

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**PRODUCCIÓN DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense*) BAJO
CONDICIONES DE CAMPO EN LA COMARCA LAGUNERA.**

POR:

JUAN CARLOS PAULINO LUIS

TESIS:

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Torreón, Coahuila, México.

Diciembre de 2013

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
PRODUCCIÓN DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense*) BAJO
CONDICIONES DE CAMPO EN LA COMARCA LAGUNERA.**

TESIS

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

POR

JUAN CARLOS PAULINO LUIS

APROBADO POR EL COMITÉ ASESOR



**Ph. D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA
ASESOR PRINCIPAL**



**M.C. FEDERICO VEGA SOTELO
ASESOR**



**M.C. EDGARDO CERVANTES ALVAREZ
ASESOR**



**M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
ASESOR**



**DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREON, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE 2013

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**


DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**TESIS DEL C. JUAN CARLOS PAULINO LUIS QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN
APROBADO POR:**



**Ph. D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA
PRESIDENTE**



**M.C. FEDERICO VEGA SOTELO
VOCAL**



**M.C. EDGARDO CERVANTES ALVAREZ
VOCAL**



**M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
VOCAL SUPLENTE**



**DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas**

TORREON, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE 2013

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A MIS PADRES: Sr. Lorenzo Paulino Marcos y Sra. Maximina Luis José por regalarme lo más preciado de este mundo que es la vida, los admiro, quiero y que siempre me han enseñado excelentes valores, como el estar unido en familia, luchar por nuestras metas, instruirme a luchar y no darme por vencido por lo difícil que sea el camino. Gracias padres por su interminable paciencia, por sus consejos y apoyo.

A mis hermano Jaime, Elvis Juventino, Inocente y Moisés por su apoyo moral y sentimental que me han brindado durante el trayecto de mi carrera y que me siguen brindando su apoyo incondicionalmente hasta estos momentos de mi vida. A mi hermana M^a Del Carmen que desde el cielo me observando. A mi abuelita Desideria por animarme desde niño y durante la trayectoria de mis estudios. Gracias familia por su apoyo.

Gracias a la Ing. María Del Refugio Mendoza Alcantar y Familia, por sus sabios consejos y apoyo moral.

Ph.D. Vicente De Paul Alvarez Reyna, más que un profesor es un gran amigo y gracia por su apoyo moral que me ha brindado durante mi formación académica y por la realización de mi trabajo de tesis Gracias.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerza para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida y culminar una etapa más de mi vida y el presente trabajo, resultado de esfuerzo y sacrificios constante.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, por brindarme una carrera, gracias a ella estoy culminando una etapa más de mi vida, formarme como un hombre de bien para servir a la comunidad y Mi Alma Terra Mater.

Al mí comité de asesores: Ph. D. Vicente De Paul Alvarez Reyna, M.C. Federico Vega Sotelo, M.C. Edgardo Cervantes Alvarez, M.E. Víctor Martínez Cueto e Ing. María de Lourdes Ortiz Pérez. Así como a mis profesores que me prepararon durante mi carrera.

A mis compañeros de generación Luis Felipe Calvo López, por apoyarme en los momentos difíciles, Gracias, José Moisés Resendiz Martínez, Carlos Iván Moreno, Amílcar Antonio, Armando Nahle Martínez y mis compañeras, con quien compartí momentos de alegría y que al final cumplimos nuestro objetivo.

A mis amigos Audiel Gil Camilo, M.C. Héctor Armando Díaz Méndez, Manuel Marroquín, Omar Moreno, Esteban Gerardo Muro Salas y Ulises.

A mis profesores grandes amigos, que me brindaron sus consejos en los momentos difíciles para seguir con mi carrera y terminar la misma gracias profesores.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----|
| RESUMEN..... | VII |
| 6.1 PALABRAS CLAVE..... | VII |
| I. Introducción..... | 1 |
| 1.1 Objetivo general..... | 3 |
| 1.2 Hipótesis..... | 3 |
| II. Revisión de literatura..... | 4 |
| 2.1 Generalidades del chile (<i>Capsicum chinense</i>)..... | 4 |
| 2.1.1. Origen..... | 7 |
| 2.1.2. Clasificación taxonómica..... | 8 |
| 2.2. Características morfológicas del chile..... | 8 |
| 2.2.1. Morfología..... | 8 |
| 2.2.2. Raíz..... | 9 |
| 2.2.3. Tallo..... | 9 |
| 2.2.4. Hojas..... | 10 |
| 2.2.5. Flor..... | 10 |
| 2.2.6. Fruto..... | 10 |
| 2.3. Semilla..... | 11 |
| 2.3.1. Pungencia..... | 11 |
| 2.3.2. Composición química..... | 13 |
| 2.3.3. Propiedades Nutrimientales..... | 14 |
| 2.3.4. Situación de mercado del chile habanero..... | 15 |
| 2.3.5. Estrés Hídrico..... | 17 |
| 2.4. Requerimiento edafoclimáticos del cultivo de chile habanero..... | 18 |
| 2.4.1. Generalidades..... | 18 |
| 2.4.2. Clima..... | 18 |
| 2.4.3. Suelo..... | 18 |
| 2.4.4. Luz..... | 19 |
| 2.4.1 pH..... | 19 |
| 2.4.2. Temperatura..... | 19 |
| 2.4.3. Humedad..... | 20 |
| 2.5 Manejo agronómico..... | 20 |
| 2.5.1 Producción de plántulas..... | 20 |
| 2.5.2. Preparación del suelo..... | 21 |
| 2.5.3. Subsuelo..... | 21 |
| 2.5.4. Barbecho..... | 22 |
| 2.5.5. Rastreo..... | 22 |
| 2.5.6. Preparación de camas o surcos..... | 22 |
| 2.6. Densidad de población..... | 22 |
| 2.6.1. Trasplante..... | 22 |
| 2.6.2. Riego..... | 23 |
| 2.6.3. Fertilización..... | 24 |
| 2.6.4. Fertilización manual..... | 25 |
| 2.7. Labores culturales..... | 26 |
| 2.7.1. Poda..... | 26 |
| 2.7.2. Aporque..... | 27 |
| 2.7.3. Control de maleza..... | 27 |
| 2.7.4. Cosecha..... | 28 |
| 2.7.5. Manejo de post-cosecha..... | 28 |
| 2.7.6. Empaque..... | 29 |
| 2.7.7. Almacenamiento..... | 29 |

| | |
|--|----|
| 2.8. Principales enfermedades y plagas | 29 |
| 2.8.3. Principales plagas | 33 |
| 2.8.4. Pulgón (<i>Myzus persicae</i>)..... | 33 |
| 2.8.5. Mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius y <i>Trialeurodes vaporariorum</i>)..... | 33 |
| 2.8.6. Principales enfermedades..... | 34 |
| 2.8.6.1 Mancha bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>)..... | 34 |
| 2.8.6.2 Damping off (<i>Pythium</i> spp., <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Phytophthora</i> sp, <i>Fusarium</i> sp) | 35 |
| 2.9. Riego por goteo | 36 |
| 2.9.1. Origen..... | 36 |
| 2.9.2. Riego por goteo | 37 |
| 2.9.2.1. Ventajas de un sistema de riego por goteo (Goyal) son: | 37 |
| 2.9.2.2. Desventajas de un riego por goteo (Goyal) son: | 37 |
| 2.9.3. Componentes del sistema..... | 38 |
| 2.9.3.1 La fuente de abastecimiento de agua..... | 38 |
| 2.9.3.2 Cabezal de riego | 39 |
| 2.9.3.3 Equipo de bombeo | 39 |
| 2.9.3.4 Sistema de filtrado..... | 40 |
| 2.9.3.5 Unidad de fertilización..... | 41 |
| 2.9.3.6 Aparato de control y medición..... | 42 |
| 2.9.3.7 Tubería principal..... | 42 |
| 2.9.3.8 Líneas regantes o laterales..... | 43 |
| 2.9.3.9 Válvulas de seccionamiento..... | 43 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 44 |
| 3.1. Descripción del sitio de investigación | 44 |
| 3.1.1. Localización del área en estudio..... | 44 |
| 3.1.2. Clima del lugar..... | 44 |
| 3.1.3. Temperatura..... | 45 |
| 3.1.4. Precipitación..... | 45 |
| 3.2. Principales Ecosistemas | 46 |
| 3.2.1. Flora..... | 46 |
| 3.2.2. Fauna..... | 46 |
| 3.2.3. Genotipo utilizado..... | 46 |
| 3.2.4. Diseño experimental..... | 46 |
| 3.3. Prácticas culturales | 46 |
| 3.3.1. Preparación del terreno..... | 46 |
| 3.3.2. Trasplante..... | 46 |
| 3.4. Manejo del cultivo..... | 47 |
| 3.4.1. Producción de plántulas..... | 47 |
| 3.4.2. Instalación del sistema de riego por goteo | 48 |
| 3.4.3. Riego | 48 |
| 3.4.4. Fertilización | 50 |
| 3.5. Principales plagas | 50 |
| 3.5.1. Gusano peludo (<i>Estigmene acrea</i>) | 51 |
| 3.5.2. Mosquita blanca (<i>Bemisia</i> sp.)..... | 51 |
| 3.5.3. Cosecha | 52 |
| 3.5.4. Variables estudiadas | 52 |
| 3.5.5. Análisis estadísticos | 52 |
| IV. Resultados y Discusión..... | 53 |
| 4.1 Altura de planta. | 53 |
| 4.2 Longitud de fruto..... | 53 |
| 4.3 Peso promedio fruto | 53 |
| 4.2 Rendimiento total..... | 54 |
| 4.3 Eficiencia en uso de agua (EUA) | 54 |
| V. Conclusiones..... | 55 |
| BIBLIOGRAFÍAS | 56 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| <u>Cuadro 1. Países con mayor superficie cosechada en 2008.</u> | 6 |
| <u>Cuadro 2. Países productores a nivel mundial en 2008.</u> | 7 |
| <u>Cuadro 3. Calidad del fruto de capsicum chinense de acuerdo al tamaño y peso</u> | 11 |
| <u>Cuadro 4. Composición química del fruto de chile habanero.</u> | 14 |
| <u>Cuadro 5. Propiedades nutrimentales de chile habanero.</u> | 15 |
| <u>Cuadro 6. Principales estados productores de chile habanero (ton/ha) en 2004.</u> | 16 |
| <u>Cuadro 7. Producción, rendimiento y valor de la producción a nivel nacional de chile habanero.</u> | 17 |
| <u>Cuadro 8. Requerimiento diario de N, P₂O₅ y K₂O, para el cultivo de chile habanero.</u> | 26 |
| <u>Cuadro 9. Principales enfermedades en el cultivo de chile habanero.</u> | 30 |
| <u>Cuadro 10. Principales plagas en el cultivo de chile habanero</u> | 31 |
| <u>Cuadro 11. Datos climáticos de la región de la Comarca Lagunera.</u> | 45 |
| <u>Cuadro 12. Fertilizantes utilizados y cantidades por etapa fenológica de la planta de Chile Habanero.</u> | 50 |
| <u>Cuadro 13. Altura de planta (cm), longitud de fruto (cm) y peso promedio de fruto (gr) de Chile Habanero. Ciclo Primavera-verano 2012 Comarca Lagunera. UAAAN- UL 2013.</u> | 53 |
| <u>Cuadro 14. Rendimiento total (ton/ha) y eficiencia en uso de agua EUA (kg/m³) de Chile Habanero a campo, Ciclo primavera-verano 2012 Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2013.</u> | 54 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| <u>Figura 1. Superficie cosechada mundial de chile (Millón. Has). Fuente: (FAOSTAT, 2009)</u> | 5 |
| <u>Figura 2. Producción Mundial 2000-2008 de chile (Millón. Ton). Fuente: (FAOSTAT, 2009) ...</u> | 6 |
| <u>Figura 3. Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca 2012.</u> | 13 |
| <u>Figura 4. Mancha bacteriana y Damping off</u> | 30 |
| <u>Figura 5. Pulgón y Acaro blanco</u> | 32 |
| <u>Figura 6. Mosquita blanca y Diabrotica.....</u> | 33 |
| <u>Figura 7. Síntomas de daños por bacterias en chile.</u> | 35 |
| <u>Figura 8. Síntoma de daño por Damping Off.</u> | 36 |
| <u>Figura 9. Trasplante de chile habanero en UAAAN-UL, primavera - verano 2012.</u> | 47 |
| <u>Figura 10. Plántulas de chiles lista para el trasplante.</u> | 48 |
| <u>Figura 11. Medición de caudal de gotero.....</u> | 48 |
| <u>Figura 12. Gusano peludo.....</u> | 51 |
| <u>Figura 13. Mosquita blanca.....</u> | 52 |

ÍNDICE DE APÉNDICE

| | |
|--|----|
| <u>Apéndice 1. Análisis de Varianza de altura planta (cm) en chile habanero en la Comarca Lagunera, 2012.</u> | 65 |
| <u>Apéndice 2. Análisis de Varianza de longitud de frutos en chile habanero en la Comarca Lagunera, 2012.</u> | 65 |
| <u>Apéndice 3. Análisis de Varianza de peso promedio de frutos en chile habanero en la Comarca Lagunera, 2012.</u> | 65 |
| <u>Apéndice 4. Análisis de Varianza de rendimiento total (ton/ha) en chile habanero en la Comarca Lagunera, 2012.....</u> | 66 |
| <u>Apéndice 5. Análisis de Varianza de eficiencia en uso de agua (Kg/m³) en chile habanero en la Comarca Lagunera – 2012.....</u> | 66 |

RESUMEN

Uno de los principales problemas que tiene México es la falta de agua, en las zonas semiáridas y áridas, uno de los factores que afecta a la planta durante su ciclo vegetativo, por lo cual recurrimos a utilizar los diferentes tipos de sistemas de riego, como el sistema de riego por goteo con la finalidad de mejorar el uso eficiente del agua en la producción de chile (***Capsicum chinense***). La agricultura es una de las actividades con mayor demanda de agua. Con la finalidad de producir el chile habanero, se realizó un estudio bajo condiciones de campo en la Comarca Lagunera, para analizar la adaptabilidad y producción del cultivo.

El cultivo de chile habanero puede constituir una alternativa en la Comarca Lagunera, que pudiera aumentar el ingreso de los productores, sin embargo, no existe información de trabajos realizados a campo abierto, únicamente información de trabajos en agricultura protegida (Invernadero y Casa sombra).

El trabajo se realizó en el ciclo Primavera-Verano 2012 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Los tratamientos consistieron en regar con el 40, 60, 80 y 100% de Etp determinada en base al tanque evaporímetro "A" aplicando el riego diariamente. El diseño experimental utilizado fue bloque al azar con cuatro repeticiones, las variables evaluadas fueron, altura de planta, peso promedio y longitud de fruto, rendimiento total y eficiencia en uso de agua.

El rendimiento total, longitud y peso promedio de fruto, fue similar para los tratamientos evaluados. La mejor altura de planta y eficiencia en uso de agua se obtuvo con el tratamiento del 100 % de Etp.

6.1 PALABRAS CLAVE

Capsicum chinense, Evapotranspiración, Producción, Rendimiento y Eficiencia en Uso de Agua.

I. Introducción

En los cultivos hortícolas el chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq) ocupa el segundo lugar en importancia en el estado de Yucatán (Prado, 2001). Probablemente el *C. chinense* era originario de América del Sur, de donde fue introducido a Cuba, aunque en la isla no se siembra ni se consume (Laborde, 1982). De ahí se cree que fue traído a la Península de Yucatán. Esta hipótesis se refuerza al comprobar que *C. chinense*. Es el único chile que no tiene nombre maya, a diferencia de otros. En Yucatán el chile *C. chinense* es comúnmente llamado "habanero". Este chile se encuentra distribuido en toda la península, donde se observan diferentes formas, color y tamaño del fruto. El chile habanero, para su cultivo, demanda una cantidad de agua relativamente alta (550 a 700 milímetros por ciclo), sobre todo durante las etapas de floración, fructificación y llenado de fruto (De la Cruz, 2006).

El chile fue uno de los primeros cultivos domesticados en Mesoamérica por lo que ahora se ha convertido en un ingrediente casi obligado en la comida mexicana. México es el país del mundo con la mayor variedad genética de *Capsicum annum* y de sus parientes silvestre *C. annum* variedad *aviculare* y *C. annum* variedad *glabrisculum*, representada por numerosos tipos (Serrano, Jalapeños, Pasillas, Guajillo, de Árbol y otros.) Adaptados a diferentes condiciones agroecológicas y ampliamente usados en el país. Así mismo, cuenta con otras especies importantes de chile como *C. chinense* y *C. pubescens*, mejor conocido como chile Habanero y Manzano (Meneses et al., 2006). Su riqueza genética se debe en gran parte a la diversidad de clima y suelo, pero también a las prácticas tradicionales de cultivo que efectúan los pequeños productores utilizando la semilla de los frutos seleccionados de las plantas nativas (Latournerie et al., 2007). Entre la gran diversidad del género *capsicum*, el chile habanero (*C. chinense* Jacq.) se ha convertido en un símbolo y ejemplo en pungencia, debido a su alto contenido de capsaicina encontrado en el fruto (Laborde y Pozo, 1984). La importancia de los capsaicinoides se debe a que además de proporcionar el sabor picante son utilizados por la industria farmacéutica (Salazar-Olivo y Silva-Ortega,

2004), de armas, tabacalera, cosmética, pinturas, entre otras como ingrediente activo en diversos productos. Los niveles de escozor en el chile están determinados por dos factores: los genéticos de la planta y los que interactúan con el medio ambiente. Estudios realizados han mostrado diferentes respuestas del efecto del estrés hídrico y la nutrición.

La producción tecnificada de chile habanero con el uso de sistemas de riego-fertilización con base en los requerimientos del cultivo por etapas fenológicas y el seguimiento de la composición de la solución del suelo, así como el control integrado de plagas, permite elevar la competitividad de esta alternativa para la diversificación de la horticultura mexicana basados en la creciente demanda de este en el mercado nacional e internacional, (SAGARPA e INIFAP 2009). La producción de chile habanero es tradicional en la Península de Yucatán. Se caracteriza por el bajo empleo de tecnología; baja densidad de población 10 mil plantas por hectárea, riego con mangueras el cual emplea una gran cantidad de mano de obra, control manual de la maleza y manejo fitosanitario poco eficiente. Estas deficiencias propician bajo rendimiento, 12 ton/ha y alto costo de producción.

Se puede aplicar esta tecnología a cualquier tipo-variedad de chile habanero, fruto naranja y rojo, con siembras durante todo el año. Así mismo es aplicable para diferente suelo con ajuste en función de las condiciones físicas y de fertilidad del mismo. Se recomienda usar riego por goteo o cintilla, cuyo diseño se debe adaptar a la densidad de 22,000 a 25,000 plantas por hectárea (INIFAP 2009). El riego se aplica en función del requerimiento del cultivo, y para ello se pueden auxiliar del uso de tensiómetros, (SAGARPA e INIFAP 2009). Esta tecnología puede ser empleada por aquellos productores de chile habanero, que dispongan de un alto nivel de inversión, para hacer frente al costo de un sistema de riego por goteo, fertigación y eficiente manejo sanitario del cultivo. Se puede aplicar en toda la península de Yucatán, así como a los diferentes estados de la república en los que ya se cultiva chile habanero, mediante algunas adaptaciones. (SAGARPA e INIFAP 2009). La eficiencia en uso de agua podría ser aumentada

en un 50% o más por este sistema en comparación con el riego por superficie. El riego por goteo tiene grandes ventajas en la prevención de pérdida de agua, solo se aplica lo que se evapora en el día y así hacer un buen uso del agua. El chile habanero, es la principal especie hortícola explotada comercialmente en la península de Yucatán (Boger et. al., 2010).

La Comarca Lagunera es una de las regiones agropecuarias importantes de México, con escasez de agua, por lo cual se buscan cultivos, que aumenten la producción con menor cantidad de agua. Debido a la importancia económica del chile habanero a nivel nacional, es un cultivo alternativo que puede generar mayores utilidades a los productores de la región. Para optimizar el aprovechamiento del agua es necesario conocer la cantidad de agua requerida por el cultivo, etapa de máxima demanda, etc.

1.1 Objetivo general

Evaluar la adaptabilidad del chile habanero a las condiciones ambientales de la Comarca Lagunera.

1.2 Hipótesis

El chile habanero crece y produce adecuadamente bajo las condiciones ambientales de la Comarca Lagunera

II. Revisión de literatura

2.1 Generalidades del chile (*Capsicum chinense*)

En México, el cultivo de chile (*capsicum ssp*), junto con la calabaza, maíz y frijol, constituye un sistema de producción que ha sido la base de la alimentación en Mesoamérica (Consejo Nacional de Productores de Chile, CONAPROCH, 2007).

La producción mundial de chile ha tenido un crecimiento espectacular en los últimos diez años, con un 43% de incremento en la superficie, y un 96% de incremento en los volúmenes de producción (CONAPROCH, 2006). Este aumento, principalmente en los tipos picosos, se debe a la creciente demanda de este producto en todas sus presentaciones (fresco, seco y procesado), tanto para consumo directo como para usos industriales. Según datos más recientes de (FAOSTAT, 2007), la producción es de 28´405, 270 toneladas entre fresco y seco. La producción de fresco constituye cerca del 92% del total. Se estima que el 25% de la población mundial consume diariamente algún tipo de chile (Rodríguez-del Bosque et al., 2004).

En cuanto a los países del mundo que cultivan chile, China es el que presenta una mayor participación. Su superficie sembrada actual es de 770,500 hectáreas, que representan un 47.9 por ciento de la producción mundial de chile fresco, con una producción de 14´526,000 toneladas; mas de la mitad de la producción mundial de chile al año (Rincón et al., 2004, CONAPROCH, 2007 y FAOSTAT, 2009).

México ocupa el segundo lugar en volumen de producción mundial con 2´115, 000 toneladas y quinto en superficie cosechada, con 169,300 ha; participando con el 4.7 % del área y 6.9 % de la producción mundial, con un rendimiento promedio bajo de 21.5 ton/ha debido principalmente a la mediana ó baja tecnología de producción que tienen varias de las regiones del país (Rincón et al., 2004, CONAPROCH, 2007 y FAOSTAT, 2009); le siguen, Turquía (5.9 %),

India (4.2 %), Indonesia (3.6 %), España (3.5 %), E.E.U.U (3.0 %), Nigeria (2.5 %) y resto del mundo 23.1 % del volumen mundial de producción, (FAOSTAT, 2009). Se presenta en el cuadro 1 y 2.

La producción mundial de chile seco es de 2348 millones de toneladas, India produce el 32 %, le sigue en importancia China (11 %), Bangladesh (7 %) y Perú (7 %). México ocupa el decimo lugar en producción, con 60 mil toneladas, en una superficie de 37 mil hectáreas, según datos de la FAO. Esta producción representa el 2.6 por ciento del total mundial. Se presenta en la figura 1 y 2.

Los países con el rendimiento más alto son aquellos que emplean tecnología de alta precisión para la aplicación del riego y fertilización, entre los que se encuentran Holanda y Reino Unido con 262 y 247 ton/ha respectivamente (CONAPROCH, 2007).

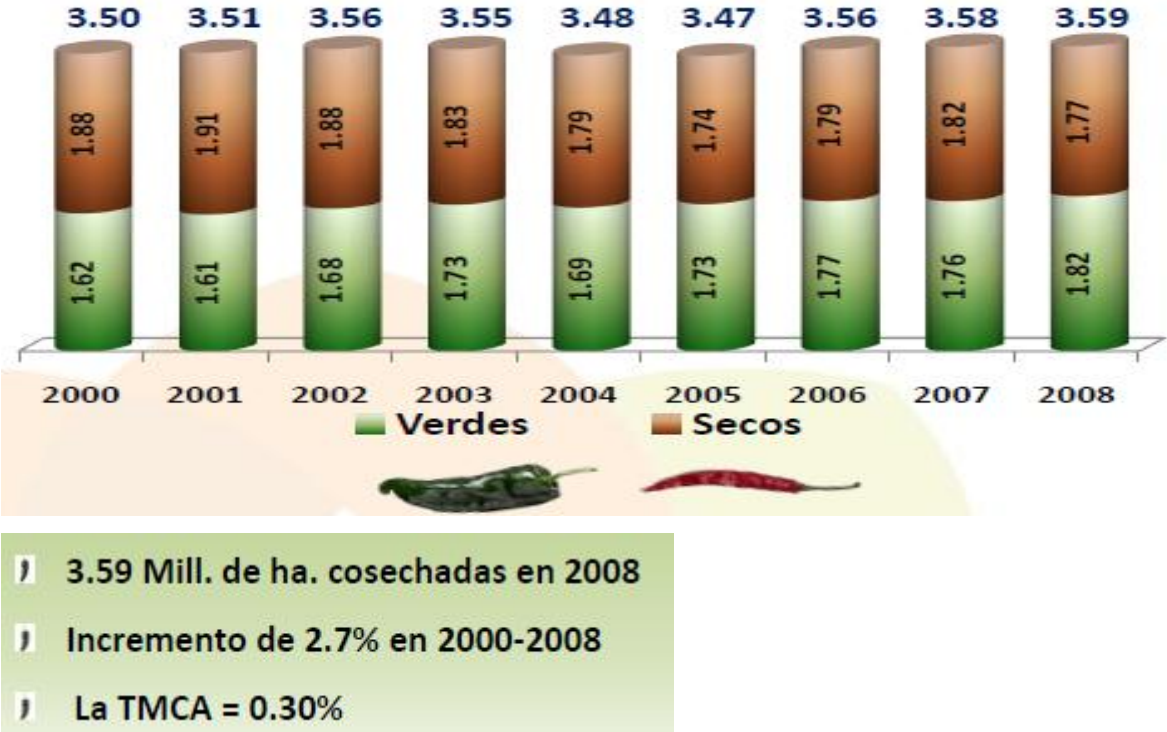
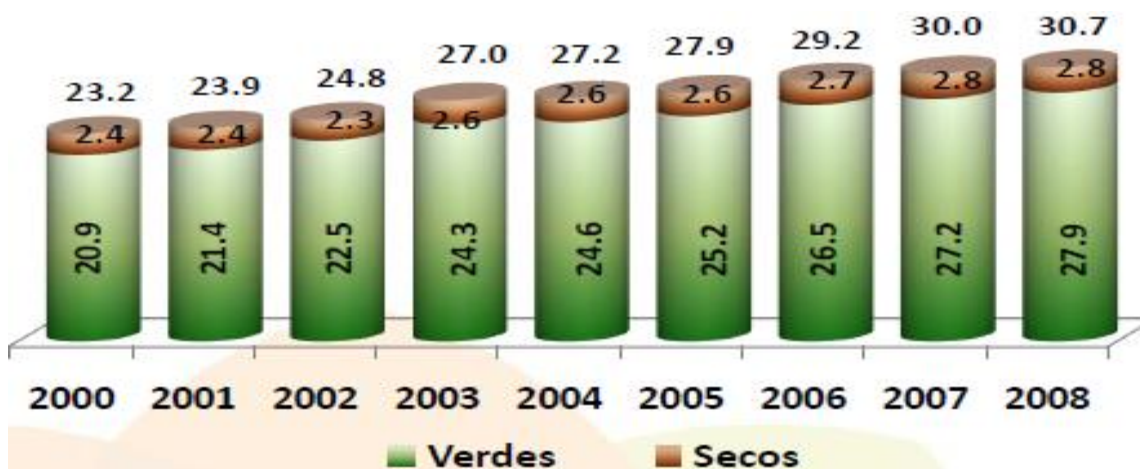


Figura 1. Superficie cosechada mundial de chile (Millón. Has). Fuente: (FAOSTAT, 2009)

Cuadro 1. Países con mayor superficie cosechada en 2008.

| países con mayor superficie cosechada 2008 | | | |
|--|-----------|--------------|------|
| | País | Miles de has | % |
| 1 | India | 770.5 | 21.5 |
| 2 | China | 693.3 | 19.3 |
| 3 | Etiopa | 373.3 | 10.4 |
| 4 | Indonesia | 202.7 | 5.6 |
| 5 | México | 169.3 | 4.7 |
| 6 | Nigeria | 124.2 | 3.5 |
| 7 | Myanmar | 109.0 | 3.0 |
| 8 | Turquía | 97.0 | 2.7 |
| 9 | Otros | 1050.1 | 29.3 |
| Total | | 3,589.40 | 100 |

Fuente: (FAOSTAT, 2009)



- La producción en 2008 fue de 30.7 millones de ton.
- La producción aumento 32 % a una TMCA del 3.5% en 2000-2008

Figura 2. Producción Mundial 2000-2008 de Chile (Millón. Ton). Fuente: (FAOSTAT, 2009)

Cuadro 2. Países productores a nivel mundial en 2008.

| países productores a nivel mundial 2008 | | | |
|---|-----------------|--------------|------|
| | País | Miles de Ton | % |
| 1 | China | 14,526 | 47.4 |
| 2 | México | 2,115 | 6.9 |
| 3 | Turquía | 1,816 | 5.9 |
| 4 | India | 1,295 | 4.2 |
| 5 | Indonesia | 1,092 | 3.6 |
| 6 | España | 1,065 | 3.5 |
| 7 | EE UU | 915 | 3.0 |
| 8 | Nigeria | 775 | 2.5 |
| 9 | Resto del mundo | 7,079 | 23.1 |
| Total | | 30,678 | 100 |

Fuente: (FAOSTAT, 2009)

2.1.1. Origen

Representantes de Campeche, Quintana Roo y Yucatán solicitaron al Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) la denominación de origen; después de un proceso de análisis, el 4 de junio de 2010 el Diario Oficial de la Federación publicó la Declaratoria correspondiente con el señalamiento de la denominación de origen: “Chile habanero de la península de Yucatán”.

El chile habanero (*capsicum chinense*), como todos los del género *capsicum* es originario de América (Ochoa, 2005). En especial para la especie *capsicum chinense*, famosa por tener el más alto contenido grado de picor (Scoville). La región de las amazonas es ubicado como el centro de origen (Trujillo, 2004). El chile habanero proviene de las tierras bajas de la cuenca Amazónica y de ahí se dispersó a Perú durante la época prehispánica, su distribución también se dirigió hacia la cuenca del Orinoco (ubicada actualmente en territorios de Colombia y Venezuela) hacia Guyana, Surinam, la Guyana Francesa y las Antillas del Caribe (Gonzales et al., 2006). Estos mismo autores sugieren que la introducción prehispánica del chile habanero en el Caribe se debió a migraciones indígenas de agricultores procedentes de Sudamérica, pertenecientes a grupos arahuacos (originarios de puerto rico) que viajaron por las

Antillas menores hasta llegar a Puerto Rico, La Española (República Dominicana y Haití), Jamaica y Cuba, entre los años 250 y 1000 d.c. Se cree que probablemente el C. chinense fue introducido a la península de Yucatán desde Cuba, ya que se tenía mayor comercio con la isla (Ramírez, 2003), lo que podría explicar su nombre popular de habanero (López et al., 2009). Se reportan cientos de variedades de esta especie, aunque el nombre de habanero, hace referencia específica a la península de Yucatán en México y Belice. Esta especie fue denominada como C. chinense en 1776 por Nikolaus Von Jaquin (Trujillo, 2001).

2.1.2. Clasificación taxonómica

El chile habanero pertenece al género *Capsicum* cuyo significado se deriva del griego: *Kapso* (picar) y *Kapsakes* (cápsula), (Nuez et al., 2003). Según Izco, 2004. Se clasifican de la siguiente manera.

Reino: Plantae

Subreino: Embriophyta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum*

Especie: *C. Chinense*

Nombre científico: *C. chinense* Jacq

Nombre común: chile habanero

2.2. Características morfológicas del chile

2.2.1. Morfología

El nombre viene del náhuatl, chilli se aplica a numerosas variedades y formas de la planta herbácea o subarborescente anual *Capsicum*, de la familia de las

solanáceas. En México se cultivan 5 especies domesticadas de *Capsicum* (*C. annum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. pubescens* y *C. baccatum*), (CONAPROCH, 2012), dos de ellas (*C. annum* y *C. frutescens*) también crecen de manera silvestre en nuestro país, al igual que dos de las 25 especies no domesticadas (*C. ciliatum* y *C. lanceolatum*).

México es considerado como el centro de origen, domesticación y diversidad de *Capsicum annum* y posiblemente también *C. frutescens* al cual pertenece el chile Tabasco (Laborde, 1982). La especie más importante es *C. annum*, ya que alberga los tipos y variedades de chile de mayor superficie cultivada, de mayor producción, consumo y comercialización en el mundo, incluyendo los jalapeños, serranos, anchos, guajillos, húngaros, bell, entre muchos otros, (Ramírez, 2002).

Es una planta de comportamiento anual en zonas templadas y perennes en las regiones tropicales. Tiene tallos erectos, herbáceos y ramificados de color verde oscuro. El sistema de raíz llega a profundidades de 0.70 a 1.20 m, y lateralmente hasta 1.20 m, pero la mayoría de la raíz están a una profundidad de 5 a 40 cm. La altura promedio de la planta es de 60 cm, pero varía según el tipo y/o variedad de que se trate. Las hojas son planas, simples y de forma ovoide alargada. Las flores son perfectas (hermafroditas), formándose en las axilas de las ramas; son de color blanco y a veces púrpura. El fruto en algunas variedades se hace curvo, (CONAPROCH, 2012).

2.2.2. Raíz

Tiene una raíz principal de tipo pivotante, que profundiza de 0.20 a 0.60 metros dependiendo del suelo, con un sistema radicular bien desarrollado, cuyo tamaño depende de la edad de la planta, las características del suelo y prácticas de manejo, (CONAPROCH, 2012).

2.2.3. Tallo

Su altura es variable: puede oscilar de 75 y 120 centímetros en condiciones de invernadero. Su tallo es grueso, erecto, glabro (Liso o Brillante),

robusto y generalmente tiene la tendencia en la primera ramificación, la que ocurre entre la décima y duodécima hoja, para después continuar bifurcándose (Dividirse en dos ramales), con un crecimiento semi-indeterminado; después de la primera trifurcación (División de tres partes o ramales), muy raramente las tres ramas alcanzan el mismo desarrollo (De la Cruz, s/a, 2010) y (Trujillo, 2005).

2.2.4. Hojas

Las hojas son simples, color verde oscuro, lisas, alternas y de forma tipo oval, el cual puede presentar diferentes tonos de verde dependiendo de la variedad, presenta escasa pubescencia, su longitud es de 11.5 cm y el ancho es de 4.8 cm (Trujillo, 2005).

2.2.5. Flor

La floración se presenta entre los 80 y 100 días después del trasplante. La posición de sus flores es intermedia. El color de la corola es blanco y su forma es redonda (Trujillo, 2001), estos órganos se forman en cada ramificación y se puede presentar racimos de hasta seis flores (Tum, 2001). Las flores son hermafroditas y frecuentemente tri o tetralocular (lóculos) y el estigma usualmente se encuentra a nivel de las anteras lo cual facilita la auto polinización (Guenkov, 1974, citado por Ramírez, 2003).

2.2.6. Fruto

El fruto se presenta entre los 120 y 140 días después del trasplante cuya forma es tipo acampanulado con tres lóculos en promedio (Trujillo, 2001), estos también son considerados una baya (López, 2003) con forma de un trompo redondo, que varía de 2 a 6 cm., de largo por 2 a 4 de ancho, con una constricción en la base (López et al., 2009). Los frutos son de color verde en el estado inmaduro, pero usualmente maduran en color rojo, anaranjado, amarillo e inclusive blanco. Esporádicamente se han encontrado algunos frutos de color café (Ochoa, 2001). El color del fruto del chile habanero maduro está determinado

principalmente por la presencia de dos tipos de pigmentos: los carotenoides y antocianinas.

La combinación en diferentes proporciones de estos pigmentos en el fruto, da lugar a los diferentes colores que se aprecian en las variedades cultivadas de chile habanero (DOF, 2010). Todos los frutos de *C. chinense* tienen el mismo olor característico, independiente del color de maduración (Ochoa, 2001).

La calidad es determinada por la apariencia del fruto, tamaño, peso unitario, firmeza y color (Soria et al., 2000), (Cuadro 3).

Cuadro 3. Calidad del fruto de capsicum chinense de acuerdo al tamaño y peso

| Categoría y tamaño del frutos | Long (cm) | Ancho (cm) | peso unitario (g) |
|-------------------------------|-----------|------------|-------------------|
| Primera (grandes) | 5.5 | 3.5 | >10 |
| Segunda (mediano) | 4.5 | 3.0 | 7.5-10 |
| Tercera (chicos) | 4.0 | 2.0 | 5.0-7.5 |
| Rezaga | <4.0 | < 2.0 | <5.0 |

Fuente: (Piña, 1984; Ramírez, 2003).

2.3. Semilla

La semilla presenta un color amarillo paja, superficie áspera, tamaño tipo intermedia y diámetro entre 3.5 a 4 mm. El peso de 1000 semillas varía de 6 a 8 aproximadamente. Por fruto se puede encontrar entre 20 y 50 semillas. Factor relacionado directamente con las condiciones ambientales en que se desarrolla en el cultivo. El periodo de germinación es de 8 a 15 días (Trujillo, 2005).

2.3.1. Pungencia

El consumo de chile se debe principalmente a su sabor picante o Pungencia (Vázquez et al., 2007). El típico sabor picante del fruto de chile del genero capsicum se debe a la presencia de un grupo de sustancias de naturaleza alcaloide conocido como capsaicinoides (López, 2003) que se sintetiza y

acumulan en el tejido placentario (Vázquez et al., 2007). La placenta se la semilla es el sitio donde se encuentran la mayor concentración de capsicina, y presenta un 2.5% de la materia seca (Nuez y Acosta, 1996). A los días que ha iniciado el desarrollo del futuro, algunas células de la placenta se vuelven glandulares, secretando la capsicina la cual alcanza su mayor concentración cuando el fruto cambia de color (López, 2003). El contenido medio de capsicina del fruto es de 0.6%, el de la semilla de 0.7% y del pericarpio de 0.03%. La síntesis de capsicina es mayor a temperaturas elevadas (30 °C) que a temperatura de 21-24°C (Nuez y Acosta, 1996). La capsicina está controlada por un gen dominante (Trujillo, 2001).

Las capsicina formada por la unión de la vainillilamina con un ácido graso (Vázquez et al., 2007). La estructura química de los capsicinoides es muy similar. Varían solamente en el largo de la cadena hidrocarbonada y por la presencia o ausencia de un doble enlace en dicha cadena. La principal características que comparten estas moléculas es una estructura aromática (un anillo bencénico de seis carbonos) llamado grupo vanilil. Así los capsicinoides son partes de una familia de compuesto químicos llamados vaniloides (López, 2003). Se conocen alrededor de 20 compuesto de capsicinoides (Vázquez et al., 2007). Los principales capsicinoides son: nornorcapsaicina, norcapsaicina, capsaicina, homocapsaicina, nornordihidrocapsaicina, norhidrocapsaicina, dihidricapsaicina y homodihidrocapsaicin (Manirakiza et al., 2003, citado por Moran et al., 2008). De todos los capsicinoides dos son los típicamente responsables de hasta el 90% del total presente en el fruto (López, 2003) y estos son: la capsaicina ((E)-N-(4 hidroxil-3-metoxibencil)-8-metil-6-nonenamida) y su análogo 6.7-dihidro, la dihidrocapsaicina (Vázquez et al., 2007).

El picor o Pungencia de extracto de fruto es expresado en unidades Scoville. Unidades que se determinan por medio de la prueba organoléptica de Scoville, que consiste en utilizar un panel de personas que prueban diluciones de una muestra hasta que no es posible detectar el sabor picante (Ochoa, 2001). El chile habanero es una variedad mexicana considerada la más picosa del mundo

debido a su mayor contenido de capsaicinoides. El chile habanero de la Península de Yucatán presenta una concentración superior a 6.5mg capsaicina/g peso seco (equivalente a 104,650 unidades Scoville) cuando la fruta se encuentra en estado verde, y superior a los 12.5 mg de capsaicina/g peso seco (equivalente 201,000 unidades Scoville) cuando la fruta se encuentra en su estado de maduración completa, es decir, cuando ha desarrollado un color naranja o rojo en su superficie (epidermis), (DOF, 2010), Figura 3.

Las unidades de Scoville de diferente chile.



Figura 3. Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca 2012.

2.3.2. Composición química

El Cuadro 4, se presenta la composición química del fruto de chile Capsicum Chinense. El principal componente es el agua con 93 % seguido por los Carbohidratos con 6.0 %.

Cuadro 4. Composición química del fruto de chile habanero.

| Composición química en fresco 100 g* | Contenido |
|--------------------------------------|-----------|
| Agua | 93.0 g |
| Calcio | 6.0 mg |
| Hierro | 1.8 mg |
| Fósforo | 22.0 mg |
| Potasio | 195.0 mg |
| Sodio | 3.0 mg |
| Carbohidratos | 5.3 g |
| Fibra | 1.2 g |
| Grasa | 0.5 g |
| Proteínas | 0.9 g |
| Acido ascórbico | 128.0 mg |
| Vitamina A | 530.0 UI |
| Energía | 25.0 Kcal |

* Fuente: <http://www.faxsa.com.mx/semhort1/c60ch001.htm> 29/10/2013

2.3.3. Propiedades Nutrimentales

El chile se relaciona también con algunos efectos medicinales: como el aumento del número de calorías quemadas durante la digestión, reducción de los niveles de colesterol, es un anticoagulante y se asocia con cualidades antioxidantes. Tradicionalmente se usa como infusión para el asma, tos, resfriado; como analgésico en casos de artritis, antiinflamatorio; incluso tiene propiedades para combatir el cáncer de próstata: (SIAP con información de las Delegaciones de SAGARPA, 2010), se presenta en el cuadro 5.

Cuadro 5. Propiedades nutrimentales de chile habanero

| Nutrimento | Calidad |
|---------------|----------|
| Agua | 91% |
| Carbohidratos | 5.1 g |
| Proteínas | 1.3 g |
| Grasa | 0.3 g |
| Fibra | 1.4 g |
| Vitamina A | 1000 UI |
| Vitamina B1 | 0.03 mg |
| Vitamina B2 | 0.05 mg |
| Vitamina B5 | 0.20 mg |
| Vitamina B12 | 0.45 mg |
| Vitamina C | 0.120 mg |
| Azufre | 17 mg |
| Calcio | 37 mg |
| Cobre | 0.10 mg |
| Fósforo | 23 mg |
| Hierro | 0.5 mg |
| Magnesio | 11 mg |
| Manganeso | 0.26 mg |
| Potasio | 234 mg |
| Sodio | 58 mg |
| Yodo | 0.001 mg |

Fuente: (Sagarpa, 2010).

2.3.4. Situación de mercado del chile habanero

En México, los principales estados productores de chile habanero son; Yucatán, Tabasco, Campeche y Quintana Roo, con 708, 143, 57 y 36.48 hectáreas sembradas, respectivamente, pero durante el 2010 la superficie disminuyó a 762 hectáreas, con un rendimiento promedio de 10.8 toneladas por hectárea (t/ha) en los cuatro estados. En la gran demanda que tiene para exportación: durante el 2007 se obtuvo un monto de 90 millones de pesos, solo en la península de Yucatán; es fundamental mencionar que el precio que alcanza puede ser muy elevado, ya que puede llegar a valer hasta 100 pesos por

kilogramo (kg), y durante el 2008 se mantuvo con un precio promedio de 37.48 pesos por kilogramo (INIFAP, 2011), cuadro 6.

Los precios de habanero en el mercado nacional son muy diversos, dependiendo del estado en que se comercialicen; en Durango y Nayarit los precios de venta rebasan los 90 pesos. En Estados Unidos su precio también es muy variable: durante abril de 2010 se vendió hasta en 14 dólares (182 pesos) por kilogramo de fruta fresca. Estos datos hacen del chile habanero una opción rentable para Sinaloa, por lo que es importante establecer nuevas tecnologías de producción para aumentar la productividad y mejorar los canales de exportación del producto, cuadro 7.

Cuadro 6. Principales estados productores de chile habanero (ton/ha) en 2004.

| Estados | Superficie cultivada | Producción (t) | Rendimiento (t ha ⁻¹) | Valor de la producción (\$) |
|---------------------|----------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Yucatán | 708.43 | 3,295.17 | 5.33 | 35,037,830 |
| Tabasco | 143.00 | 1,101.00 | 7.69 | 13,611,00 |
| Campeche | 57.18 | 358.20 | 7.06 | 2,355,800 |
| Quintana Roo | 36.48 | 376.85 | 10.93 | 2,750,330 |
| Sonora | 8.00 | 80.00 | 10.00 | 400,000 |
| Veracruz | 7.00 | 43.95 | 6.28 | 351,600 |
| Chiapas | 3.00 | 45.00 | 15.00 | 200,000 |
| Baja California Sur | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 964.59 | 5,300.17 | 5.88 | 54,706,560 |

Fuente: SAGARPA, 2005

Cuadro 7. Producción, rendimiento y valor de la producción a nivel nacional de chile habanero.

| Años | Superficie sembrada (ha) | Producción (t) | Rendimientos (t ha ⁻¹) | Valor de la producción (\$) |
|------|--------------------------|----------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 2000 | 94.20 | 534.66 | 10.29 | 6,019,499.95 |
| 2001 | 216.36 | 1409.28 | 9.10 | 17,036,693.01 |
| 2002 | 854.40 | 2602.98 | 6.68 | 21,533,461.68 |
| 2003 | 680.48 | 4589.57 | 7.22 | 33,569,036.00 |
| 2004 | 955.59 | 5183.17 | 7.82 | 54,190,556.00 |

Fuente: SIAP, 2007

2.3.5. ESTRÉS HÍDRICO

El estrés hídrico en las zonas semiáridas y áridas es uno de los factores que afecta a la planta durante su ciclo vegetativo. Las condiciones de humedad del suelo y atmósfera son importantes porque afectan a los índices de absorción y transpiración de la planta. Debido a las pérdida de agua por transpiración, las plantas rara vez están completamente hidratadas. El déficit de agua provoca la inhibición del crecimiento vegetal y fotosíntesis, entre otros efectos perjudiciales.

La resultante de las interacciones debida a estos factores que se traduce en la mejor relación suelo-planta, es el equilibrio hídrico interno de la planta. El aspecto más interesante de estas relaciones puede ser definido por el nivel de déficit hídrico existente en los tejidos vegetales porque directamente afecta a los procesos fisiológicos y bioquímicos que controlan su crecimiento. El comportamiento estomático y fotosintético, entre otros procesos, pueden verse afectados por la disminución del potencial hídrico foliar y productividad de los cultivos resultante del estrés hídrico en cualquier estadio de desarrollo de la planta. Esto provoca que los potenciales de agua en las hojas y otros tejidos de la planta se midan comúnmente (Rawlins y Dalton, 1976). Las mediciones del potencial del agua en plantas pueden realizarse en las diferentes partes del vegetal tal como, troncos, tallos, raíces, hojas, semilla, frutas, etc, (Lopushisky, 1990, Savage y Cass, 1984b; Jobling et al., 1997). El material podrá ser extraído de la planta de origen o bien emplear métodos no destructivos realizando las lecturas **in situ** (Ehret et al., 2001). Los fisiólogos vegetales han dedicado innumerables esfuerzos

a diseñar métodos precisos y factibles para determinar el estado hídrico de la planta, (York, 1946).

2.4. Requerimiento edafoclimáticos del cultivo de chile habanero

2.4.1. Generalidades

Es muy importante tener en cuenta, que los factores climáticos, a diferencia de los edáficos son inmodificables, delimitando directa o indirectamente zonas aptas para el desarrollo de cualquier cultivo, dado que sus componentes, como la temperatura, precipitación, humedad ambiental y radiación solar permiten el establecimiento y desarrollo del cultivo, o bien afectan la incidencia de plagas o enfermedades. Es por ello, que el mejor desarrollo del cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense*) se da en zonas templadas, subtropicales y tropicales, (Aragón, 1995; FAO, 1994).

2.4.2. Clima

La altitud donde se cultiva esta hortaliza oscila entre 0 y 2700 msnm, se desarrolla en un rango de precipitación óptima de 600 a 1250 mm (FAO, 1994).

Sin embargo, estos valores varían en base a la variedad que se vaya a cultivar y la adaptabilidad que está presenta. 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 temperatura óptima oscila entre 24 y 28°C, y temperatura menor de 15°C y mayor a 35°C limitan el desarrollo de este cultivo.

2.4.3. Suelo

El suelo más favorable para el desarrollo del chile habanero, es aquel bien drenado y con buena retención de humedad (Pacheco, 2005). En el estado de Yucatán, los suelos apropiados para el desarrollo del cultivo, son los Luvisoles (arcilla), según la clasificación FAO/UNESCO (Ramírez *et al.*, 2006). Estos suelos son propicios para la mecanización, presentan un buen drenaje, contienen de bajo a mediano contenido de materia orgánica y retienen poca humedad.

Los terrenos favorables para el buen desarrollo de este cultivo son los planos o ligeramente ondulados, pendientes inferiores al 5% son consideradas optimas y subóptimas de 5 a 10%, y no aptas las mayores de 10% (Ramírez et al., 2006). Sin embargo, también se desarrolla en suelo de textura ligera a media, con profundidad moderada (FAO, 1994). La profundidad efectiva mínima es de 35 a 50 cm (Aragón, 1995).

2.4.4. Luz

La incidencia de luz por la duración del día, es muy importante en la diferenciación o desarrollo floral, puesto que la duración del día depende de la etapa fenológica del chile, dado que las plantas tienden a preferir un fotoperiodo intermedio. 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 del trasplante y Doorenbos y Kassam, 1979 reportan ciclo vegetativo de 120 a 150 días.

2.4.1 pH

Es moderadamente 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 encharcamiento, por los problemas de enfermedades fungosas, por lo que el chile requiere de suelo bien drenado (FAO, 1994).

2.4.2. Temperatura

Es muy importante en el crecimiento del cultivo, es muy sensible a baja temperatura, debe oscilar de 25 a 38 °C en el cuaje del fruto, no ocurre a temperatura inferior a 15 °C. La temperatura gobierna el ritmo de desarrollo del cultivo y calidad del fruto expresado en su coloración (FAO, 1994), también está relacionado con la: germinación de la semilla, disponibilidad de nutrientes, perdida de agua y daño por insolación en los frutos

2.4.3. Humedad

Es una planta con gran exigencia de humedad en el suelo, debido a la poca profundidad de su sistema radicular. El contenido de humedad óptimo del suelo es de alrededor de 80% de capacidad de campo (CC) y la humedad relativa óptima del aire es de alrededor de 65 a 75%, una baja humedad del suelo reduce el rendimiento y calidad del fruto, un exceso puede retrasar la maduración y reducir el contenido de sólidos solubles (Wattsagro, 1999).

2.5 Manejo agronómico

2.5.1 Producción de plántulas

El cultivo de chile habanero se establece mediante la siembra en almácigo y después se trasplanta al terreno. En Yucatán, la mayoría de los productores siembran almácigos contruidos en el suelo, de manera rústica y con un mínimo de cuidado. Se practican diferentes formas para obtener la plántula de chile habanero y esto depende de las condiciones productivas de la zona, necesidades de tiempo y espacio del productor.

En el almácigo de charola en los últimos años se ha generalizado y está en manos de especialistas que se dedican a la producción de plántulas para su comercialización, hasta el momento ha tenido buena aceptación por parte de los productores, a pesar de que encarece el costo de producción del cultivo.

En este tipo de almácigo se utilizan charolas de 200 cavidades que pueden ser de plástico ó poliestireno y como sustrato comercial se recomienda el Peat Mos ya que es un material que está preparado y desinfectado, facilitando el llenado de las cavidades. También se puede utilizar como sustrato mezclas de, suelo, cascarilla de cacao, cachaza de caña o bien tierra descompuesta de estiércol de ganado vacuno, en una proporción de 33%; cuidando en todo momento, que el sustrato este bien desinfectado y libre de sustancias que puedan afectar la germinación de la semilla y desarrollo de la plántula, (INIFAP, 2009.)

La producción de plantas en charolas tiene las siguientes ventajas INIFAP, 2009:

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

Sin embargo, también tiene desventajas:

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

2.5.2. Preparación del suelo

Para seleccionar el lugar en el cual se establecerá el cultivo de chile habanero, se debe verificar que el terreno tenga las condiciones de suelo y clima correspondiente al mediano y alto potencial de producción y que la densidad de población recomendada se pueda establecer.

Lo recomendable es hacer dos rotaciones previas con cultivos diferentes como gramíneas, la preparación del terreno debe quedar bien mullida, se recomienda la incorporación de rastrojos, se deben dejar transcurrir 20 días después de la rastra, para que la descomposición de estos tenga efecto sobre la nutrición del suelo (Vera Sánchez Garita, 2008).

2.5.3. Subsuelo

El subsuelo es una labor mediante la que se realiza galerías en el suelo a unos 50-70 cm de profundidad, con el objetivo de romper la capa arable, con esto favorecerá un buen drenaje y aireación en el suelo.

2.5.4. Barbecho

Esta labor tiene por objetivo romper las capas superficiales del suelo (35-40 cm) reincorporando el resto de la cosecha anterior, maleza y estiércol. De esta forma se consigue un esponjamiento del suelo, facilitando la penetración del aire y agua, (Cano, 1998).

2.5.5. Rastreo

Después del barbecho hay que rastrear, lo cual debe de efectuarse días o semanas después del barbecho. Para conseguir un suelo bien trabajado, son necesario dos o más pasadas de rastra, hasta conseguir que el suelo quede bien mullido y suelto.

2.5.6. Preparación de camas o surcos

Es necesario nivelar el terreno para proceder al levantamiento de las camas o surcos. Se deben considerar los siguientes aspectos (Sistema y método de siembra, textura, riego, etc.), si el levantamiento es con tractor, la distancia entre cama será de: 0.90 a 1.00 m dependiendo del ancho del tractor. Si el surqueo se hace de forma manual, se puede usar cualquiera de las distancias mencionada, (Cano, 1998).

2.6. Densidad de población

La cantidad de plantas por hectárea, depende principalmente del potencial productivo del suelo, la estructura aérea de la planta y amplitud de la zona de raíz. Se puede establecer a distancia entre surco a 1.50 m y una separación entre planta a 30 cm. En los suelos mecanizables, también se puede hacer con el sistema de doble hilera, en el cual se alternan calles anchas y angostas. Se recomienda usar riego por goteo o cintilla, cuyo diseño se debe adaptar a la densidad de 22,000 a 25,000 plantas por hectárea. El riego se aplica en función del requerimiento del cultivo, y para ello se pueden auxiliar del uso de tensiómetros (INIFAP y SAGARPA, 2009.)

2.6.1. Trasplante

Antes de realizar el trasplante es importante definir el trazo de la plantación (Arreglo topológico), cuidando la orientación del sol. Cuando las condiciones sean de temporal la siembra se debe de realizar en una orientación de Norte a Sur, para que haya una mayor exposición de las hojas al sol. Cuando el cultivo se establezca en los meses de abril a junio, la orientación debe ser de Este a Oeste para que la sombra entre plantas la proteja de la exposición a los rayos solares (INIFAP y SAGARPA, 2009.)

La plántula de chile se trasplanta al terreno cuando tiene de 15-20 cm de altura, lo cual ocurre en un periodo de 35-40 días después de la siembra. El trasplante se debe realizar por la tarde, cuando la temperatura disminuye, también puede hacerse por las mañana, pero el riesgo de mortalidad es mayor debido al incremento de la temperatura después del mediodía (INIFAP y SAGARPA, 2009.) Para reducir el efecto de estrés por adaptación en el terreno, se recomienda que el transplante se realice cuando exista humedad suficiente en el suelo, de preferencia cuando el día sea nublado y exista pronóstico de posible lluvia (Gutiérrez Montes Isabel, 2008). Si las condiciones de siembra son de temporal; la planta se entierra hasta el nivel del cuello, cuando las condiciones son de riego y se levantaron surco, la planta se entierra a 5 centímetros arriba del cuello y en suelos de humedad residual, la planta se entierra a 5 centímetros arriba del cuello.

Al momento de enterrar la planta de chile habanero, es importante que se incorpore la cantidad de suelo necesaria y se apriete, para evitar que se forme bolsas de aire, que provoque la falla de la planta. La mejor forma de supervisar, si la planta está bien apretada, es cuando se jala la planta por el tallo y no se puede arrancar.

2.6.2. Riego

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

agua bien distribuida durante el año se consideran normales. Puede regarse por aspersión ó goteo, pero lo usual en las plantaciones comerciales es por gravedad en surcos paralelos. El consumo de agua de una plantación de chile depende de factores tales como: época de siembra, tipo de suelo, cultivar empleado y tipo de riego que se emplee (De la Cruz, s/a).

El cultivo de chile demanda riego durante su ciclo de vida, ya sean siembra hecha bajo riego o en el invierno. El manejo del agua debe de ser muy cuidadoso, porque la escasez o el exceso son inapropiados para la planta (De la Cruz, s/a). Este cultivo debe establecerse bajo riego en cualquier época del año, para asegurar la producción. Las plantaciones realizadas bajo condiciones de temporal, generalmente reportan bajo rendimiento debido a que la lluvia no se distribuye de acuerdo a las necesidades del cultivo (De la Cruz, s/a).

2.6.3. Fertilización

La aplicación de fertilizantes a este cultivo se puede hacer de forma manual, como lo realiza tradicionalmente más del 90% de los productores, o bien mediante la moderna practica de fertirrigación, consiste en la aplicación de los fertilizantes a través del agua de riego y que se utiliza preferentemente con sistema de riego por goteo para obtener una mayor eficiencia de manejo de agua y fertilizantes.

La cantidad de fertilizante que se tiene que incorporar al cultivo, depende de la disponibilidad de nutrientes que se encuentren en el suelo (Prado, 2006). Se recomendar una dosis de fertilización para el cultivo de chile habanero, cuando no se conoce en qué condiciones nutritivas se encuentra el suelo. En términos generales el cultivo de chile habanero, es exigente en potasio, nitrógeno, calcio, magnesio y fósforo (Prado, 2006). En el caso del chile habanero, el requerimiento nutritivo es de 250 kilogramos de nitrógeno, 100 kilogramos de fósforo, 300 kilogramos de potasio, 200 kilogramos de calcio y 100 kilogramos de magnesio, en todo el ciclo de producción (Prado, 2006).

2.6.4. Fertilización manual

En suelos mecanizados como en los pedregosos, se recomienda fertilizar en el suelo con el tratamiento 120-120-120, a base de fertilizantes inorgánicos, también explica que en los suelos pedregosos se recomienda la adición de 5 toneladas de gallinaza/ha (De la Cruz, s/a). Dicha dosis se puede balancear usando cualquier fertilizante comercial ya sea simple o compuesto.

La primera fertilización se realiza al momento del trasplante (ECAO, 2002). La segunda fertilización se realiza 10 días después de la primera fertilización aplicando un biofertilizante foliar, con una dosis de 2 botellas por bomba de 5 galones; las siguientes fertilizaciones se realizan cada 15 días con las misma dosis de biofertilizante foliar, hasta inicios de cosecha. Aporcado después de la primera cosecha y abonado con bocashi o estiércol a inicios de la segunda floración.

En el Cuadro 8, se pueden observar los requerimientos necesarios de fertilizantes (N, P y K), después del trasplante del chile habanero.

Cuadro 8. Requerimiento diario de N, P₂O₅ y K₂O, para el cultivo de chile habanero.

| Días después del trasplante | N | Requerimiento diario (mg/planta) | |
|-----------------------------|------|----------------------------------|------------------|
| | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 1-8 | 20.7 | 27.0 | 0.0 |
| 9-19 | 27.9 | 36.0 | 15.8 |
| 20-26 | 41.4 | 48.6 | 23.0 |
| 27-38 | 54.9 | 59.0 | 27.0 |
| 39-52 | 64.0 | 63.1 | 49.5 |
| 53-68 | 72.1 | 44.1 | 76.6 |
| 69-77 | 83.3 | 32.4 | 99.1 |
| 78-90 | 79.7 | 35.1 | 94.6 |
| 91-100 | 74.3 | 36.9 | 112.6 |
| 101-112 | 63.0 | 27.0 | 81.1 |
| 113-135 | 45.0 | 18.5 | 45.0 |
| 136-156 | 36.0 | 14.4 | 45.0 |

Fuente: (Medina E., J.J. y ECAO, 2002.)

2.7. Labores culturales

2.7.1. Poda

De todos los tipos de chile que existen en el Estado de Yucatán, el chile habanero es el único que requiere de poda. Esta práctica se realiza cuando la planta empieza a producir brotes que se convierten en nuevos tallos, esto sucede cuando la planta tiene 40 días de establecida en el campo definitivo, el número de tallos varía de 4 a 7 destacando el tallo principal, que se identifica como el de mayor grosor. Para obtener una producción uniforme y de mayor calidad se recomienda eliminar los brotes o nuevos tallos, utilizando tijeras o navajas bien desinfectadas. Terminada la poda se recomienda hacer una aplicación de captan en una dosis de 2 gramos por litro de agua, para evitar posibles infecciones de hongos, por las heridas causadas durante la poda.

2.7.2. Aporque

Esta práctica en Chile habanero funciona de manera significativa, cuando la planta tiene 30 días de establecida en campo. Consiste en eliminar las malezas cercanas a la planta, en esta misma labor se arrima tierra al tronco del tallo y se remueve el suelo en la zona de las futuras raíces. Este trabajo generalmente se realiza con personal bien entrenado en el manejo del azadón.

El aporque rompe la competencia entre el cultivo y maleza, proporciona mayor aireación al suelo y favorece un mejor enraizamiento y anclaje de la planta, logrando con ello un desarrollo más adecuado del cultivo, ya que el Chile habanero es bastante sensible a la humedad.

2.7.3. Control de maleza

Durante todo el proceso de producción del cultivo, es importante evitar la presencia de maleza, debido a que provoca atraso 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.

En el control de las malezas, se recomienda que sea en forma manual, utilizando azadón cuando se trate de limpiar las plantas; y machete corto cuando se limpien las entre calles; no se recomienda el uso de herbicidas, debido a que la planta de Chile habanero es bastante sensible y se puede provocar atraso en su desarrollo e inclusive la muerte de la planta.

En casos extremos se puede utilizar el herbicida, para ello se recomienda el uso de una campana o en su caso cubrir la planta con vasos, para evitar su contacto con el producto. Si se pretende un control más tecnificado de la maleza, el uso del acolchado plástico de preferencia negro, permite un control eficiente de la maleza, inhibe su desarrollo, debido al calor y falta de luz. El costo por hectárea de acolchado plástico es de 8,000 pesos (precio actual).

2.7.4. Cosecha

El mejor indicio para determinar el momento de la cosecha, es cuando el fruto presenta una tonalidad verde, de color firme y brillante, con una consistencia gruesa, dura y resistente. El fruto alcanza el tamaño óptimo para su recolección cuando tiene la mitad o tres cuartas partes de su desarrollo normal, lo cual ocurre a los 25 ó 40 días después de la polinización de la florecilla.

La cosecha se realiza a mano, quebrando el pedúnculo en el punto de unión con la rama. La cosecha se realiza una vez a la semana. El chile debe cortarse y colocarse en cajas con sumo cuidado, para que no se deterioren. Las cajas deben ser guardadas en lugares abrigados y bien aireados donde se clasifican, lavan, seleccionan, empacan o procesan, manejándose en todo momento con el mayor cuidado.

La cosecha de los primeros frutos de chile habanero, ocurre entre los 80 y 90 días, después del trasplante, dependiendo de las condiciones productivas y el manejo técnico (ECAO, 2006).

En el caso del chile habanero la etapa de cosecha tiene una duración de 40 a 60 días, realizando entre 8 y 12 cortes. La mejor producción se concentra en los primeros 4 ó 5 cortes, cosechando frutos uniformes, de excelente calidad y de mayor tamaño; conforme la cosecha avanza, el fruto pierde estas cualidades revirtiéndose la calidad, tamaño y rendimiento por corte. El chile habanero llega a prolongar su vida productiva hasta los 12 meses, dependiendo del manejo técnico y del cuidado que se tenga en la nutrición de la planta (CONAPROCH, 2008).

Para lograr los mejores estándares de calidad se debe mantener la apariencia, color uniforme, firmeza y maduración en el fruto, con esto se logra mantener una larga vida en anaquel.

2.7.5. Manejo de post-cosecha

La madurez del fruto al momento de la cosecha se realiza dependiendo del requerimiento del mercado si es en fresco o para ser procesado. El chile

habanero dura 4 días en buen estado en un lugar fresco, limpio y seco. La recolección del fruto debe hacerse con el pedicelo, para evitar infección con hongos (ECAO, 2006 y CONAPROCH, 2008).

2.7.6. Empaque

El mercado internacional exige ciertos requisitos de calidad que son; consistencia firme y brillo exterior. La calidad del producto se afecta por cicatrices, ralladuras, cortaduras, ablandamiento, sabor amargo, poco desarrollado y daño mecánico, el empaque se realiza en cajas (CONAPROCH, 2008).

2.7.7. Almacenamiento

Con el propósito de incrementar la vida poscosecha del fruto, se recomienda el almacenamiento en frío a temperatura de 8 a 10°C y 95% HR, lo cual asegura un periodo de almacenamiento de 15 a 21 días (CONAPROCH, 2008).

2.8. Principales enfermedades y plagas

Las principales enfermedades de importancia económica son: Damping off o secadera de la plántula, marchitez de la planta, mancha grasienta y mancha bacteriana y plagas son: Nematodos, Gallina ciega, Araña roja, Pulgones, Mosquita blanca, etc. Su daño, la etapa donde se presenta y su control, se presenta en el cuadro 9 y 10.

Cuadro 9. Principales enfermedades en el cultivo de chile habanero.

| Enfermedad | Daño | Etapa productiva | Producto comercial | Dosis /Ha |
|---------------------------------------|---|------------------------------------|--|--|
| Damping off ó secadera de la plántula | Ataca el cuello de la planta, se cae y se seca, su presencia es repentina. | Almácigo | Captán-50 | 1 kilogramo |
| Marchitez | Provoca marchitamiento y muerte de la planta, los frutos se quedan pequeños, pero no caen. | Desarrollo y fructificación | Prozicar | 400 a 600 Gramos |
| Mancha Grasienta | Provoca la muerte de ramas en horquetas, presenta manchas de color púrpura con apariencia aceitosa. | Fructificación y engorde de fruto | Mezcla de Ridomil bravo más Cupravit mix | 500 gramos de Ridomil más 1.5 kg de Cupravit |
| Mancha Bacteriana | Atacan follaje y frutos causando lesiones acuosas. | Fructificación y engorde de frutos | Cupravit mix | 1.5 Kilogramos |

Fuente :(ECAO, 2006).



Figura 4. Mancha bacteriana y Damping off

Cuadro 10. Principales plagas en el cultivo de chile habanero

| Plagas | Daños | Etapa Productiva | Producto Recomendado | Dosis/ha |
|--------------------------|---|--------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| Nematodos | Ataca raíces, en ataque severo provoca enanismo en la planta | Desarrollo y fructificación | Furadan-480 | 1 litro |
| Gallina ciega | Se come las raíces, ataca en forma de manchones, es común en suelos frescos y con alto contenido de materia orgánica. | Trasplante y desarrollo | Furadan-480 | 1 litro |
| Grillo y Gusano Trozador | Atacan a la planta al ras del suelo. | Trasplante y desarrollo | Furadan-480 | 1 litro |
| Diabrotica o Barrigón | Perfora las hojas jóvenes y en ocasiones el cogollo. | Trasplante y desarrollo | Malathion | 1 litro |
| Gusano minador | Ataca la hoja formando galerías, secando la hoja | Desarrollo y fructificación | Trigard | 150 gramos |
| Acaro blanco | Detiene la circulación de la savia en la hoja y se enrolla hacia adentro. | Desarrollo, fructificación y cosecha | Sulfocop | 1 litro |
| Araña roja | Succiona la savia en la hoja, se pone ceniza y provoca manchas amarillas; cuando el ataque es severo forma telaraña. | Desarrollo, fructificación y cosecha | Sulfocop Malathion | 1 litro 1 litro |
| Pulgones | Provoca enchinamiento y virosis, cuando el ataque es severo se presenta la fumagina. | Fructificación y cosecha | Tamarón | 1 litro |
| Mosquita blanca | Transmite la virosis, se detiene el desarrollo de la planta | Desarrollo y Fructificación | Confidor | 500 gramos |
| Gusano | Ataca el fruto desde la floración. | Floración y | Thiodan | 1.5 litro |

| alfiler | | Fructificación | | |
|------------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| Gusano del fruto | Ataca el follaje y frutos. | Fructificación y engorde de fruto | Lannate Pounce | 400 gramos 600 gramos |

Fuente: (ECAO, 2006).

Notas Importantes: Para romper la resistencia de las plagas se recomienda la alternancia de los productos recomendados.



Figura 5. Pulgón y Acaro blanco



Figura 6. Mosquita blanca y Diabrotica

2.8.3. Principales plagas

2.8.4. Pulgón (*Myzus persicae*).

Las ninfas y adultos son pequeños con coloraciones que van desde amarillo a verde claro; los adultos miden 1.5 mm, existen en las formas adultas sin alas y con alas, Figura 5. (Bravo. 2012).

Los adultos como las ninfas viven en el envés de las hojas y en los brotes, y en altas infestaciones, invaden las hojas maduras. Al alimentarse succionan savia e inyectan toxinas que provocan el enrollamiento de las hojas, disminuyendo el vigor de la planta. Los daños más severos de la plaga se originan al ser transmisores de enfermedades virales al cultivo del chile, como el virus del mosaico del tabaco (Bravo. 2012).

2.8.5. Mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius y *Trialeurodes vaporariorum*).

Los huevecillos son de color amarillo, liso y brillante. Las larvas o ninfas son traslucidas y presentan tres estadios ninfales. Los adultos son de color blanco con cuerpo cubierto por un polvo ceroso, miden alrededor de 1.5 a 3.0 mm. La hembra puede ovipositar 250 huevos durante su vida, esto lo hace en el envés de la hoja (Bravo. 2012).

Los adultos de la mosca blanca se alimentan en el envés de las hojas preferentemente. Tanto las ninfas como los adultos causan daño al alimentarse, ya que al succionar la savia de la planta, la debilitan; el daño más importante es

como vector de enfermedades de naturaleza viral, la transmisión de enfermedades virales limita la producción, y afecta la calidad de los frutos, Figura 6. (Bravo. 2012).

Es importante un manejo integrado de plaga, el cual está basado en: producción de plántulas en ambientes protegidos (invernaderos y túneles de malla antiviral); otra medida es la eliminación de plantas enfermas, nutrición de la planta, la colocación de trampas pegajosas de color amarillo; eliminación de residuos de cosecha (Bravo. 2012).

2.8.6. Principales enfermedades.

2.8.6.1 Mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*)

La bacteria puede infectar todas las partes aéreas de la planta, tallos y frutos. Al principio de la infección se manifiesta como pequeñas manchas café de aspecto húmedo, Figura 7. Estas lesiones son hundidas en la parte superior de las hojas y ligeramente levantadas en la parte inferior, pero no son limitadas por las nervaduras de las hojas. Bajo condiciones favorables, las manchas toman un color negro de aspecto grasoso que se fusionan y otra parte de la hoja toma una coloración amarillenta. Los frutos dañados por esta enfermedad cuando tienen aún el color verde inician como manchas circulares, acuosas y de color café, de aspecto levantado sobre la superficie del fruto mostrando una superficie áspera y agrietada. Alrededor de éste pueden crecer otros hongos y bacterias secundarias, lo cual provoca que el fruto reduzca su valor comercial. La bacteria es transmitida dentro de la superficie de la semilla. Para desarrollarse requiere de temperaturas de 24 a 30°C acompañadas de alta humedad relativa y días nublados. Utilizar semilla sana para evitar la transmisión de este y otros patógenos, asperjar productos a base de cobre y antibióticos autorizados de forma preventiva en el almácigo cuando las condiciones ambientales sean propicias para el desarrollo de la enfermedad, desinfectar objetos al manipular las plántulas al momento del transplante, (Velásquez et al., 2005; SAGARPA-SENASICA, 2009).



Figura 7. Síntomas de daños por bacterias en chile.

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

Esta enfermedad es muy común atacando plántulas de chile desde almácigo o vivero. Ataca principalmente chile, jitomate, tomate de cáscara, entre otras. Los síntomas de esta enfermedad empiezan como plantas aisladas que después se extienden en manchones, las plántulas se entristecen como si fuera falta de agua pero al hacer una inspección minuciosa encontramos tanto en la zona radicular como en el cuello al ras del suelo una pudrición acuosa y en algunos casos se puede observar el crecimiento de micelio del hongo. El hongo provoca el ahorcamiento del cuello y pudrición de la raíz de la plántula ocasionando marchitamiento y muerte de ésta, Figura 8. Las condiciones favorables para que se desarrolle la enfermedad son el exceso de humedad del suelo, terrenos mal nivelados con mal drenaje y temperatura de 12 a 17 °C, causando daño de hasta el 50% en plántula ya establecida. Se debe hacer un tratamiento con productos fungicidas para la semilla. Se debe hacer un estudio fitopatológico del suelo o sustrato donde se va establecer el almácigo para la producción de planta. Una vez establecido el almácigo se deben evitar condiciones de alta humedad relativa, así como buena aeración. Al realizar el transplante en campo se recomienda realizar aplicaciones al cuello de las plantas (SAGARPA-SENASICA, 2009.)



Figura 8. Síntoma de daño por Dampinf Off.

2.9. Riego por goteo

2.9.1. Origen

El riego por goteo moderno tuvo sus orígenes en la región de Neguev, zona árida en el sur de Israel, a finales de los 50', el ingeniero israelita Simja Blass observó que ciertos árboles - próximos a una pequeña fuga de agua proveniente de una tubería- crecían notablemente mejor que otros árboles de las cercanías. Luego el ingeniero realizó sus primeros experimentos de riego con goteo (Moshe S, 2005).

La empresa israelita Netafim compró la patente y en 1965 lanzó al mercado los primeros sistemas de goteo, lo cual estos goteros eran muy sensibles al taponamiento y para remediar ese inconveniente se diseñó un laberinto dentado que modifica la trayectoria del agua a través del gotero. Lo que dio origen al flujo turbulento y con esto solucionaron gran parte del problema de los taponamientos.

La invención de la cinta de riego en tanto se adjudica a Richard Chapin, de EEUU, instaló su primer sistema en EEUU en 1964. Las primeras investigaciones que resultaron en patentes de equipos y tecnologías tendientes a mejorar el uso del agua se realizaron desde mediados del siglo XIX. Nehemiah Clark de Sacramento, California (USA) patentó en 1874 un sistema que describe como "conexión con fugas que no se obstruyen". En 1988, G. Haines de Nashville, Iowa (USA) registró una patente para la aplicación directa del agua al sistema

radicular de árboles frutales. En 1917, el Dr. Lester Kellar introdujo un sistema de riego por goteo en un simposio realizado en Riverside, California (USA). También hay documentos que señalan que en Alemania (1920) y en Rusia (1923) se realizaron experimentos con tuberías perforadas para riego subterráneo. Otra patente fue registrada por un Sr. Nelson de Tekoa, Washington (USA) en 1926, para riego subterráneo. Después de la segunda guerra mundial se comenzó a trabajar con microtubos y tuberías de pequeños diámetros en USA, Dinamarca, Francia e Inglaterra (Moshe S, 2005).

2.9.2. Riego por goteo

Básicamente consiste en tender unas mangueras perforadas a distancias regulares en la parcela de cultivo, las que “gotearan” lentamente agua en las cercanías de las plantas armando un bulbo mojado (Megh R.Goyal).

2.9.2.1. Ventajas de un sistema de riego por goteo (Goyal) son:

1. Reduce las pérdidas directas por evaporación.
2. Elimina el escurrimiento superficial.
3. Permite regar todo el predio.
4. Permite aplicar el riego a una profundidad exacta.
5. Aumenta el rendimiento por unidad (hectárea-centímetro) de agua aplicada.
6. Mejora la calidad de la cosecha.
7. Permite obtener un rendimiento más uniforme.
8. Aumenta la provisión de nutrientes disponibles.
9. Ayuda a controlar la erosión.
10. Permite aplicar el abono con el agua de riego.

2.9.2.2. Desventajas de un riego por goteo (Goyal) son:

1. Los pequeños goteros se obstruyen fácilmente con partículas de suelo, algas o minerales.

2. Algunos roedores pueden dañar algunos componentes del sistema.
3. La inversión inicial y los costos anuales pueden ser mayores en comparación con otros métodos.
4. Necesita un sistema de filtrado.
5. Consumo de energía eléctrica
6. Necesidad de un buen diseño

2.9.3. Componentes del sistema

Un equipo de riego presurizado en general consta de:

1. La fuente de abastecimiento de agua.
2. Cabezal de riego.
3. Tubería principal.
4. Tubería secundaria.
5. Válvulas de seccionamiento
6. Líneas regantes o laterales.
7. Purga.

2.9.3.1 La fuente de abastecimiento de agua

El abastecimiento para el equipo puede provenir del turnado de la red de riego en aquellas zonas con derecho o de extracción de agua subterránea a través de perforaciones. Estas últimas pueden encontrarse dentro de la zona con derecho, cuando el recurso es insuficiente para regar la superficie cultivada (INFAP, 2009).

En las zonas con derecho de riego, se almacena en reservorios, cuyas dimensiones depende de la superficie a regar. Su función es la de abastecer el agua en forma permanente al sistema. Por lo general, se construye en los sectores más altos cerca de la toma de riego o perforación o en un punto medio de distribución del riego. Existen varios tipos de reservorios siendo lo más comunes aquellos recubrimientos con una membrana impermeable, se usa membrana de polietileno resistente a la acción de los rayos ultravioleta, de un espesor que

varían entre 500 micras y 3 mm, El reservorio más económico es una excavación sin impermeabilización. Para disminuir la infiltración se les agrega bentonita (arcilla muy fina) en el fondo y las paredes se compactan. (INTA, 2006).

2.9.3.2 Cabezal de riego

Es el conjunto de elementos que dominan toda la instalación y sirve para proveer presión y caudal al sistema, filtros de agua, inyectores de fertilizantes, medidor electromagnético, los componentes son:

- ✓ Equipo de bombeo: la bomba que suministra el agua en cantidad y presión de acuerdo a los requerimientos del diseño hidráulico.
- ✓ Sistema de filtrado: dispositivo que sirve para retener partículas en suspensión que pueden taponear el sistema de riego, lo cual existen varios filtros.
- ✓ Unidad de fertilización.
- ✓ Aparatos de control y medición.
- ✓ Válvulas de aire, regulador de presión, de alivio, etc.

2.9.3.3 Equipo de bombeo

Está constituido por una o más bombas centrifugas que son utilizadas en los sistemas de riego, existen infinidad de modelos, lo que depende de la cantidad de agua a bombear por unidad de tiempo, la presión necesaria para hacer funcionar el sistema de riego o altura a elevar el agua y las características físicas del terreno donde se instala el equipo.

2.9.3.4 Sistema de filtrado

Es una parte clave del sistema y uno de los problemas más graves que suele presentarse en las instalaciones de riego, en particular si es por goteo, por el menor diámetro de los orificios de salida. Las obstrucciones se pueden producir por: partículas minerales en suspensión (arcilla, limo y arena), M.O y precipitados (principalmente carbonatos). Para evitar la entrada de estos elementos al sistema se deben tomar precauciones desde el ingreso del agua al reservorio.

- Rejillas o decantadores. Las rejillas se usan en las sequias a la entrada del agua al reservorio para retener grandes elementos tales como ramas y hojas. Los decantadores se utilizan para separar principalmente arenas consistentes en depósitos donde el agua pierde velocidad y las partículas sedimentan en el fondo.
- Prefiltrado en la succión. Aunque haya rejillas y/o decantadores, a los reservorios suele ingresar de igual manera, sedimentos, hojas y otros elementos tales como piedras. Además si el agua tiene cierta transparencia proliferan las algas. Por eso en la zona de succión debe protegerse en la válvula de retención antes de ingresar al cabezal, lo cual puede lograrse con un canasto construido por malla fina que impide el ingreso de partículas, algas, piedras ó elementos sólidos, que puedan ser succionados y deteriore la turbina de la bomba.

➤ Clasificación de filtros

En el sistema de riego presurizado, se encuentran diferente tipo de filtros.

- **Hidrociclones.** Se utiliza para separar gravillas y arenas. Tiene la forma de un cono invertido donde el agua ingresa por un costado en forma inclinada y sale por la tapa superior. Se consigue separar hasta un 98% de partículas

superiores a 100 micras, la pérdida de carga es de 1-2 m según el caudal y diámetro del filtro.

- **Filtros de grava.** Son tanques metálicos o de plástico reforzados de un determinado tamaño. El agua se filtra al pasar por el estrato de arena/grava. El espesor de este no debe ser inferior a 50 cm y la velocidad del agua debe ser inferior a 60 m/hora lo que equivale a un caudal de 60 m³/hora por m² de superficie filtrante.
- **Filtros de malla y anillos.** El filtro de malla es una carcasa que aloja en su interior un cartucho con malla de diferentes diámetros u orificios. La malla puede ser metálica o plástica. Para riego por goteo se recomienda una malla de 140-150 mesh (110-106 micrones).

2.9.3.5 Unidad de fertilización

Se emplea para inyectar al sistema fertilizantes, etc.

- **El depósito de almacenamiento:** son tanques resistentes a la corrosión, polietileno, fibra de vidrio o fibrocemento. El tamaño depende de las necesidades del sistema (200 a 1000 litros).
- **La inyección o fertilización:** es realizada por distintos dispositivos para inyectar las soluciones al sistema, más usados son:
 - ✓ **Tanque de fertilización:** estos tanques van conectados a la tubería con una entrada que se extiende hasta el fondo para mezclar el fertilizante y una salida superior por donde sale la SN preparada y que se inyecta a la tubería.
 - ✓ **Inyector de Venturi:** es una pieza en forma de T con un estrechamiento que acelera la velocidad del agua provocando una depresión que succiona la SN, inyectándola a la tubería.

- ✓ **Bombas hidráulicas:** estas bombas usan energía hidráulica para mover su mecanismo, sin que se produzcan pérdida de carga. Se conecta al tubo de succión (antes del ingreso de la bomba), otro tubo proviene de un tanque fertilizador.

2.9.3.6 Aparato de control y medición

Los dispositivos de control y medición de un sistema de riego son:

- ✓ **El manómetro:** es un componente importante del sistema ya que permite determinar la presión en los puntos que se desee, tanto en el cabezal como en el campo.
- ✓ **Contadores o medidor de flujo:** cumple la función de medir el caudal instantáneo y totalidad, se instala en el cabezal a la salida de los filtros.
- ✓ **Controlador de riego automatizado:** no es absolutamente necesaria la automatización del equipo de riego. Sin embargo presenta ventajas principalmente en instalaciones grandes.
 - Mejor control de la frecuencia y laminas de riego
 - Programación del retrolavado y fertirrigación
 - Control de fallas y averías
 - Almacenamiento de datos de riego
 - Ahorro de tarea manuales

Los controladores se instalan en el cabezal de riego y maneja las operaciones de riego en forma secuencial. Funcionan con válvulas solenoides conectadas al controlador y a cada válvula de campo por medio de mando hidráulico.

2.9.3.7 Tubería principal

Las tuberías más empleadas son de cloruro de polivinilo (pvc) y de polietileno. El pvc se usa en diámetros superiores a 50 mm para las líneas de distribución primaria, secundaria y terciaria. Los diámetros más comunes son de 50,75, 100,110 y 160 mm. En instalaciones grandes las tuberías principales tienen

diámetros superiores de 200 mm, las tuberías se clasifican por clase 2, 2.5, 3.5 5, 7, etc. Por ejemplo 3.5 Kg/cm².

2.9.3.8 Líneas regantes o laterales

Son tuberías que se ubican dentro del cultivo a lo largo de la hilera de la plantas y a una cierta distancia en el caso de doble línea. Normalmente son de 16 y 20 mm en función del caudal a distribuir y la longitud de riego. El materiales polietileno de baja densidad y soportan hasta una presión de (2-3 Kg/cm²). Las tuberías terciarias llevan al final un elemento terminal que se denomina “purgador” se utiliza para limpiar el sistema (resto de materiales plásticos, tierra, etc.) una vez concluida la instalación.

2.9.3.9 Válvulas de seccionamiento

Son válvulas que se instalan en el campo para suministrar el agua a las diferentes unidades de riego, la operación puede ser manual o hidráulica. En esta ultima la presión hidráulica acciona un diagrama que corta la presión y el flujo del caudal. Se puede accionar manualmente, en el lugar de instalación o a distancias con mando hidráulico o eléctrico. Normalmente abiertas que cierran al recibir la señal hidráulica o normalmente cerradas que abren al recibir la señal hidráulica.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del sitio de investigación

El estudio se realizó en el área experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – UL, localizada en las coordenadas geográficas de 103°25'55" de longitud oeste al meridiano de Greenwich y 24°22'00" de latitud norte con una altura de 1120 msnm, (CNA, 2002).

3.1.1. Localización del área en estudio

El presente experimento se llevó a cabo en el ciclo primavera-verano 2012-2013, en el área experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN UL), ubicada en el periférico Raúl López Sánchez y carretera santa fe Km 1.5. Esta se encuentra ubicada entre los paralelos 24°05' y 26°45' de latitud norte, en Torreón Coahuila, México.

3.1.2. Clima del lugar

La precipitación promedio es de 220 mm., y la evapotranspiración de 2800 mm dando lugar a que la humedad relativa del área presente valores bajos (30-50%). La temperatura media anual es de 24.3 °C, con lluvia deficiente en todas las estaciones, (Quiñones, 1981).

A continuación se presentan los datos climáticos de la Comarca Lagunera (Cuadro 11).

Cuadro 11. Datos climáticos de la Comarca Lagunera.

| Datos | Valor |
|--------------------------------------|----------|
| Temperatura media anual: | 24.3°C |
| Temperatura máxima media anual: | 33.1°C |
| Temperatura mínima media anual: | 15.5°C |
| Humedad media anual: | 27.50% |
| Precipitación total acumulada anual: | 56.12 mm |
| Visibilidad media anual: | 17 Km |
| Velocidad del viento media anual: | 7.0 km/h |
| Días con lluvia: | 22 |
| Días con nieve: | 0 |
| Días con tormenta: | 7 |
| Días con niebla: | 0 |

Fuente: (http://www.tutiempo.net/clima/Torreón_Coah/2011/763820.htm) 4-11-12 -12:30

3.1.3. Temperatura.

La temperatura en la Comarca Lagunera se puede dividir en dos épocas, la primera comprende de Abril a Octubre, en el cual la temperatura media mensual excede los 20° C, y la segunda abarca los meses de Noviembre a Marzo, en los cuales la temperatura media mensual oscila entre 13.6° C y 19.4° C. Los meses más calurosos son de Mayo a Agosto y los más fríos Diciembre y Enero (Farías, 1980 y CNA, 2002).

3.1.4. Precipitación.

De acuerdo con las lluvias registradas durante los últimos 30 años en la estación climatológica de Lerdo, Dgo., se concluye que en la Comarca Lagunera, el periodo máximo de precipitación está comprendido en los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto. La precipitación pluvial característica de la región, condiciona la existencia de una atmósfera desprovista de humedad, la precipitación media anual de las últimas décadas es de 220 mm, (Quiñones, 1988).

3.2. Principales Ecosistemas

3.2.1. Flora

La vegetación la componen variedades como mezquite, pinabete, huizache, palmas y gobernadora.

3.2.2. Fauna

La fauna está formada por lagartija, víbora, coyote, liebre, así como diversas especies de aves.

3.2.3. Genotipo utilizado

La variedad utilizada de chile habanero fue (*Capsicum chinense*).

3.2.4. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue bloque al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, la superficie utilizada para el experimento fue de 300 m².

3.3. Prácticas culturales

3.3.1. Preparación del terreno

Las labores de preparación del terreno en el campo consistieron en, barbecho con la finalidad de romper, aflojar y voltear la capa arable del suelo, enterrar los residuos de cosecha y malezas para proporcionar su descomposición y aumentar la fertilidad y contenido de materia orgánica en el suelo. Rastreo esta actividad permite desbaratar los terrenos y dejándolo bien mullido, lo cual proporciona la textura adecuada para realizar la siguiente labor, para la formación de camas se necesitó de una encamadora y un tractor, las camas quedaron distribuidos a una distancia de 1.50 metros entre ellas.

3.3.2. Trasplante

Una vez ya listo el terreno se aplicó un riego de 24 horas para saturar de humedad los surcos, después se procedió el traslado de las charolas al campo experimental de la UAAAN-UL el 24 de abril de 2012, inmediatamente se empezó

el trasplante a la cama, utilizando unas piezas de madera (estaca), introduciendo el cepellón en el agujero y presionando la planta para que tome contacto con el cepellón, se pusieron a una distancia entre plantas a 30 cm y entre surco a 1.50 m, Figura 9.



Figura 9. Trasplante de chile habanero en UAAAN-UL, primavera - verano 2012.

3.4. Manejo del cultivo

El control de la maleza se realizó después de la aplicación de riego, cada semana se llevó a cabo esta labor durante todo el ciclo, se hizo manualmente con escarda mecánica, es importante eliminar la maleza porque son hospederos de plagas y competencia de nutrientes.

El aporque se inició el día 29 de abril de 2012, se realizó manualmente utilizando herramientas como: azadón, lo cual se prosiguió con el aporque cada vez que la planta lo requería.

3.4.1. Producción de plántulas

Desinfección de charolas: Debido a que las charolas no eran nuevas, fueron desinfectadas con yodo (3%) y fungicida diluyéndolo en agua en sumersión total. Antes de esta sumersión fueron cepilladas y lavadas con jabón y agua limpia.

Llenado de charolas: Las charolas fueron llenadas con una mezcla de Peat Moss, previamente humedecida y pasada con rodillo para hacer la cavidad de siembra.

Siembra en charolas: La semilla de capsicum chinense fue depositada de forma manual en cada una de las cavidades, colocando una semilla por cada orificio. Posteriormente fueron regadas y tapadas con hule negro para favorecer la germinación y evitar la deshidratación. Esta comenzó a germinar después de 6 días, a los 50 días alcanzaron una altura de 15-18 cm, Figura 10.



Figura 10. Plántula de chile lista para el transplante.

3.4.2. Instalación del sistema de riego por goteo

La instalación de las líneas regantes se llevo a cabo el día 24 de abril del año 2012, lo cual se usó una sola cinta por cama, calibre 6000 mil, con perforaciones a cada 10 centímetros con un gasto de 0.53 lph y con una presión de 5 psi, Figura 11.



Figura 11. Medición de caudal de gotero.

3.4.3. Riego

La cantidad de agua a aplicar se calculo por método del tanque evaporímetro tipo "A". La determinación de riego fue en base a cada tratamiento de (40, 60,80 y 100%) de la Etp determinada.

Para aplicar los tiempos de riego se procedió a calcular la lámina de riego para cada tratamiento en base a lo mencionado:

- ✓ Se midió la evaporación del tanque (EVT) diarias, se multiplica el factor tanque ($KT= 0.75$).

$$Lr (m)= KT*Evt$$

- ✓ El resultado se multiplica por el porciento de cada tratamiento que se va aplicar (lamina de riego "m").

$$T1= Lr * 100 \% = Lr1$$

$$T2= Lr * 80 \% = Lr2$$

$$T3= Lr * 60 \% = Lr3$$

$$T4= Lr * 40 \% = Lr4$$

- ✓ Teniendo el área del terreno a regar, se calcula el volumen de agua a utilizar, multiplicar el área del terreno por la lamina de Riego en (m) en cada tratamiento

$$\mathbf{A = Largo * Ancho = m^2}$$

$$\text{Vol (1, 2,3 y 4) = A * Lr (1, 2,3 y 4) = m^3 = lps}$$

- ✓ Se prosigue a calcular el tiempo de riego para cada tratamiento, para esto debemos tener el gasto (Q) en (lt/hr) por cama dividir entre el volumen en lps.

$$Q \text{ cama} = \text{No de goteros} * Q \text{ gotero}$$

$$\text{Tr 1, 2, 3 y 4} = \frac{\text{Vol. (1, 2, 3, 4)}}{Q \text{ cama}} = \text{hr: min}$$

3.4.4. Fertilización

La fertilización consistió en la aplicación de soluciones nutritivas mediante el agua de riego, en cantidad, proporción y forma química requerida por las plantas, según su etapa de desarrollo, con la intención de que se logren a corto plazo y largo plazo alto rendimiento, por lo cual se aplicaron tres aplicaciones al 100% en las diferentes etapas, los fertilizante utilizado son: (MAP 11-30-00) y UREA (46-00-00).

Las tres fertilizaciones que se aplicaron fueron el 100 %, la primera fertilización se hizo el 12 de junio de 2012, se aplico en el desarrollo de la planta. La segunda fertilización se aplico el 20 de julio de 2012 que comprende en la etapa de floración y cuajado, la ultima comprende en la maduración y cosecha del capsicum chinense.

En el cuadro 12 se presenta los fertilizantes utilizados.

Cuadro 12. Fertilizantes utilizados y cantidades por etapa fenológica de la planta de Chile Habanero.

| FERTILIZANTE | plantación - desarrollo 100 % (12-06-12) | | | floración - cuajado 100 % (20-07-12) | | | maduración - cosecha 100 % (30-08-12) | | |
|----------------------------|--|--------|--------|--|--------|--------|---|--------|--------|
| | KG/PARC UTIL. | KG/M2 | KG/HA | KG/PARC UTIL. | KG/M2 | KG/HA | KG/PARC UTIL. | KG/M2 | KG/HA |
| MAP (11-30-00) | 6.92 | 0.0230 | 230.76 | 6.92 | 0.0230 | 230.76 | 6.92 | 0.0230 | 230.76 |
| UREA (46-00-00) | 2.25 | 0.0075 | 75.250 | 2.25 | 0.0075 | 75.250 | 2.25 | 0.0075 | 75.250 |

3.5. Principales plagas

En el control de plagas y enfermedades se realizo una serie de monitoreo visualmente en las planta, basado en estos se tomó la decisión de aplicar algún producto químico. Las plagas que se encontraron haciendo daño en el cultivo en orden de aparición fueron las siguientes:

3.5.1. Gusano peludo (*Estigmene acrea*)

En el mes de Junio se detectó la presencia de gusano peludo, y se aplicaron 15 mililitros de cipermetrina en una bomba manual de 15 lts. El tercer día se realizó una segunda aplicación igual, con esto erradicamos esta plaga, Figura 12.



Figura 12. Gusano peludo

3.5.2. Mosquita blanca (*Bemisia* sp.)

En el mes de julio se presentaron problemas de virosis en algunas plantas; por tal motivo se realizaron aplicaciones constantes de Confidor, a razón de 0.5 litros por hectárea, vía sistema de riego. El cultivo de chile es afectados tanto en campo abierto como en invernadero, lo cual es muy importante el control de esto, asiendo monitoreo en el campo y tomar decisiones al aplicar los productos químicos, Figura 13.



Figura 13. Mosquita blanca

3.5.3. Cosecha

La cosecha fue manual, seleccionando solamente la fruta de color naranja, que es como la demanda el mercado. La primera cosecha de chile habanero (*capsicum chinense* Jacq) se realizo a los 93 días después del trasplante, iniciando el día 4 de agosto, con un intervalo de corte de 7 a 12 días entre corte, concluyendo la última cosecha el día 26 de octubre de 2012 siendo 186 días después del trasplante.

En la cosecha se realizaron 9 cortes de chile habanero por tratamiento y repeticiones midiendo los siguientes parámetros: numero de chile, peso promedio y longitud de fruto.

3.5.4. Variables estudiadas

Las variables evaluadas fueron altura de planta, longitud y peso promedio de fruto, rendimiento total (ton/ha) y eficiencia en uso de agua (EUA) (Kg/m^3) de *capsicum chinense* Jacq.

3.5.5. Análisis estadísticos

El análisis de los datos se llevo a cabo mediante el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión, 9.1, (SAS Institute, 2004).

IV. Resultados y Discusión

4.1 Altura de planta.

En altura de planta se encontró diferencia estadística entre tratamientos, presentando altura similar 60,80 y 100 %, variando de 66.9475 a 67.3525 cm, sin embargo, 100 % fue diferente a 40, 60 y 80 % los cuales presentaron altura similar. La altura de planta tendió a decrecer a medida que la cantidad de agua aplicada disminuyo, Cuadro 13. La altura de la planta obtenida en el estudio es baja comparada a la obtenida en el estudio realizado por, Pérez-Gutiérrez, 2008, quien reporta una altura final de 73.33 cm en condición de campo.

4.2 Longitud de fruto.

En longitud de fruto no se observó diferencia entre tratamientos evaluados como se observa longitud de fruto vario de 4.314 a 4.524 cm. Existe una tendencia al ser mayor al incrementar el volumen de agua aplicado, Cuadro 13. La longitud de fruto obtenido en el estudio es superior a la reportada por Tucuch, 2011, de una longitud de fruto de 4.16 cm en campo

4.3 Peso promedio fruto.

El peso promedio de fruto se presenta en el cuadro 13. El análisis estadístico no encontró diferencia significativa, entre tratamientos por lo tanto son iguales.

Cuadro 13. Altura de planta (cm), longitud de fruto (cm) y peso promedio de fruto (gr) de Chile Habanero. Ciclo Primavera-verano, 2012. Comarca Lagunera. UAAAN- UL, 2013.

| % ETp | Altura Planta | Longitud Fruto | Peso Prom. Fruto |
|------------|---------------|----------------|------------------|
| | (cm) | (cm) | (gr) |
| 100 | 67.3525 a | 4.524 | 5.92 |
| 80 | 67.0600 ab | 4.442 | 5.53 |
| 60 | 66.9475 ab | 4.412 | 5.35 |
| 40 | 66.2400 b | 4.314 | 5.28 |
| D.M.S. | 0.9511 | 0.7708 | 0.7207 |
| C.V | 0.68% | 9.63% | 7.21% |

En la hilera y columna, medias con la misma letra son estadísticamente iguales (tukey < 0.05).

El peso promedio de fruto obtenido en el estudio es bajo, comprado al obtenido en el estudio realizado por Quintal et. al., 2012, quien reporta un peso de 6.4 gr bajo condiciones de invernadero.

4.2 Rendimiento total

El análisis estadístico no encontró diferencia significativa entre tratamientos, cuadro 14, por lo tanto los rendimientos son iguales. El rendimiento total obtenido en el estudio fue superior al obtenido, por Campos et. al., 2012., quienes reportan un rendimiento total de 44.23, t ha⁻¹ en condición de campo.

4.3 Eficiencia en uso de agua (EUA)

El análisis estadístico detecto diferencia significativa entre tratamientos, 60, 80 y 100 % presentaron eficiencia de agua similar, siendo el tratamiento de 100 % diferente a 40 %, el cual fue similar a 60 y 80 %, observándose una tendencia a mayor eficiencia de agua al incrementar la cantidad de agua aplicada, (Cuadro 14). La eficiencia en uso de agua obtenida en el estudio es inferior a la reportada por, Pérez-Gutiérrez, 2008, quien reporta una eficiencia en uso de agua de 6.2 y 9.3 kg/m³ en chile habanero a campo abierto.

Cuadro 14. Rendimiento total (ton/ha) y eficiencia en uso de agua EUA (kg/m³) de Chile Habanero a campo, Ciclo primavera-verano 2012. Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2013.

| % Etp | REND. TOTAL | |
|---------------|---------------|----------------------|
| | Ton/ha | (Kg/m ³) |
| 100 | 89.85 | 1.70 a |
| 80 | 84.96 | 1.336 ab |
| 60 | 79.26 | 1.074 ab |
| 40 | 67.38 | 0.906 b |
| D.M.S. | 42.442 | 0.6676 |
| C.V | 29.19% | 29.41% |

En la hilera y columna, medias con la misma letra son estadísticamente iguales (tukey < 0.05).

V. Conclusiones

De acuerdo a los resultados en el estudio se concluye:

La mejor altura de planta se obtuvo con la aplicación del 100 % de Etp.

La longitud y peso promedio de fruto entre tratamientos fue similar.

La mejor eficiencia en uso de agua se obtuvo aplicando 100 % de Etp.

El chile habanero se desarrolla y produce adecuadamente bajo las condiciones ambientales de la Comarca Lagunera.

BIBLIOGRAFÍAS

- Aceves, N. A.L., F.L. Juárez., Palma J. L., López, R. L., Rivera, B. H., Rincón, J. R., Morales, A. C., Hernández, R. A., Martínez, A. S. 2008.** Estudio para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.), INIFAP, SAGARPA, Colegio de postgraduados, DEIDRUS-TAB, Secretaria de Desarrollo Forestal y Pesca. Pág.1.
- Acosta, C. G., Hernández, H. J., Uriza, D. E., Pozo, C., De los Santos, A. O. 1998.** Tecnología para producir chile Jalapeños en la planicie Costera del Golfo de México. Fundación-Produce., CIRGOC-INIFAP-SAGARPA, Veracruz, México. 206 p.
- Barreiro, P. M. 1998.** Una hortaliza de México para el mundo. Claridades Agropecuarias No.56. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F.
- Borges G. L., Soria F. M., Casanova V. V., Villanueva C. E. y Pereyda P. G. 2008.** Correlación y calibración del análisis de fósforo en suelos de Yucatán, México, para el cultivo de chile habanero. *Agrociencia* 42: pp.21-27.
- Borges, G. L. 2006.** Predicción de potasio por las raíces de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Tesis Doctorado. Centro de Investigación científica de Yucatán (CICY). Mérida. Yucatán. Pp 8.
- 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
- Bravo, M. E., López, L. P. 2012.** AGRO produce. Revista del chile: Principales plagas del chile de agua. Campo experimental Valles Centrales de Oaxaca. pp. 12-15.
- Cano, A. F. M. 1998.** El cultivo de chile (*Capsicum* spp). Potencial exportable de chiles en fresco, de una zona libre de plagas. <http://www.monografias.com/trabajos/cultivochiles/cultivochiles.shtml>.

Claridad Agropecuarias [Versión Electrónica] Número 22. Junio 1995. Editada por Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA), Órgano Desconcentrado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) [Consultado en febrero de 2007] Revista mensual. Disponible en Internet:

Comité Nacional Sistema Producto Chile AC Consejo Nacional de Productores de Chile CONAPROCH (2012-2015). PLAN DE ACCIÓN ADMINISTRACIÓN.

CONAPROCH A.C. Plan Rector Nacional 2012.

CONAPROCH, 2007. Plan Rector Nacional del Sistema Producto Chile. Pagina web: (www.conaproch.org/documentos/PlanrectorSPchile_13nov2007.pdf)

Consejo Nacional de Productores de Chiles CONAPROCH, 2012. Plan Anual de Fortalecimiento Comité Nacional Sistema Producto Chile A.C.

De la Cruz, T. D. J. 2006. Características y tecnología de producción de chile habanero, en el estado de Yucatán (s/n).

DOF. 2010. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION. DECLARACION GENRAL DE LA PROTECCION DE LA DENOMINACION DE ORIGEN DEL CHILE HABANERO DE LA PENISULA DE YICATÁN. (EN LINEA) DISPONIBLES:

ECAO. 2002. Manual de producción de chile habanero Ecológico. Petén. Guatemala. 20 p.

FAO. 2002. El cultivo protegido en clima Mediterraneo. Roma. 323 p.

FAOSTAT. [En línea] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [Consultado en marzo de 2012] Disponible en Internet: <http://faostat.fao.org/>

FAOSTAT. 2011. Food and agricultura organization of tha united nations. FAO. [En línea] Disponible:

<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. (Revisado 20 Marzo del 2011).

Fundación Produce Yucatán. 2009. Casa sombra, una alternativa para producir el chile habanero. http://www.fpy.org.mx/index.php?id=noticia&tx_ttnews%5Btt_news%5D=53&tx_ttnews%5BbackPid%5D=181&cHash=9caf4a277a.

González E. T., Gutiérrez, P. L y Contreras, M. F. 2006. El chile habanero de Yucatán. Ciencia y Desarrollo. CONACYT.

González, E., Cisneros, P. O., Torres, T. L., Gutiérrez, P. F., Contreras, M.T. y Peraza, S.R. 2007. Capsaicinoides quantification in chili peppers cultivated in the state of Yucatán, Mexico. Food Chem. 104:1755-1760.

González, G.J., Mendoza, M.N., Sánchez, P.G., y Acuña, E.G. 2009. Relación amonio/nitrato en la producción de hierbas aromáticas en hidroponía. Agricultura Técnica en México Pp. 35:5-11.

Gutiérrez, M. I. 2008. Producción ecológica de cultivos anuales comerciales: chile y tomate. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Manual técnico no. 79. Turrialba, Costa Rica. Pp: 25.

Harvell, K. P., and Bosland, P.W. 1997. Pungency level in fruits of the Padrón pepper with different water supply. HortScience 32: 1292.

Hoffman, G.J., Splinter, W. E. 1968. Water potencial measurements of an intact plant-soil system Agronomy Journal, 60. Pp: 408 (CVIII).

Imagen Agropecuaria. 2009. Chile habanero, una inversión muy picuda. http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_art=635&id_sec=26

Imagen Agropecuaria. 2009. Los diversos usos del chile habanero. En: http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_art=20&id_sec=21. Consultado en julio de 2011.

- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias). 1997.** Fertigación de chile habanero en suelos pedregosos de Yucatán. pp. 238-241. *In: Tecnologías llave en mano.* División Agrícola. Tomo I. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México,D.F.
- Izco, J. 2004.** Botánica. Mc. Graw Hill-Interamericana.México, 508 p.
- Laborde, J. A. y Pozo, O. 1984.** Presente y pasado del chile en México. Publicación especial No. 85. INIA, SARH. México. D.F.
- Latournerie, L. M., Chávez, S. L., Pérez, P. M., Castañón, N. G., Rodríguez, H. S., Arias, R. L., y Ramírez, V. P. 2007.** Valoración in situ de la diversidad morfológica de chiles (*Capsicum annum* L. y *Capsicum chinense* Jacq.) en Yaxcabá, Yucatán. *Rev. Fitotec. Mex.* 25:25-33.
- López R. O. G. 2003.** Chilli: La especia del nuevo mundo. *Ciencias (Méx.).* 069: pp. 66-75.
- López, P. G., Canto, A. F. y Santana, N. B. 2009.** El reto biotecnológico del chile habanero. *Ciencias* 60: Pp. 30-35.
- López., R. G. O. 2003.** Chilli: la especial del Nuevo mundo. *Ciencias* 69: Pp: 66-75.
- May, L. C., Pérez, A. G., Ruiz, E. S., García, A. R. 2011.** Efecto de niveles de humedad en el crecimiento y potencial hídrico de *Capsicum chinense* Jacq. y su relación con el desarrollo de *Bemisia tabaci* Genn. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.*14:1039-1045.
- Meneses, M. I. 2006.** Sistema Productores Hortalizas. Programa de hortalizas Campo Experimental Cotaxtla del INIFAP. Carretera Veracruz-Cordoba, Km. 34 Mpio. De Medellin de Bravo, Ver. Méx. Pp 1-12.
- Morán B. S. H., Aguilar R. V. H., Corona T. T., Castillo G. F., Soto H. R. M., San Miguel C. R. 2008.** Capsaicinoides en chiles nativos de Puebla, México *Agrociencia,* octubre-noviembre. Vol. 42, Núm. 7. Colegio de Postgraduados Texcoco, México, pp. 807-816.

Nuez, F. R., Ortega, G. y Costa, J. 2003. El cultivo de pimientos, Chiles y Ajíes. Mundi-Prensa. Madrid, España. 15 p.

Ochoa, A. N. 2001. Usos y propiedades del Chile habanero. Seminario de Chile Habanero. Fundación produce Yucatán. SAGARPA, INIFA. Mérida Yucatán, 2-4 p.

Ochoa, A. N. 2005. Usos y propiedades del Chile habanero. Seminario de Chile Habanero. Héctor Torres Pimentel y Carlos Franco Cáceres, compiladores. INIFAP y Fundación Produce de Yucatán, A. C. Yucatán, México .Pp 1-5.

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria-OIRSA 2003. Producción ecológica de chile habanero. En: Produccion Ecologica con Énfasis en Cultivos Tropicales. Proyecto Regional de Fortalecimiento de la Vigilancia Fitosanitario en Cultivos de Exportación No Tradicional-VIFINEX. Republica de China OIRSA. Peten, Guatemala, C.A.

Pagina

Web:

http://www.conaproch.org/ch_chiles_diccionario_chilehabanero.htm

Pérez, G. A., Pineda, A. D., Latournerie, L. M., Pam, W. P., Godoy, C. A. 2008. Niveles de evapotranspiración potencial en la producción de chile habanero. TERRA Latinoam. 26. Pp: 53-59.

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.

Quiñones, R.E. 1988. Función de producción de maíz forrajero usando laminas de riego y frecuencias de riego. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México.

Ramírez J., 2002. El chile:
http://www.conabio.gob.mx/institución/conabio_español/doctos/chile.html

- Ramírez, L. E. 2003.** Efecto de reguladores de crecimiento sobre la floración y amarre fruto en chile habanero en campo e invernadero. Tesis de maestría. Colegio de postgraduados. Campeche, México. Pp: 137.
- Ramírez-Vallejo. 2002.** Valoración in situ de la diversidad morfológica de chiles (*Capsicum annum* L. y *Capsicum chinense* Jacq.) en Yaxcabá, Yucatán. Rev. Fitotec. Mex. 25:25-33.
- Rincón, C. I. 2009.** Plan rector. Sistema producto chile de Yucatán. Secretaria de Fomento Agropecuario Y Pesquero. SAGARPA. Comité Estatal Sistema Producto Chile del Estado de Yucatan A. C. Mérida Yucatán. Pp: 76..
- Rodríguez, D. 2008.** Efecto del déficit de agua en el trasplante de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* L.). Agron. Colomb. 26:246-255.
- Rodríguez, G., Soto, H. R., Chávez, S. J., Castillo, G. F y Ramírez, V. P. 2005.** Capsaicinoides y preferencia de uso en diferentes morfotipos de chile (*Capsicum annum* L.) del centro oriente de Yucatán. Agrociencia 39: 627-238.
- Rodríguez, S., Casierra, P. F. 2006.** Tolerancia de plantas de feijoa (*Accasellowiana* [Berg] Burret) a la salinidad por NaCl. Agron. Colomb. 24. Pp: 258-265.
- 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.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación - FAOSTAT 2009).** Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. México, D. F.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación- SIAP-SIACÓN 2009).** Anuario estadístico de la producción

agrícola. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. México, D. F. Web (www.conaproch.org.mx).

SAGARPA 2009. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. SIACON 1980-2010. Base de datos.

SAGARPA. 2009. Anuario estadístico. Sistema de información de estadísticas agropecuarias. Web: <http://www.sagarpa.mx> (revisado en Junio de 2012).

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

Salisbury, F. B. y C. W. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. Iberoamericana. México, D.F. Pp: 759.

SAS Institute. 2004. SAS/STAT 9.1 User's Guide. SAS Inst., Cary, NC. Pp: 5124.

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera SIAP, SIACON, 2011. Anuario Agrícola por Municipio SAGARPA. Consulta de indicadores de Producción Nacional y Estatal de Chile Pagina Web: www.sagarpa.gob.mx

SIAP. 2001. Chile habanero de la península de Yucatán. SAGARPA. (En línea) disponible:
http://siap.sagarpa.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=306:chile-habanero-de-la-peninsula-de-yucatan&catid=72:infograma&itemid=422. (Revisado 20 de marzo de 2011).

Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados.2008. Anuarios Gráficos Estadísticos. México. <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>. Abril de 2010.

Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados.2011. <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>. Septiembre de 2011

Soria, F.M. J., Ferrera, C. R., Etchevers, B. J., Alcántar, G. G., Trinidad, S. J., Borges, G. L y Pereyda, P. G. 2001. Producción de biofertilizantes

mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. Revista Terra Latinoamericana, vol. 19, número 004 Chapingo, México. pp. 353-362.

Soria, M. J. F., Tun, J. M., Trejo, R. A., Terán, S. R. 2002. Paquete tecnológico para la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.), Ed. SEP DGETA, Instituto Tecnológico Agropecuario no. 2, Conkal, Yucatán, México.

Thompson, F. M., Abad, D. A., Woo, R. J., Tiscareño, I. M. 2009. Comportamiento de cultivares de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) con diferentes sustratos en ambientes.

Trujillo, A. J. 2001. Descripción varietal del chile habanero *Capsicum chinense* J. seminario de Chile Habanero. Memorias. Fundación produce Yucatán, SAGARPA, INIFAP. Mérida, Yucatán, Pp: 10-16.

Trujillo, A. J. 2005. Descripción varietal del chile habanero *Capsicum chinense* J. In H.P. Torres, C.C. Franco (eds). Seminario de Chile Habanero. Fundación produce Yucatán, A,C. Memoria. México, Pp: 14-19.

Trujillo, A. J. y Pérez L. L., C. 2004. Chile habanero *Capsicum chinense*. L. Diversidad Varietal. Campo Exp. Uxmal, CIRSEINIFAP. Folleto Técnico. 24 p.

Tucuch, H. C.J., Alcántar, G. G., Ordaz, C. V., Santizo, R. J, Larqué, S. A. 2011. Producción y calidad de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) con diferentes relaciones NH₄⁺/NO₃⁻ y tamaño de partícula de sustratos. Terra Latinoamericana, 2012; 30: 9-15.

Tun, D. J. 2007. Tecnología de producción de chile habanero en el estado de Yucatán. Revista *Desafío*. Pp. 12-13.

Tun, D. J. C. 2001. Chile habanero características y tecnología de producción de campo. Campo experimental Zona Henequenera, Mococho, Yucatán, Pp. 18-24.

Tun, D. J. C. Chile habanero, características y tecnología de producción, INIFAP- Produce, Mérida, Yucatán, México, 2001, Pp. 13-24.

- Vázquez C. G., Escalante, E. J., Rodríguez, G. Ma. T., Ramírez, A. C. y Escalante, E. LE. 2011.** Edad al trasplante y su efecto en el crecimiento y rendimiento de chile apaxtleco Revista Chapingo Serie Horticultura, Vol. XVII, Núm. 1, enero-abril, Universidad Autónoma Chapingo. Pp. 61-6.
- Vázquez C., G. 2008.** Producción de chile guajillo (*Capsicum annuum L.*) en función de la edad al trasplante, aplicación de residuos de girasol y tipos de suelo. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. Pp: 58-68.
- Vázquez, F. F., Miranda, M. L., Monforte, M. G., Gutiérrez, G. C., Velázquez, C. G. y Nieto, Y. P. 2007.** La biosíntesis de Capsaicinoides, el principio picante del chile. Fitotecnia Mexicana. 30: 353-360.

VI. APENDICE.

Apéndice 1. Análisis de Varianza de altura planta (cm) en chile habanero. Comarca Lagunera, 2012.

| Fv | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------------|----|----------|----------|------|--------|
| TRATAMIENTO | 3 | 2.670781 | 0.890260 | 5.95 | 0.0274 |
| BLOQUE | 3 | 1.114531 | 0.371510 | 2.48 | |
| ERROR | 9 | 1.345781 | 0.149531 | | |
| TOTAL | 15 | | | | |

CV= 0.6772 %
D.M.S= 0.9511

Apéndice 2. Análisis de Varianza de longitud de fruto en chile habanero. Comarca Lagunera, 2012.

| Fv | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------------|----|----------|----------|------|--------|
| TRATAMIENTO | 3 | 0.113000 | 0.037667 | 0.17 | 0.8899 |
| BLOQUE | 4 | 0.235125 | 0.058781 | 0.27 | |
| ERROR | 12 | 2.661375 | 0.221781 | | |
| TOTAL | 19 | 3.009500 | | | |

CV= 9.6311 %
D.M.S= 0.7708

Apéndice 3. Análisis de Varianza de peso promedio de fruto en chile habanero. Comarca Lagunera, 2012.

| Fv | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------------|----|----------|----------|------|--------|
| TRATAMIENTO | 3 | 1.218552 | 0.406184 | 2.80 | 0.0917 |
| BLOQUE | 4 | 0.792082 | 0.198020 | 1.36 | |
| ERROR | 12 | 1.743033 | 0.145253 | | |
| TOTAL | 19 | 3.753666 | | | |

CV= 7.2093 %
D.M.S= 0.7207

Apéndice 4. Análisis de Varianza de rendimiento total (ton/ha) en chile habanero. Comarca Lagunera, 2012.

| Fv | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------------|---------|--------------|------------|------|--------|
| TRATAMIENTO | 3 | 1405.550660 | 468.516887 | 0.76 | 0.4860 |
| BLOQUE | 4 | 1409.507267 | 352.376817 | 0.57 | |
| ERROR | 12 | 7393.136788 | 616.094732 | | |
| TOTAL | 19 | 10208.194715 | | | |
| CV= | 29.1874 | % | | | |
| D.M.S= | 42.4420 | | | | |

Apéndice 5. Análisis de Varianza de eficiencia en uso de agua (Kg/m³) en chile habanero. Comarca Lagunera, 2012.

| Fv | GL | SC | CM | F | P>F |
|-------------|---------|----------|----------|------|--------|
| TRATAMIENTO | 3 | 1.796007 | 0.598669 | 4.44 | 0.0191 |
| BLOQUE | 4 | 0.563726 | 0.140932 | 1.05 | |
| ERROR | 12 | 1.616512 | 0.134709 | | |
| TOTAL | 19 | 3.976246 | | | |
| CV= | 29.4118 | % | | | |
| D.M.S= | 0.6676 | | | | |