a 0.5 m y una distancia entre plantas de 0.60 m.

#### **5.6.6 Cosecha**

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

Valadez (1993) menciona que en esta hortaliza, se utilizan principalmente dos indicadores físicos de cosecha: la longitud o tamaño y el color, así los chiles se cortan cuando han alcanzado el tamaño adecuado y su coloración característica.

El inicio de la cosecha se realiza entre los 90 a 100 días después del trasplante. El rendimiento de habanero con la fertirrigación y la alta densidad de

siembra tienen un potencial superior a las 16 toneladas por hectárea (INIFAP, 1999).

La calidad del chile habanero se determina en base al tamaño de los frutos y el peso de ellos, lo cual da origen a diversas categorías (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Clasificación del chile habanero en cuanto a calidad (Laborde, 1982)

Categoría	Tamaño de fruto		Peso unitario (g)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	
Primera (grandes)	5.5	3.5	Mayor de 10
Segunda (medianos)	4.5	3.0	7.5 – 10
Tercera (chicos)	4.0	2.0	5.0 - 7.5
Rezaga	< 4.0	<2.0	< 2.5

## 5.7 Riegos

Tarjuelo, (2005) define el riego como el suministro a los cultivos, de forma eficiente y sin alterar la fertilidad del suelo, el agua adicional a la precipitación que necesitan para su crecimiento óptimo y cubrir las necesidades de sales de forma que evite su acumulación en el perfil del suelo, asegurando la sostenibilidad del regadío.

García, (1997) menciona que el riego es suplir la humedad necesaria y puede ser realizado de varias formas. Sin embargo, sin importar el método de

riego usado, el propósito de la irrigación es “el reponer periódicamente el almacenamiento de la humedad del suelo” en la zona radicular de la planta.

### **5.7.1 Riego por goteo**

El riego por goteo es donde se aplica agua filtrada (y fertilizante) dentro o sobre el suelo directamente a cada planta en forma individual. El agua puede ser suministrada al cultivo con base en una baja tensión y una alta frecuencia, con lo cual se crea un medio ambiente óptimo de humedad necesaria en el suelo (García, 1997).

### **5.7.2 Riegos al chile habanero**

El cultivo de chile habanero requiere precipitaciones pluviales promedio 750 a 1000mm, como favorables para obtener altos rendimientos, precipitaciones menores a 30 mm mensuales afectan los rendimientos los cuales se ven disminuidos (Ramírez *et al.*, 2006).

En el estado de Yucatán se reporta que con la finalidad de mejorar el uso eficiente del agua en la producción del chile habanero se obtiene con una lámina de 25.3 cm se alcanza un rendimiento de 2352 g m<sup>-2</sup> (Pérez, 2008).

Piña (1984) reportó que el primer riego se aplica un día antes del trasplante, un segundo riego al momento del trasplante y un tercero dos días después, para asegurar el mayor porcentaje de prendimiento de las plantas. Seis

días después del tercer riego se debe aplicar el cuarto y después de este, se aconseja suspenderlos por doce días con el fin de inducir la formación de nuevas raíces en la planta. Una vez transcurrido este último período, se aplica el quinto riego.

El estado de Yucatán que es el mayor productor de chile habanero cuenta con una considerable fuente de agua subterránea, que se utiliza para fines agrícolas y que presenta pocas restricciones de uso. La poca profundidad a la que se encuentra permite su extracción, mediante bombeo, a un costo relativamente bajo. Para el cultivo de chile habanero se utilizan el riego por manguera, por goteo y por micromangueras. El que predomina es el riego por manguera, el cual tiene una eficiencia muy baja y propicia la erosión del suelo.  
<http://www.hortalizas.com/pdh/?storyid=1298>

### **5.7.3 Fertirrigación**

En el fertirriego un estudio de la absorción de nutrimentos permite establecer las bases de la fertilización de los cultivos, de esta manera la fertilización puede ser ajustada al ciclo del cultivo y por consecuencia, optimizar la cantidad de fertilizante a utilizar; evitar el deterioro de los suelos y disminuir el impacto de la fertilización en el ambiente. La mayor eficiencia de los nutrimentos aplicados al suelo para la producción de cultivos se basa fundamentalmente en la posibilidad de aplicarlos según la demanda de la planta (Volke *et al.*, 1997; Terry, 2008).

La fertirrigación se define como el vehículo de una dosificación racional de fertilizantes a través del sistema de riego presurizado. Con las ventajas de tener dosificación de fertilizantes distribuida durante todo los días del ciclo del cultivo permitiendo hacer frente a los posibles problemas de contaminación que pueden originarse por exceso transitorio de fertilizantes en el suelo o sustrato (Cadaña, 2005).

Los fertilizantes recomendados son: ácido nítrico y nitrato de amonio como fuentes de nitrógeno; fosfato monoamónico y ácido fosfórico como fuentes de fósforo; nitrato de potasio y sulfato de potasio como fuentes de potasio. También es necesario utilizar ácidos para bajar el pH del agua de riego y de la solución del suelo, para facilitar la absorción de los nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas. Se recomienda que el suelo tenga un valor de pH de 6.5 a 7.0, para que sean asimilables todos los nutrientes (Martínez, 2002).

#### **5.7.4 Efecto de fertilización y riegos en la producción de chile habanero**

En la nutrición de cultivos, el estatus del sistema suelo-planta deben considerarse: i) la liberación de los nutrientes de la fase sólida del suelo a la fase líquida, ii) el movimiento de los nutrientes a través de la solución del suelo hacia las raíces de las plantas, y iii) la absorción por las raíces. Cuando son considerados estos tres factores se tiene un mejor aprovechamiento de nutrientes por los cultivos Comerford (1999).

En Quintana Roo con una densidad de plantas superiores a las 37 mil por hectárea. Con una dosis recomendada para chile habanero 210-135-170 aplicado a través de la cintilla de riego el rendimiento de habanero con la fertirrigación y la alta densidad de siembra tienen un potencial superior a las 16 toneladas por hectárea (INIFAP, 1999).

(López, 2004) hace mención que con la tecnología del fertirriego y el acolchado plástico se incrementa el rendimiento desde 7% comparado con el método y fórmula tradicional, y hasta 55% comparado con el sistema de temporal. La densidad de población de 22,300 plantas (1.5 m x 0.30 m) por hectárea con acolchado plástico incrementa el rendimiento en 27.5% con respecto a la densidad de población de 16,750 plantas por hectárea con acolchado y 41.2% en relación con el tratamiento sin acolchado. El sistema de fertirrigación con acolchado plástico es económicamente más atractivo que el sin acolchado. La densidad de población de 22,300 plantas (1.5 m x 0.30 m) por hectárea con acolchado plástico incrementa el rendimiento en 27.5% con respecto a la densidad de población de 16,750 plantas por hectárea con acolchado y 41.2% en relación con el tratamiento sin acolchado. El sistema de fertirrigación con acolchado plástico es económicamente más atractivo que el sin acolchado.

## **5.8 Plagas y enfermedades del chile habanero**

Medina (1984), mencionó que las principales plagas del chile habanero en Yucatán son los trozadores y chupadores. Los insectos trozadores dañan las plantas recién plantadas; afectándose un 30% del cultivo. Los chupadores como el

pulgón o x'pocal atacan los cultivos principalmente en época de sequía; el daño lo ocasiona al chupar el jugo de las hojas, ocasionando a la planta raquitismo y además transmite enfermedades virosas.

Piña (1984), señaló como principal plaga al picudo negro que mide 3 cm de longitud y está cubierto por pelillos grises u ocres con cabeza café, pálida. El daño lo ocasiona la larva de este insecto al alimentarse del polen de las flores y penetra a los frutos pequeños y ocasiona su caída. Otra plaga importante es el pulgón que se alimenta de la savia de las hojas y además transmite enfermedades virosas, y menciona como plaga de menor importancia a la pulga saltona, varias especies de chinches, araña roja y minador de la hoja.

Según Soria (1993), las plagas que más atacan al chile son, en orden de importancia: la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), nemátodo agallador, (principalmente del género *Meloidogyne*), barrenillo del fruto (*Anthonomus eugeni*), el pulgón verde (*Myzus persicae*), el minador de la hoja y en ocasiones las arañas roja y blanca.

Piña (1984), reportó que las enfermedades virosas son el principal problema en Yucatán por las pérdidas económicas que causan al cultivo del chile habanero. Los síntomas más comunes de estas enfermedades son el enchinamiento y mosaicos del follaje; son transmitidas por los pulgones que se alimentan de las plantas. No existe algún producto químico para su control por lo que se recomienda la rotación de cultivos y el control de los insectos que son los agentes transmisores.

Otras enfermedades son las manchas foliares ocasionadas por el hongo (*Cercospora*), que origina la caída completa de las hojas de un plantío, y en su fase más severa, pudre las ramas tiernas. El hongo sobrevive de una temporada a otra en los restos de plantas que hayan quedado en el terreno y las esporas son diseminadas por la lluvia, herramienta de labranza o por el mismo hombre. Su prevención es con Manzate D-80 en dosis de 2 kg ha<sup>-1</sup> Difolán 50, o Daconil en la misma dosis por hectárea en periodos de 10 días la aplicación (Piña, 1984).

Medina (1984), menciona que entre las enfermedades que atacan con más frecuencia en el cultivo del chile son las de tipo viroso, manchas en las hojas y tallos y las nodulaciones o bolas en la raíz. Las enfermedades virosas conocidas como enchinamiento o mulix se manifiestan en las hojas que cambian su color de verde oscuro a claro e incluso en ocasiones hasta amarillas con poco desarrollo y se arrugan. Transmitidas por insectos voladores de plantas silvestres o cultivos infectados. Se previene mediante el control de insectos chupadores, control de malezas.

La mancha de las hojas y tallo se manifiesta cuando las hojas y el tallo presentan amarillamiento y manchas oscuras ligeramente ovaladas con el centro gris. Si el ataque es muy fuerte el amarillamiento será total y las hojas caen. Su control se realiza con Manzate 80 PH o Captán 50 PH a razón de 2 kg por hectárea (Medina, 1984).

Los nódulos o bolas en la raíz son producidos por nemátodos y sus síntomas son; marchitez, desarrollo raquíptico, poca carga de fruto y nódulos. El

control preventivo contra el ataque de nemátodos se hace mediante aplicaciones de 2 kg Nema-cur 10% granulado a la poceta, antes del trasplante (Medina, 1984).

### **5.9 Cultivo de chile habanero en invernadero**

La producción del chile habanero en Yucatán en lugares especiales como las llamadas “casas sombra”, son excelentes, porque con ellas es posible atenuar los efectos del clima e incrementar la producción sobre todo en las épocas que no es posible hacer producir el picante”. Dentro de invernadero se lleva a cabo principalmente en el estado de Yucatán. Se reportó una superficie sembrada de 10 ha con una producción de 283 ton con un valor de la producción de \$8 millones 471 mil. (<http://www.sipse.com/noticias/7857-yucatan-deja-picado-mercado-chile-habanero.html>)

([http://www.fpy.org.mx/index.php?id=noticia&tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=53&tx\\_ttnews%5BbackPid%5D=181&cHash=9caf4a277a](http://www.fpy.org.mx/index.php?id=noticia&tx_ttnews%5Btt_news%5D=53&tx_ttnews%5BbackPid%5D=181&cHash=9caf4a277a))

## **VI. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **6.1 Localización geográfica del sitio experimental**

La investigación desarrollo en un invernadero de clima semi-controlado localizado en el Campo Experimental del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua – Suelo – Planta Atmósfera. (CENID – RASPA) que se localiza en la Región Lagunera a los 26° de latitud norte, 104° de longitud Oeste y

a una altitud de 1135 msnm. Está ubicado en el km. 6+500, margen derecha del canal principal Sacramento, en el municipio de Gómez Palacio, Dgo., México. La temperatura promedio en los últimos 10 años es de una máxima de 28°C, y una mínima de 11.68°C y temperatura media de 19.98°C (CNA, 2002). El invernadero estuvo cubierto en sus lados de policarbonato y el techo con plástico y malla sombra 50:50. La ventilación se llevo a cabo con extractores localizados en un lado del invernadero y puertas frontales cubiertas con malla antiáfidos.

## **6.2 Factores de estudio**

Se evaluaron tres soluciones nutrimentales y tres densidades de población. Las soluciones nutrimentales consistieron en 12 (S1), 17 (S2) y 22 (S3) meq L<sup>-1</sup> de aniones y cationes cuyas proporciones se especifican en el Cuadro 4. Las densidades de población fueron: 2.1 (D1), 2.4 (D2) y 2.8 (D3) plantas por m<sup>2</sup>, para ello se tuvo un marco de plantación de 1.20 m entre hileras de plantas y 40, 35 y 30 cm entre plantas para la D1, D2 y D3, respectivamente.

Las soluciones nutrimentales se prepararon con agua de pozo, cuya constitución química se presenta en el Cuadro 5. Las aportaciones de Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup> del agua fueron consideradas para calcular los requerimientos de fertilizantes aplicados. Se usaron como fuentes de macronutrientes los fertilizantes comerciales: monofosfato de potasio, nitrato de potasio, nitrato de magnesio y nitrato de calcio. El pH de las soluciones se mantuvo en el rango de 6 a 6.5 mediante la aplicación de ácido fosfórico y la conductividad eléctrica debajo de 3.0 dS m<sup>-1</sup>.

**Cuadro 4.** Soluciones nutritivas estudiadas

Solución	Iones						
		$\text{NO}_3^-$	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$
S1 (12 meq L <sup>-1</sup> )	%	0.75	0.15	0.10	0.34	0.40	0.26
	meq L <sup>-1</sup>	9.00	1.80	1.20	4.08	4.80	3.12
S2 (17 meq L <sup>-1</sup> )	%	0.75	0.15	0.10	0.34	0.40	0.26
	meq L <sup>-1</sup>	12.75	2.55	1.70	5.78	6.8	4.42
S3 (22 meq L <sup>-1</sup> )	%	0.75	0.15	0.10	0.34	0.40	0.26
	meq L <sup>-1</sup>	16.50	3.30	2.2	7.48	8.8	5.72

**Cuadro 5.** Análisis químico del agua de riego. CENID-RASPA INIFAP 2009.

Características	Valor
PH	8.20
CE (dS m <sup>-1</sup> )	0.49
Ca <sup>++</sup> (meq L <sup>-1</sup> )	1.09
Mg <sup>++</sup> (meq L <sup>-1</sup> )	0.09
Na <sup>+</sup> (meq L <sup>-1</sup> )	3.41
K <sup>+</sup> (meq L <sup>-1</sup> )	0.01
CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (meq L <sup>-1</sup> )	0.41
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (meq L <sup>-1</sup> )	2.31
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (meq L <sup>-1</sup> )	1.77
Cl <sup>-</sup> (meq L <sup>-1</sup> )	0.62
N-Nitratos (meq L <sup>-1</sup> )	0.17
RAS Ajustado	6.39
Clasificación	C2-S1

### **6.3 Diseño experimental**

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones y arreglo de tratamientos en parcelas divididas. La parcela grande fue de 3.6X10 m y comprendió a las soluciones nutritivas; la parcela chica tuvo dimensiones de 3.6X3.3 m y en ellas se establecieron las densidades de población. En la Figura 1 se muestra la distribución de los tratamientos en el invernadero.

### **6.4 Manejo del cultivo**

#### **6.4.1 Siembra y trasplante**

La siembra se hizo en charolas de poliestireno con 200 cavidades llenas con turba (peat moss) como sustrato en mayo 13 del 2009 (Figura 2). Las charolas se desinfectaron previamente con una solución clorada al 10% de concentración por un tiempo de 30 minutos y después se enjuagaron con agua limpia. Las plántulas se regaron con agua de la red de agua potable hasta la aparición de hojas verdaderas, después con una solución nutritiva conteniendo 70-90-70 mg L<sup>-1</sup> de N, P y K, respectivamente.

Cuando las plántulas tuvieron una altura de 15 a 17 cm y de seis a ocho hojas se llevó a cabo el trasplante en canaletas de cemento de 3.8 x 10.0 m llenas con un sustrato de 30 cm de suelo arenoso, el cual se humedeció antes y después trasplante. Cada canaleta tenía un sistema de drenaje hacia fuera del invernadero donde se colectaban muestras para medir el pH y conductividad eléctrica (CE).

$S_1$	D <sub>2</sub> D3 D <sub>1</sub>	$S_2$	D3 D1 D <sub>2</sub>	$S_3$	D <sub>2</sub> D3 D <sub>1</sub>
$S_3$	D3 D2 D <sub>1</sub>	$S_1$	D <sub>2</sub> D1 D3	$S_2$	D <sub>1</sub> D3 D <sub>2</sub>
$S_2$	D <sub>2</sub> D1 D3	$S_3$	D <sub>1</sub> D3 D <sub>2</sub>	$S_1$	D3 D2 D <sub>1</sub>

D1 = 30 cm = 2.78 PI/m<sup>2</sup>  
 D2 = 35 cm = 2.38 PI/m<sup>2</sup>  
 D3 = 40 cm = 2.08 PI/m<sup>2</sup>  
 Distancia entre líneas: 1.20 m

**Figura 1.** Distribución de los tratamientos del experimento de chile habanero en invernadero.



**Figura 2.** Siembra en charolas de poliestireno de 200 cavidades.

#### **6.4.2 Riegos**

Se instaló un sistema de riego por goteo cuyo diseño, requirió dos hileras de cintilla, a cada lado de la planta y enterrada a 10 cm. para la aplicación de agua y nutrientes (figura 3). Se aplicaron de tres a seis riegos durante el día y las láminas de riego variaron de 1 mm a 4 mm, esto conforme a la edad del cultivo y condiciones climatológicas. La lámina de agua total aplicada durante el experimento fue de 446 mm.



**Figura 3.** Sistema de riego por goteo, con dos hileras de cintilla.

### **6.4.3 Entutorado**

El entutorado se hizo con hilos de rafia, los cuales se amarraron en la parte alta de la estructura del invernadero, también se usaron arillos de plástico para ajustar el tallo con la rafia.

### **6.4.4 Deshojado**

Consistió en quitar hojas senescentes con el fin de lograr una mejor ventilación y evitar la propagación de enfermedades.

### **6.4.5 Aplicación de pesticidas**

Durante el desarrollo del experimento se presentaron daños de gusano soldado el cual se controló con una aplicación de Clorpirifos a razón de 5 ml L<sup>-1</sup>.

### **6.4.6 Cosecha**

La cosecha se realizó cuando el fruto mostraba la mitad de la coloración anaranjado que es la característica del cultivar. Se hicieron seis cosechas comprendidas durante el período del cuatro de noviembre de 2009 al 20 de enero de 2010.

## **6.5 Variables de respuesta y análisis de datos**

Las variables de respuesta fueron la altura de planta, el índice de área foliar y peso seco por planta, las cuales fueron determinadas en tres fechas de muestreo: a los dos, 45 y 88 días después del trasplante (ddt). Para esto se escogió una planta por tratamiento y repetición y se separaron las hojas para medir el área foliar mediante un integrador modelo LI 3100 marca LICOR y después se determinó el índice de área foliar (IAF) mediante la siguiente relación:

$$IAF = \frac{\text{Área foliar por planta}}{\text{Superficie ocupada por planta}}$$

Las plantas, con todo y sus componentes, se pre-secaron en un invernadero por tres días y después se metieron a una estufa de aire forzado a una temperatura de 68°C por un tiempo de 24 h para determinar el peso seco total. También se evaluó el rendimiento total de fruto, el peso, largo y ancho de este.

Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS versión 8.1, mediante el proc. GLM y para la comparación de medias se usó la prueba Duncan ( $P = 0.05$ ). Para las variables de altura de planta, índice de área foliar y peso seco total por planta se hicieron los análisis en cada fecha de muestreo.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Altura de planta

Los efectos de la solución nutritiva, densidad de población e interacción de ambos factores no fueron significativos ( $P = 0.05$ ) en las tres fechas de muestreo. La altura de planta promedio fue de 14, 56 y 118 cm a los dos, 45 y 88 días después del trasplante (ddt), respectivamente. La planta creció a una tasa de 0.98 y 1.44 cm d<sup>-1</sup> durante los períodos de los dos a 45 y 45 a 88 ddt.

### 7.2 Índice de área foliar

Los efectos de la solución nutritiva y las densidades de población en el índice de área foliar (IAF) fueron significativos ( $P = 0.05$ ) a partir de los 45 días después del trasplante (ddt). La interacción de ambos factores sólo fue en el último muestreo.

A los 45 ddt, las densidades de población intermedia (D2) y alta (D3) mostraron un IAF estadísticamente similar pero superior en un 33% al de la densidad de población más baja (D1) (Cuadro 6). En otros estudios también se ha reportado incrementos en el IAF con incrementos en la densidad de población, tal es el caso de papa (Flores-López *et al.*, 2009) y girasol (Olalde *et al.*, 2000). Aunque en algunos otros cultivos no se ha encontrado respuesta, como en el algodón (Gaytán-Mascorro *et al.*, 2004).

**Cuadro 6.** Índice de área foliar a los 45 días después del transplante

Solución	Densidad			Media <sup>†</sup> (g m <sup>-2</sup> )
	D1	D2	D3	
S1	0.65	0.88	1.00	0.84 b
S2	0.77	0.90	0.85	0.84 b
S3	0.84	1.02	1.36	1.07 a
Media <sup>†</sup>	0.75 b	0.93 a	1.07 a	

C.V. a = 10.48%, C.V.b = 14.54%, <sup>†</sup>medias seguidas de la misma letra entre hileras y columnas no son estadísticamente diferentes (Duncan,  $P = 0.05$ ).

Las soluciones nutrimentales con baja (S1) y mediana concentración (S2) promovieron un IAF similar entre ellas pero estadísticamente inferior en un 27% al producido por la solución más concentrada (S3). Esta respuesta superior del IAF a la mayor concentración de la solución nutrimental indica un mayor requerimiento en esta etapa que es de máximo crecimiento. Las necesidades de nutrimentos de las plantas cambian con la edad de estas, el nitrógeno el cual determina en gran medida el crecimiento vegetativo estuvo en mayores cantidades en la solución concentrada.

A los 88 ddt, la solución nutrimental y densidad de plantas interactuaron para afectar al IAF, la combinación de solución nutrimental de mediana concentración con la densidad de población intermedia S2D2 mostró el IAF más

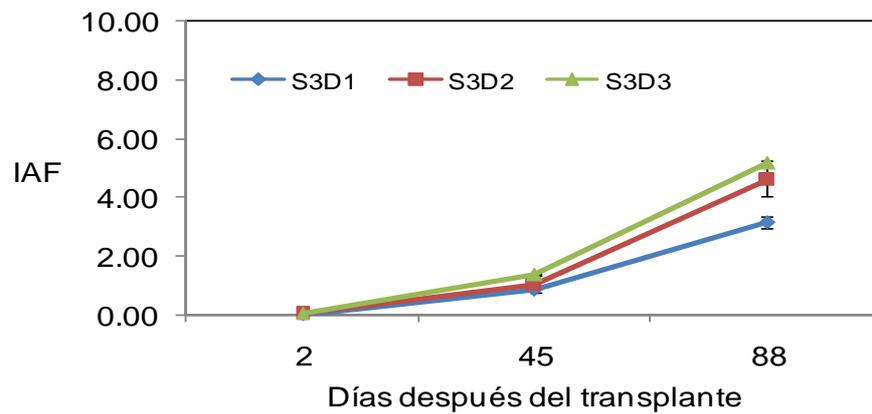
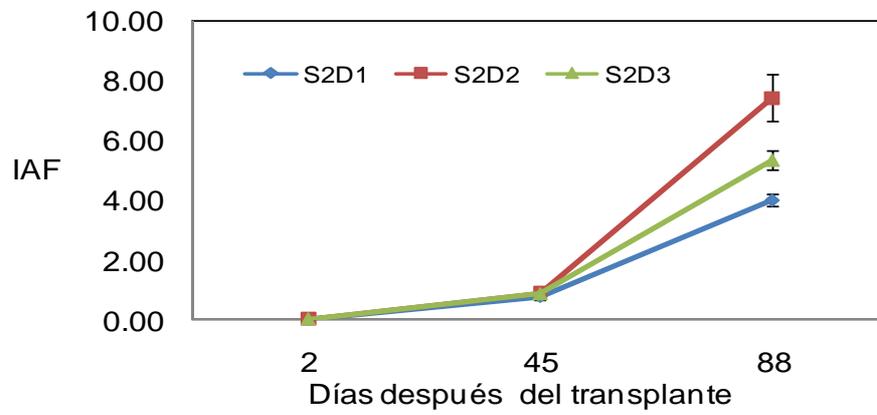
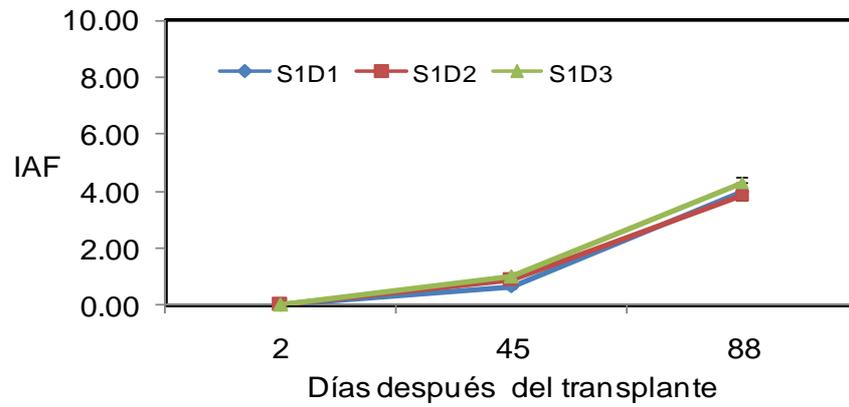
alto (Cuadro 7). En seguida las combinaciones de alta población con solución intermedia (S2D3) y concentrada (S3D3), las cuales no fueron estadísticamente diferentes entre ellas (Duncan,  $P = 0.05$ ), tuvieron en promedio un 29% menos de IAF. La solución menos concentrada combinada con las tres densidades de población (S1D1, S1D2 y S1D3), la solución concentrada con la densidad de población intermedia (S3D2) y la solución intermedia con la densidad de población baja (S2D1), mostraron en promedio un 44% menos de IAF. Finalmente, la solución concentrada con la densidad baja (S3D1) produjo el menor IAF con una reducción del 58% con respecto a S2D2.

La dinámica del IAF fue similar en las tres densidades de población en la S1, durante las fechas de muestreo, alcanzando un valor promedio entre ellas de 4.1 a los 88 ddt. En la S2, la respuesta del IAF a la densidad de población se hizo evidente hasta el último muestreo cuando la D2 mostró el IAF más alto (7.44) y fue superior a la D3 y D1 en un 39 y 85%, respectivamente. En la S3, la D3 superó a las otras densidades a partir de los 45 ddt con un IAF de 5.17 a los 88 ddt.

**Cuadro 7.** Medias del IAF a los 88 días después del trasplante

Solución nutrimental	Densidad de población	Media <sup>†</sup>
S1	D1	4.00 c
S1	D2	3.87 c
S1	D3	4.30 c
S2	D1	4.02 c
S2	D2	7.44 a
S2	D3	5.34 b
S3	D1	3.15 d
S3	D2	4.57 bc
S3	D3	5.17 b

C.V. a (%) = 9.07%, C.V. b (%) = 14.05%, <sup>†</sup> Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Duncan,  $P = 0.05$ )



**Figura 4.** Índice de área foliar a través del tiempo, las barras indican  $\pm$  el error estándar.

### 7.3 Peso seco total

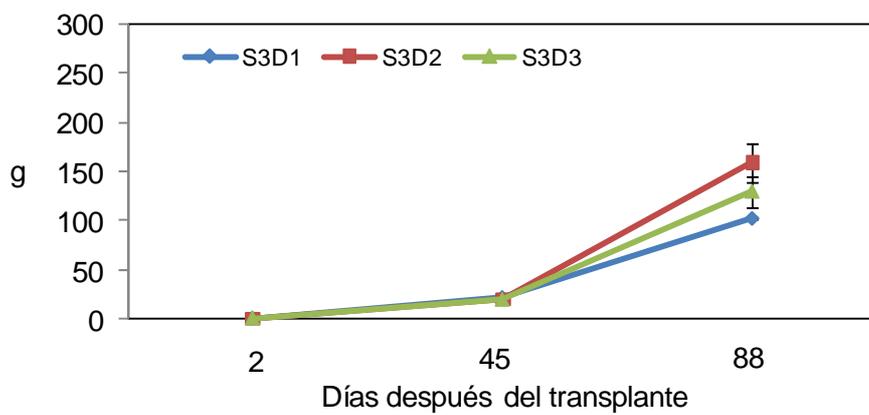
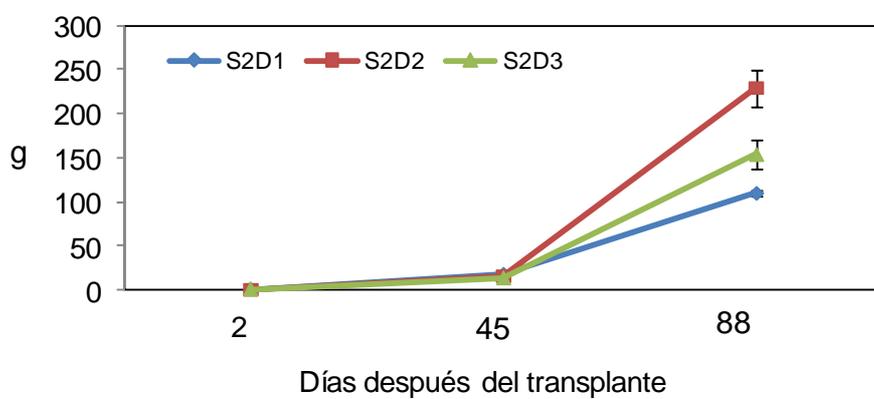
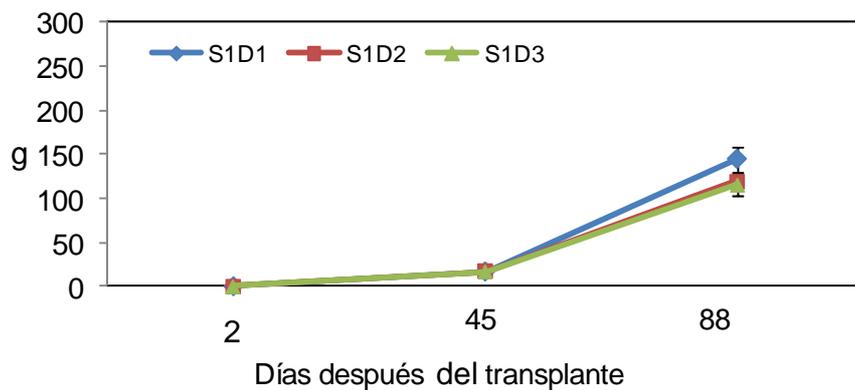
La solución nutritiva, las densidades de población y la interacción de ambos factores afectaron de manera significativa ( $P < 0.05$ ) al peso seco total por planta sólo hasta los 88 ddt. La comparación de medias entre combinaciones (Cuadro 8), indica que la solución y densidad intermedias (S2D2) produjo el peso seco total por planta más alto que el resto de las combinaciones. En seguida los tratamientos S1D1, S2D3 y S3D2, los cuales no fueron estadísticamente diferentes entre ellos ( $P = 0.05$ ), tuvieron en promedio un 34% menos de peso seco total. En último lugar las combinaciones S1D2, S1D3, S2D1, S3D1 Y S3D3, en promedio registraron un 50% menos de peso seco total.

La dinámica de producción de peso seco total por planta fue similar en las tres soluciones nutrimentales hasta los 45 ddt, después de ese tiempo en la S1 sólo la biomasa total de la densidad más baja fue diferente y superior en un 23% a la producida en las otras dos densidades. En la S2, la densidad intermedia produjo la mayor producción de peso seco total con un 49 y 107% más que la densidad más alta y más baja, respectivamente. Con respecto a la S3, la densidad intermedia mostró el valor más alto de peso seco total, en seguida la densidad más alta con un 19% menos y la densidad más baja con un 36% menos de peso seco total.

**Cuadro 8.** Medias del peso seco total por planta a los 88 días después del trasplante

Solución nutrimental	Densidad de población	Media (g) <sup>†</sup>
S1	D1	144.8 b
S1	D2	119.5 c
S1	D3	115.5 c
S2	D1	110.1 c
S2	D2	228.5 a
S2	D3	153.6 b
S3	D1	102.5 c
S3	D2	159.2 b
S3	D3	129.4 c

C.V. a (%) = 10.20%, C.V. b (%) = 15.71%, <sup>†</sup> Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Duncan,  $P = 0.05$ )



**Figura 5.** Dinámica de producción de peso seco total por planta, las barras indican  $\pm$  el error estándar.

#### 7.4 Rendimiento de fruto fresco

Los efectos principales de la densidad de población y la solución nutricional en el rendimiento de fruto fueron significativos ( $P < 0.05$ ) pero los de la interacción de ambos factores no lo fue ( $P = 0.05$ ). El rendimiento de fruto respondió de manera positiva al incremento de la concentración de la solución nutricional del nivel bajo (S1) al intermedio (S2) pero no al alto (S3) (Cuadro 9). Las S2 y S3 produjeron un rendimiento de fruto estadísticamente similar ( $P = 0.05$ ), con un promedio entre ellas de  $729 \text{ g m}^{-2}$  el cual fue superior en un 37% a S1.

**Cuadro 9.** Rendimiento de fruto fresco

Solución	Densidad de población			Media ( $\text{g m}^{-2}$ )
	D1	D2	D3	
S1	583	574	439	532 b
S2	796	815	629	747 a
S3	691	765	680	712 a
Media	690 a	718 a	583 b	

C.V. a = 7.56%, C.V.b = 8.83%, †medias seguidas de la misma letra entre hileras y columnas no son estadísticamente diferentes (Duncan,  $P = 0.05$ ).

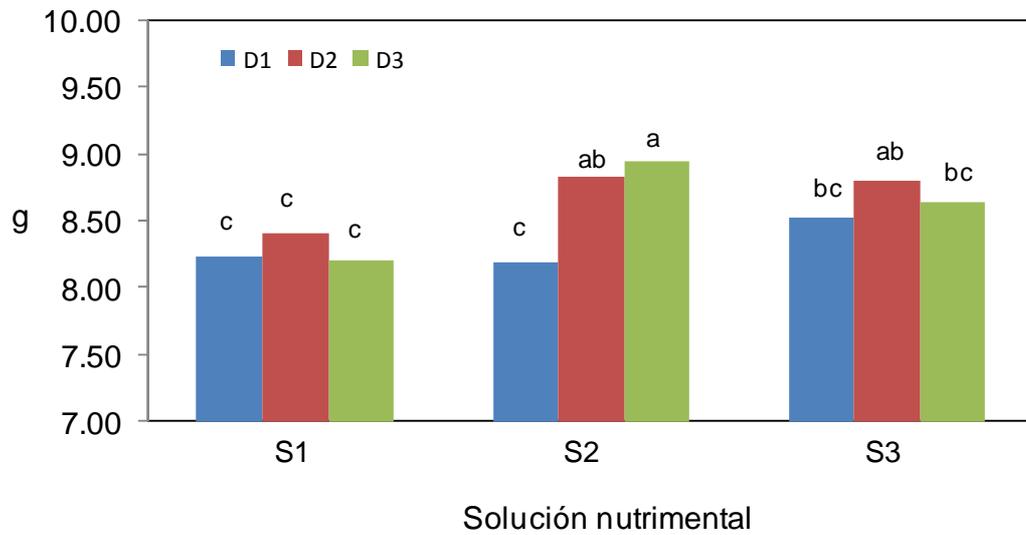
El rendimiento de fruto tendió a incrementarse al aumentar el número de plantas por m<sup>2</sup> de D1 a D2, aunque no se detectó una diferencia estadística entre ellas ( $P = 0.05$ ), pero al incrementar la población a D3 el rendimiento disminuyó en un 18% con respecto al promedio del rendimiento registrado en las otras dos densidades (Cuadro 9).

### **7.5 Calidad de fruto**

La solución nutrimental, densidad de población, y la interacción de ambos factores no afectaron de manera significativa ( $P = 0.05$ ) al largo de fruto, el valor promedio de esta variable fue 4.6 cm. El ancho de fruto fue afectado significativamente ( $P = 0.05$ ) solamente por la densidad de población. La baja e intermedia población mostraron frutos de similar anchura (Duncan,  $P = 0.05$ ), con un promedio entre ellos de 3.3 cm, el cual fue superior en un 6.5% a los frutos de la alta población.

La densidad de población y la interacción de este factor y la solución nutrimental afectaron de manera significativa ( $P < 0.01$ ) al peso de fruto, en cambio el efecto principal de la solución nutrimental no lo hizo a un  $P = 0.05$ .

Las combinaciones S2D3, S2D2, y S3D2 produjeron los frutos más pesados con un peso promedio de 8.9 g, enseguida las combinaciones S3D1 y S3D3 con frutos con un 5% menos de peso de fruto y por último las combinaciones de la S1 con las tres densidades de población y la S2D1 tuvieron los frutos de menor peso.



**Figura 6.** Efecto de la solución nutrimental y densidad de población en el peso fresco de fruto. Barras con la misma letra indican no diferencia estadística (Duncan,  $P = 0.05$ ) entre combinación de factores estudiados.

## VIII CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones como se desarrolló el presente trabajo se concluye lo siguiente:

Tanto las soluciones nutrimentales como las densidades de plantación afectaron el crecimiento y rendimiento del chile habanero.

La solución nutrimental de concentración intermedia combinada con la densidad de población intermedia produjeron el máximo valor de índice de área foliar y peso seco total por planta.

Las soluciones nutrimentales de concentración intermedia y alta tuvieron un efecto similar en el rendimiento de fruto, el cual fue superior en un 37% a la solución de baja concentración.

Las densidades de baja e intermedia población mostraron un rendimiento de fruto similar pero superior en un 18% a la densidad de población alta.

La calidad del fruto se vio afectada por la densidad de población, la alta población presentó menor ancho de fruto respecto a las otras dos densidades.

Las combinaciones de la solución nutrimental intermedia con la población de plantas intermedia y alta y la solución concentrada con la densidad intermedia produjeron los frutos más pesados.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Aragón P. De L., L.H. 1995. Factibilidades Agrícolas y Forestales en la República Mexicana. Ed. Trillas. México, D.F. 177p.
- Alpizar E., A. Trujillo y F. Herrera (2003). Determinación de capsaicinoides en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). (En red). Disponible en [http://www.pepperconference.org/proceedings/determinación\\_de\\_capsaicinoides.pdf](http://www.pepperconference.org/proceedings/determinación_de_capsaicinoides.pdf). Consultado el 20 de agosto del 2009.
- Baradas, M. W. 1994. Crop requirements of tropical crops. In: Handbook of Agricultural Meteorology. J.F. Griffiths Editor. Oxford University Press. New York. USA. pp. 189-202.
- Benacchio, S.S. 1992. Algunas Exigencias Agroecológicas en 58 especies de Cultivo con potencial de producción en el trópico americano. FONAIAP Centro Nacional de Investigación Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Venezuela. 202 p.
- Bosland, P.W. 1996. Capsicums: Innovative uses of an ancient crop. p. 479-487. In: J. Janick (ed.), Progress in new crops. ASHS Press, Arlington, VA.
- Cadahia López C. 2005. Fertirrigación cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. 3ª. Edición. Editorial Mundi-prensa. 75p.
- Cheng, S. (1989). The use of *Capsicum chinense* as Sweet Pepper cultivars and source for gene transfer. En: Tomato and Pepper production in the tropics. Int Synp. AVRDC.Taiwan. p. 55-62.
- Comerford N. 1999. Mecanismos de captación de nutrimentos en ecosistemas forestales: de cómo interpretar la fertilidad en el contexto de la conservación de recursos genéticos. pp. 127-135. In: R. Orellana, A. Escamilla, A. Larqué. (eds.). Ecofisiología vegetal y conservación de recursos genéticos. Centro de Investigación Científica de Yucatán. Mérida, Yucatán. México.
- Dewitt, D. & P. Bosland (1994). The pepper garden., Berkeley, California, USA. Ten Speed Press. pp. 59-71.
- Doorenbos, J., A.H. Kassam. 1979. Efectos del Agua Sobre el Rendimiento de los Cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje Núm. 33. FAO. Roma. Italia.212p.
- FAO. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Versión 1.0. AGLS. FAO. Rome, Italy.

- Flores-López R., F. Sánchez-del Castillo, J. E. Rodríguez-Pérez, M. T. Colinas-León, R. Mora-Aguilar y H. Lozoya-Saldaña. 2009. Densidad de población en cultivo hidropónico para la producción de tubérculo-semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.). Revista Chapingo. Serie horticultura. 15(3):251-258.
- García del B. J. de J. 1998. Producción de Chile habanero (*Capsicum chinense*), bajo condiciones de invernadero con la aplicación de tres fertilizantes foliares, (Foltron Plus, Polipuel Multi, Poliquel fierro). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 56 p.
- García C.I., G. Briones S. 1997. Sistemas de riego por aspersión y goteo. Editorial trillas. Pág. 172
- García S. J. A., R. Nava P. 1999. 500 Tecnologías Llave en Mano. SAGAR-INIFAP. México, D.F. pp. 72-73.
- Gaytán-Mascorro A., A. Palomo-Gil, D. G. Reta-Sánchez, S. Godoy-Ávila, E. A. García-Castañeda. 2004. Respuesta del algodón cv. Cian precoz 3 al espaciamiento entre surcos y densidad poblacional. I. Rendimiento, precocidad y calidad de fibra. Phytón. 73: 57-67.
- <http://eddie-chilehabanero.blogspot.com/2007/08/tecnologia-de-produccion-del-chile.html>. Consultado el 16 de enero del 2009.
- <http://www.conacyt.mx/Comunicacion/Revista/195/Articulos/Chilehabanero/Habanero06.html>. Consultado el 20 de febrero del 2009.
- [http://www.inifap.gob.mx/quienes\\_somos/noticias/nota\\_chile\\_habanero-final.pdf](http://www.inifap.gob.mx/quienes_somos/noticias/nota_chile_habanero-final.pdf). Consultado el 18 de mayo del 2009.
- [http://www.impi.gob.mx/wb/IMPI/declaratoria\\_general\\_de\\_proteccion\\_Chile\\_Habanero/\\_rid/1841?page=3](http://www.impi.gob.mx/wb/IMPI/declaratoria_general_de_proteccion_Chile_Habanero/_rid/1841?page=3). Consultado el 5 de junio del 2010.
- <http://www.conacyt.mx/Comunicación/Revista>. Consultado el 20 del 2009.
- <http://www.sipse.com/noticias/7857-yucatan-deja-picado-mercado-chile-habanero.html>. Consultado el 15 de enero del 2010

[http://www.fpy.org.mx/index.php?id=noticia&tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=53&tx\\_ttnews%5BbackPid%5D=181&cHash=9caf4a277a](http://www.fpy.org.mx/index.php?id=noticia&tx_ttnews%5Btt_news%5D=53&tx_ttnews%5BbackPid%5D=181&cHash=9caf4a277a). Consultado el 25 de abril del 2010

<http://www.teorema.com.mx/legislacionambiental/chile-habanero-mas-que-un-picante/>. Consultado el 21 junio del 2010.

<http://www.hortalizas.com/pdh/?storyid=1298>. Consultado el 19 de octubre del 2009.

[http://www.world-pepper.org/2009/memorias/2\\_recursosgeneticos.pdf](http://www.world-pepper.org/2009/memorias/2_recursosgeneticos.pdf). Consultado el 29 marzo del 2010.

INIFAP. 1999. 500 Tecnologías Llave en mano. SAGAR-INIFAP. México, D.F. 73-73 p.

Laborde C. J. A. y Pozo C. O. 1984 Presente y pasado del chile en México SARH-INIA México publicación especial número 85. 80p

León. J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica. IICA. P. 179-182.

Long-Solís, J. 1998. Capsicum y cultura: La historia del chile. México. Fondo de Cultura Económica. 2ª. Edición. pp. 77-78.

López L. R., F. Mirafuentes H. 2004. Sistema de fertirrigación y acolchado plástico en la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). [http://www.worldpepper.org/2004/memorias2004/223\\_lopez\\_lopez\\_wpc2004.pdf](http://www.worldpepper.org/2004/memorias2004/223_lopez_lopez_wpc2004.pdf). Consultado el 20 de junio del 2010.

Martínez G.M. A. 2002. El cultivo del chile guajillo con ferti-irrigación en el Altiplano de San Luis Potosí. Secretaría de agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales Agrícola y Pecuarias, Campo Experimental Palma de la Cruz. San Luis, Potosí, SLP., México. Folleto para Productores Núm. 33. p. 6.

Medina, E. J. A. 1984. Guía para producción de habanero en la Zona Henequenera. 172 p.

Nuez, F., G. Ortega, L., J. Costa. 1995. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ediciones Mundi Prensa. 227p.

- Olalde G. V.M., P. Sanchez G., L. Tijerina Ch, A.A. Mastache L. y E. Carreño R. 2000. Crecimiento y distribución de biomasa en girasol en función del nitrógeno y densidad de población en clima cálido. TERRA Latinoamericana. 18(4): 313-323.
- Pérez, G. A., A. Pineda D., L. Latournerie M., W. Pam P., C. Godoy A. 2008. Niveles de evapotranspiración potencial en la producción de chile habanero. TERRA Latinoamericana. Vol.26, Num. 1, pp.53-59.
- Piña, R. J. 1984. Guía para producción de chile habanero en suelos Arables de Yucatán. SARH. Mérida, Yucatán. México.120p.
- Pozo C O. 1984. Líneas de investigación en el cultivo de chile. En: Presente y Pasado del chile en México. J A Laborde C, O Pozo C (comps). SARH, INIA, México, D.F. pp: 24:25.
- Ramírez, J. G., B. W, Avilés., E. R. Dzip. 2006. Áreas con Potencial Productivo para Chile Habanero (*Capsicum chinense*, Jacq) en el Estado de Yucatán. En: Primera Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. INIFAP, COFUPRO, CICY, AMEAS y OTRAS INSTITUCIONES. Mérida, Yucatán, Mexico. 66p.
- Ramírez, J., G., S. Góngora, G., L.A. Pérez, M., R. Dzib, E.R., C. Leyva, M. y I. R. Islas, F. 2005. Síntesis de oportunidades e información estratégica para fijar prioridades de investigación y transferencia de tecnología en Chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq). En: Estudio estratégico de la Cadena Agroindustrial: Chile habanero. INIFAP, SAGARPA, ASERCA, CIATEJ, UNACH, CICY, OTTRAS. Mérida, Yucatán, México. 23p.
- Rylski, I., 1985. Capsicum. pp. 140–146. In: Halevy, H.A. (Ed.), CRC Handbook of Flowering. CRC Press, Boca Raton, FL, U.S.A.
- SARH-INIA. 1984. Guía para producir chile habanero en suelos arables de Yucatán. Editorial unidad de difusión técnica del CIAPY.
- Sharapin Nikolai. Fundamentos de Tecnología de productos fitoterapéuticos. Programa Iberoamericano de Ciencia Y Tecnología para el desarrollo. CYTED. 1998.
- Soria-Fregoso, M., J. A. Trejo-Rivero, J.M. Tun-Suárez y R. Terán-Saldivar. 2002. Paquete tecnológico para la producción de chile habanero. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Conkal, Yucatán, México.

- Soria, F.M. 1993. Producción de hortalizas en la península de Yucatán. SEP-D.G.E.T.A. Yucatán, México. Pág. 50.
- Tarjuelo Martín-Benito, J.M 2005. El riego por aspersión y su tecnología. 3ª. Edición. Editorial Mundi- prensa. Pág. 581
- 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.
- Terry, L.R. 2008. Improving nutrient use efficiency. Turkish Journal Agriculture and Forestry.32:177-182
- Trujillo A., J.J.G. 2001. Descripción varietal de chile habanero (*Capsicum chinense* J.). En Memorias del seminario de chile habanero. 26 de abril de 2001. INIFAP, SAGARPA. Mérida, Yucatán. Pp 10-16.
- USDA Natural Resources Conservation Service. (2003). Plants National database. (Enred). Disponible en:[http://www.plants.usda.gov/cgi\\_bin/plant\\_profile.cgi?simbol=CACH30](http://www.plants.usda.gov/cgi_bin/plant_profile.cgi?simbol=CACH30). Consultado el 12 mayo del 2010.
- Ugues, R.J. 1997. El cultivo del chile habanero (*capsicum chinense*). Tesis de Licenciatura. UAAAN, Buenavista Saltillo, Coah. México. 47p.
- Valadez, L, A. 1993. Manual teórico practico de herbicidas y fitorreguladores, 2ª. Edición. Editorial Limusa México. 120 p.
- Volke, V., J.D Etchevers., A. Sanjuan., T. Silva. 1997. Modelo de balance nutrimental para la generación de recomendaciones de fertilización para cultivos. Terra 16:79-91.