

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS



PRODUCCION DE CHILE GUAJILLO BAJO DOS SISTEMAS DE RIEGO.

POR:

LUCINA TIBURCIO PANTALEÓN

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN.

TORREON, COAHUILA

DICIEMBRE 2011.

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**PRODUCCIÓN DE CHILE GUAJILLO BAJO DOS SISTEMAS DE
RIEGO**

**QUE PRESENTA:
LUCINA TIBURCIO PANTALEÓN**

**TESIS
QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN EL COMITÉ ASESOR, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADO POR:

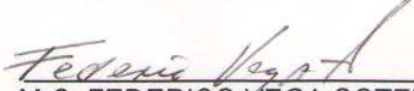
ASESOR PRINCIPAL


PhD. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA.

ASESOR:


M.C. JOSÉ GUADALUPE GONZÁLEZ QUIRINO

ASESOR:


M.C. FEDERICO VEGA SOTELO

ASESOR:


M.C. EDGARDO CERVANTES ÁLVAREZ

COORDINADOR DE LA DIVISION DE
CARRERAS AGRONOMICAS.


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA.

DICIEMBRE DEL 2011.

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**TESIS QUE PRESENTA LA C. LUCINA TIBURCIO PANTALEÓN Y
QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H.JURADO
EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN


PRESIDENTE.


PhD. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA.

VOCAL.


M.C. JOSÉ GUADALUPE GONZÁLEZ QUIRINO

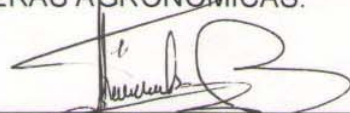
VOCAL.


M.C. FEDERICO VEGA SOTELO

VOCAL.


M.C. EDGARDO CERVANTES ÁLVAREZ

COORDINADOR DE LA DIVISION DE
CARRERAS AGRONOMICAS.


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA.

DICIEMBRE DEL 2011.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por darme vida y salud durante todo este tiempo, por ser mi principal guía, gracias Dios por darme la fuerza necesaria para salir adelante y lograr alcanzar esta meta.

A MI ALMA TERRA MATER

Agradezco sinceramente a la Universidad Autónoma Agraria **Antonio Narro**, Unidad Laguna, por brindarme la oportunidad de forjar en su seno mi vida profesional.

A MIS ASESORES

Agradezco a cada uno de mis asesores por su ayuda y disposición en la realización del presente trabajo, y agradezco de manera muy especial al M.C. Cesar Márquez Quiroz, ya que su ayuda fue determinante para la culminación del presente.

A MI FAMILIA.

A mi papá Santa Cruz Tiburcio Pastor y a mi mamá Margarita Pantaleón Bautista y a mis hermanos, por su ayuda y apoyo moral que me brindaron de manera incondicional.

A MIS AMIGOS.

A toda la generación 2007- 2011 de ingeniero agrónomo en irrigación de la UAAAN- UL por su amistad y apoyo durante la carrera.

Al Ph.D. Vicente de Paul Alvarez Reyna.

Por su amistad, enseñanza y apoyo durante mis estudios y su gran contribución en este trabajo.

Al M.C. Carlos Efrén Ramírez Contreras.

Por su amistad y su valioso contribución durante mis estudios y buenos consejos para la vida.

Al M.C. Federico Vega Sotelo.

Por su amistad y valioso apoyo profesional durante mis estudio y sus buenos consejos.

Al Ing. Braulio Ávila Pérez.

Por su valioso apoyo en la realización del presente trabajo, sus buenos consejos, y su amistad. Gracias ingeniero.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Santa Cruz Tiburcio Pastor
Margarita Pantaleón Bautista

Con mucho amor y orgullo, les dedico mi tesis, por darme la vida y enseñarme a luchar para salir adelante, por su gran corazón de padres, por su apoyo que siempre me brindaron en todo momento, pero sobre todo por el gran esfuerzo y sacrificio que realizaron durante el transcurso de mi estudio, gracias a ustedes he llegado a esta meta.

A mis hermanos.

Profra. Eugenia, Profra. Francisca, M.V.Z. Gregorio, M.V.Z. Filiberto, Profra. Basilisa, Saturnino, Rodolfo y Yazmín, por sus valiosos consejos, apoyo y cariño, que me brindaron durante mi carrera, mil gracias hermanos los quiero mucho.

A mis sobrinos.

Citlaly, Luis Ángel, Yajaira, Mayra Yaneth y Filiberto, gracias por su cariño y por hacerle compañía a mi mami en casa los quiero mucho.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | Pág. |
|--|------|
| DEDICATORIAS | III |
| AGRADECIMIENTOS | V |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | VI |
| INDICE DE CUADROS | IX |
| INDICE DE FIGURAS | X |
| INDICE DE APÉNDICE | XI |
| RESUMEN | XII |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| Objetivo | 2 |
| Hipótesis | 2 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| 2.1. Chile Mirasol/Guajillo..... | 4 |
| 2.2. Ciclo vegetativo del chile | 5 |
| 2.3. Clima..... | 5 |
| 2.4. Requerimiento hídrico de los cultivos..... | 6 |
| 2.5. Producción de chile bajo acolchado | 6 |
| 2.6. Ventajas del uso del acolchado..... | 7 |
| 2.7. Producción de chile bajo riego por goteo | 8 |
| 2.8. Riego por goteo | 8 |
| III. MATERIALES Y METODOS | 10 |
| 3.1 Material vegetal | 10 |
| 3.2. Localización geográfica | 10 |
| 3.3. Características climáticas de la región | 10 |
| 3.3. Suelo | 11 |
| 3.4. Vegetación | 11 |
| 3.6. Dimensiones del predio experimental..... | 12 |
| 3.7. Propiedades físicas y químicas de la región | 13 |
| 3.8. Diseño experimental..... | 13 |
| 3.9. Características del cultivo utilizado..... | 14 |

| | |
|---|-----------|
| 3.10. Manejo agronómico | 14 |
| 3.10.1. Preparación del terreno | 14 |
| 3.10.2. Sistema tradicional | 14 |
| 3.11. Sistema acolchado y riego por goteo | 15 |
| 3.11.1. Barbecho | 15 |
| 3.11.2. Rastreo | 15 |
| 3.11.3. Nivelación del terreno | 15 |
| 3.11.4. Levantamiento de cama | 15 |
| 3.11.5. Instalación del sistema de riego | 16 |
| 3.11.6. Fecha de trasplante | 16 |
| 3.11.7. Deshierbe y aporque | 16 |
| 3.11.8. Fertilización | 16 |
| 3.11.9. Irrigación | 17 |
| 3.11.10. Control de plagas y enfermedades | 19 |
| 3.11.11. Cosecha | 19 |
| 3.12. Variables evaluadas | 21 |
| 3.12.1. Altura de planta | 21 |
| 3.12.2. Fruto frutos por planta | 21 |
| 3.12.3. Peso de fruto | 21 |
| 3.12.4. Longitud del fruto | 22 |
| 3.12.5. Diámetro ecuatorial | 22 |
| 3.12.6. Rendimiento | 22 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 23 |
| 4.1. Altura de planta | 23 |
| 4.2. Fruto frutos por planta | 23 |
| 4.3. Peso de fruto | 23 |
| 4.4. Longitud del fruto | 23 |
| 4.5. Diámetro ecuatorial | 25 |
| 4.6. Rendimiento | 25 |
| 4.7. Precocidad | 25 |

| | |
|-------------------------------|----|
| V. CONCLUSIONES | 27 |
| VI. BIBLIOGRAFIA | 28 |
| APÉNDICE | 34 |

ÍNDICE DE CUADROS

| CUADROS | Pág. |
|--|------|
| Cuadro 1.Principales estados productores, superficie sembrada y valor de la producción de chile en México..... | 4 |
| Cuadro 2.Propiedades físico-químicas del suelo del predio “LOS SEIS HERMANOS” ubicado en el Municipio Gral. Enrique Estrada Zacatecas..... | 13 |
| Cuadro 3. Calendario de riego del cultivo de chile guajillo en el predio “Los Seis Hermanos”..... | 17 |
| Cuadro 4. Aplicaciones realizadas para el control de plaga (gusano trosador) en el predio” Los seis hermanos” en la ciudad de Gral. Enrique Estrada Zacatecas..... | 19 |
| Cuadro 5. Especificaciones de los grados de calidad para chile guajillo (<i>Capsicum annuum</i> L.) seco entero, de acuerdo a la NMX-FF-107/1-SCFI 2006..... | 24 |
| Cuadro 6. Altura de planta, frutos totales, peso del fruto, longitud del fruto, diámetro ecuatorial y rendimiento de chile guajillo en el Municipio de Gral. Enrique Estrada, Zacatecas, 2011..... | 26 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURAS | Pág. |
|---|------|
| Figura 1. Localización geográfica del rancho “LOS SEIS HERMANOS” | 11 |
| Figura 2. Representación esquemática del lote experimental y ubicación del sistema de riego..... | 12 |
| Figura 3. Frutos de chile guajillo (<i>Capsicum annuum</i> L.) con la coloración de rojo intenso, indicador de cosecha para esta variedad. Fotografía tomada a los 150 ddt (6 de septiembre del 2011.)..... | 2 |
| Figura 4. Comparación visual de fruto de chile guajillo (<i>Capsicum annuum</i> L.) obtenido de las diez plantas muestreadas por tratamiento. (A) frutos de calidad extra (mayor a 14 cm de longitud, 3 cm de ancho, y mayor de 9 g). (B) frutos de primera calidad (10-14 cm de longitud, 3 cm de ancho, y 5-9 g); (C) frutos de segunda calidad (menor de 10 cm de longitud, 3.5 cm de ancho, y menor de 5 g) y (D) frutos de tercera calidad (frutos con mal formación, sin maduración completa y/o coloración incompleta)..... | 20 |

ÍNDICE DE APÉNDICE

| APÉNDICE | Pág. |
|---|-------------|
| Cuadro7.a. ANOVA. Altura de la planta (AP)..... | 35 |
| Cuadro8.a. ANOVA. Número de frutos por planta (NF)..... | 35 |
| Cuadro9.a. ANOVA. Peso de fruto (PF)..... | 35 |
| Cuadro10.a. ANOVA. Longitud de fruto (LF)..... | 35 |
| Cuadro11.a .ANOVA. Diámetro Ecuatorial (DE) | 36 |
| Cuadro12.a. ANOVA. Rendimiento..... | 36 |

RESUMEN

El municipio Gral. Enrique Estrada, Zacatecas, se caracteriza por su actividad agrícola, la cual aumenta la demanda de agua por parte de este sector. Uno de los principales problemas de los pequeños y medianos productores es la falta de un sistema de riego adecuado en sus predios, para el aprovechamiento adecuado del recurso agua. Una importante alternativa para solucionar el problema antes mencionado es el uso de los métodos modernos de riego como el goteo, que son herramientas importantes para incrementar la eficiencia en uso del agua, especialmente en regiones áridas y semiáridas donde el agua es un recurso escaso y limitante para la producción agrícola. El uso de estos métodos de riego y del acolchado plástico, reduce aún más la pérdida de agua por evaporación directa del suelo y mejora el microambiente en el entorno de la raíz del cultivo, promoviendo un mejor desarrollo de la planta e incrementando los niveles de eficiencia y productividad del agua. El objetivo de este estudio fue comparar la producción de chile guajillo bajo dos sistemas de riego. El material vegetativo usado para este experimento fue semilla criolla nativa de la localidad "Félix U Gómez" del mismo Municipio. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, número de frutos por planta, peso del fruto, longitud de fruto, diámetro ecuatorial y rendimiento. La altura de planta fue similar en los dos sistemas de riego. En peso de fruto el sistema acolchado-riego por goteo registro un incremento de 39.70 % con relación al sistema de riego tradicional. La longitud de fruto en el sistema de acolchado-riego por goteo fue superior al sistema tradicional con un incremento de 19.30 %. En calidad de fruto (Longitud y diámetro ecuatorial) acolchado y riego por goteo presento tamaño extra de primera calidad superando al sistema tradicional. El rendimiento fue superior en acolchado-riego por goteo incrementándose 149.43 % con respecto al sistema tradicional.

Palabras clave: *Capsicum annuum* L., acolchado, película plástica, producción, riego, fertirrigación

I. INTRODUCCIÓN

Anteriormente se pensaba que el recurso agua era inagotable, hoy en día el crecimiento industrial como agrícola, además del consumo humano, hacen del agua un bien escaso; por el cual su uso debe ser optimizado (Cantú y Garduño, 2004).

El municipio Gral. Enrique Estrada, Zac. se caracteriza por poseer actividad agrícola, lo cual aumenta la necesidad de agua para los cultivos. Uno de los principales problemas para los pequeños y medianos productores es la falta de un sistema de riego adecuado en sus predios, para el buen aprovechamiento de este recurso (Martín, *et al.*, 2006). Los productores que no cuentan con riego tienen que sembrar de acuerdo a los ciclos climáticos que traen como resultado productos de baja calidad, poco rendimiento y una sola cosecha al año. A su vez, estos no pueden calendarizar ni diversificar su producción (CDA Fintrac. Inc, 2008).

La poca eficiencia de riego es producto del uso de métodos sin un diseño apropiado que hacen que gran parte del recurso sea desperdiciado por las pérdidas por percolación profunda, escurrimiento superficial y evaporación (Arellano *et al.*, 2002).

Una importante alternativa para solucionar los problemas antes mencionados es el uso de los métodos modernos de riego como el goteo, ya que son herramientas importantes para incrementar la eficiencia del uso del agua, especialmente en regiones áridas y semiáridas donde el agua es un recurso escaso y limitante para la producción agrícola. El uso de estos métodos de riego y del acolchado plástico, reduce aún más la evaporación directa del suelo y mejora el microambiente alrededor de la raíz del cultivo, lo que promueve un mejor desarrollo de la planta y aumenta los niveles de eficiencia y productividad del agua (Doorenbos y Pruitt, 2006).

Objetivo

Comparar la producción de chile guajillo bajo dos sistemas de riego.

Hipótesis

La producción de chile guajillo bajo los dos sistemas de riego es similar.

II. REVISION DE LITERATURA.

El Chile (*Capsicum annum L.*) es una hortaliza de gran tradición en la dieta de los mexicanos, se cultiva comercialmente en más de la mitad de los estados del país. La región norte ocupa el primer lugar en superficie cultivada para chile seco de los tipos Ancho, Guajillo y Pasilla, utilizados para elaborar moles, salsas y colorantes (Velásquez, *et al.*, 2000). En el 2007 la producción mundial de chile (*Capsicum annum L.*) fue poco más de 30 millones de toneladas (FAOSTAT, 2008). México aportó 6.8 % del total y se usó 27.5 % de la superficie destinada al cultivo de hortalizas, generando más de \$ 5,000 millones de pesos, que representó 23 % de la producción hortícola nacional (SIACON, 2007). Los estados con mayor superficie y producción son: Zacatecas, Chihuahua, Sinaloa, San Luis Potosí, Durango, Veracruz Guanajuato y Jalisco (SIAP, 2008).

México es el primer exportador de chile verde a nivel mundial y sexto de chile seco; nuestros principales clientes son Estados Unidos, Japón, Canadá, Reino Unido y Alemania. Además de un producto con presencia mundial, éste es un cultivo originario de nuestro país y parte simbólica de la cocina mexicana (SIAP-SAGARPA, 2008).

En 2009 destacaron Chihuahua, Sinaloa y Zacatecas como principales productores de chile con más de la mitad del volumen nacional en su conjunto. Cabe mencionar que el orden de importancia se modifica al comparar el rendimiento de estos tres estados. En el caso de Sinaloa, estado con alto grado de tecnificación, se registró una cosecha de 28 toneladas por hectárea, en Chihuahua, 16 toneladas por hectárea, mientras que en Zacatecas, el de mayor superficie sembrada reportó 7 toneladas por hectárea (SIAP, 2009).

No cabe duda que esta hortaliza es una de las más importantes por su alta rentabilidad y gran demanda de mano de obra (Pérez y Rico, 2006).

En relación al ramo hortícola en México, el cultivo de chile ocupó el primer lugar en superficie sembrada con 158,913 ha en el periodo 2005-2006. Esta

especie se siembra prácticamente en todas las condiciones agroecológicas de nuestro país. En el Golfo se cultivan los chile serranos y jalapeños; en la mesa central los chile mulato, miahuateco y carricillo; en la zona del Bajío el ancho, mulato y pasilla; en el Sureste de México se siembra habanero: en el Norte Centro el chile mirasol, guajillo, ancho y pasilla; y en la región noroeste chiles de exportación como el morrón, Anaheim, Caribe, Güero, etc, (Pérez, *et al.* 2006). El volumen de la producción oscila alrededor de 2, 078,476 toneladas con un valor de \$ 8,064,364 miles de pesos, por superficie sembrada (Cuadro 1) destacan los estados de Zacatecas, Chihuahua, Sinaloa, San Luis Potosí, Durango, Veracruz, Guanajuato y Jalisco (SIAP, 2008).

Cuadro 1. Principales estados productores, superficie sembrada y valor de la producción de chile en México (SIAP, 2009).

| Estado | Superficie sembrada (ha) | Producción (ton) |
|-----------------|---------------------------------|--------------------------|
| Zacatecas | 39,443 | 280,876 |
| Chihuahua | 29,448 | 472,148.49 |
| Sinaloa | 17,180 | 488,153 |
| San Luis Potosí | 14,356 | 146,199.55 |
| Durango | 5,356 | 48,252 |
| Veracruz | 5,331 | 29,095 |
| Guanajuato | 4,300 | 33,311 |
| Jalisco | 4,026 | 71,522 |
| Otros | 39,503 | 508,918.6 |

2.1 Chile Mirasol/Guajillo.

Chile que se utiliza mucho, sobre todo en estado seco. Actualmente, se le cultiva comercialmente, es una de las variedades que aunque conserva una de las características propias de las especies silvestre, la del fruto que crece hacia arriba, si bien en algunas variedades, sobre todo en las de mayor tamaño el fruto puede colgar (Alvarado *et al.*, 2006). Característica de la cual procede su nombre común, mirasol, y el que se le da en algunas regiones como miracielo parado. Poseedor de un sabor particular por sus características, como aroma y

carneidad, se le utiliza para elaborar mole, adobo y salsa (Noriega, 2009). Es ligeramente picante (2,500-5,000 Unidades Scoville) y se usa principalmente seco, recibiendo el nombre de chile guajillo. La forma del fruto puede ser alargada puntiaguda, de cuerpo cilíndrico. Todos los chiles de este grupo maduran en un color rojo vivo y adquieren un tono guinda transparente al secarse (López, 2003; Berríos *et al.*, 2007). Se considera que mientras más chico es el fruto el contenido de capsaicina aumenta (Alvarado *et al.*, 2006). A este chile, se le con otros nombres: en estado fresco como puya, miracielo, parado, etc.; deshidratado como guajillo, costeño, puya, cascabel, Catarina (Alvarado *et al.*, 2006).

2.2 Ciclo vegetativo del chile

El chile es una planta anual, con raíz pivotante que alcanza una profundidad de 70 a 120 cm y una altura de 30 a 80 cm. Las plantas de chile crecen en un tallo erecto. Las flores son axilares, solitarias, completas y perfectas. El fruto del chile guajillo es una baya de 10 a 15 cm de largo, de color rojo oscuro sabor agradable entre picante y bastante picante. La semilla de forma reniforme, lisa y sin brillo, de color blanco en fruto fresco y amarillenta en fruto seco (SIAP, 2010).

2.3. Clima

El Chile es sensible a temperatura baja, sin embargo prospera entre 0 y 2,500 msnm de preferencia libre de heladas. Una mejor germinación en un período de 9 a 12 días es posible lograrse bajo un rango de temperatura de 20 a 30 °C; se considera que un rango de 16 a 32 °C de temperatura favorece el crecimiento vegetativo.

El chile se adapta a diferente tipo de suelo, pero se desarrolla mejor a profundidades de 30 a 60 cm y en suelo franco arenoso, franco limoso o franco arcilloso, con alto contenido de materia orgánica.

Su desarrollo requiere un pH superior a 5.5. El pH es determinante para la asimilación de nutrientes, entre ellos el nitrógeno, vital para el cultivo y presente en algunos tipos de fertilizante (SIAP, 2010).

2.4 Requerimiento hídrico de los cultivos.

El agua se pierde en principio por drenaje, luego por evaporación de la superficie del suelo (debido a temperatura ambiental), y por la transpiración que realizan las plantas. La evapotranspiración varía dependiendo de la temperatura, luz y tipo de cultivo, constituye un dato de gran importancia para el conocimiento de la necesidad hídrica (Allen *et al.*, 2006).

En horticultura la aplicación del agua de riego es esencial para asegurar rendimiento y calidad de fruto económicamente aceptable (De Páscale *et al.*, 2003). Además la aplicación de agua de riego en cantidad y frecuencia adecuada puede solucionar parcialmente el ataque de *Phytophthora* (Jones *et al.*, 2000).

El cultivo de chile es altamente sensitivo a déficit hídrico (Delfine *et al.*, 2002; De Páscale *et al.*, 2003), en particular durante la maduración de fruto (Katerji *et al.*, 2005). La técnica del riego parcial de la raíz, como alternativa de riego podría promover el ahorro de agua y mitigar daño por *Phytophthora* en este cultivo.

2.5 Producción de chile bajo acolchado.

El acolchado plástico mejora la producción de chile (*Capsicum annuum* L.) debido a la radiación que refleja por los diferentes colores de los plásticos y al incremento de la temperatura del suelo en la zona radical (a 33 °C con plásticos oscuros, y a 28 °C con los claros), (Decoteau *et al.*, 2008). En Chile Guajillo se encontró que el acolchado plástico incrementó la disponibilidad de nitrógeno en condiciones de estrés hídrico, porque el acolchado plástico redujo el efecto negativo del estrés al permitir obtener un rendimiento cercano al normal sin restricción de humedad; así, al combinar el acolchado negro con la aplicación de -65 kPa de estrés hídrico, se incrementó la producción de fruto en 47 % y la eficiencia de uso del agua en 34 % con respecto al mismo tratamiento pero sin acolchar (Kirnak *et al.*, 2003). En la misma el mayor rendimiento de fruto fresco (33.1 t ha⁻¹) se obtuvo cuando el riego se aplicó al alcanzar un consumo de 18-22

mm de evaporación de un tanque estándar tipo "A", con un coeficiente de desarrollo del cultivo igual a uno (Sezen *et al.*, 2006).

El uso de acolchado en la producción de hortalizas como el melón, sandía, tomate, chile, entre otros, ha permitido obtener uno, dos, o múltiples ciclos vegetativos de cultivo con una misma película de plástico. Sin embargo, para hacer más eficiente el rendimiento de estos cultivos debe considerarse además del acolchado, el fertirriego, cubiertas flotantes, producción bajo invernadero, la protección con mallas rompevientos y un adecuado programa de control de plagas y enfermedades (Lamont, 2007).

2.6 Ventajas del uso del acolchado.

El acolchado plástico, tiene muchas ventajas para los usuarios, tales como ahorro de agua, incremento en la producción precoz y producción total, además de un cierto control de plagas, enfermedades y malezas (Liakatas *et al.*, 2007).

En la elaboración de plástico para la agricultura se incluyen varios aditivos para modificar o incrementar ciertas propiedades específicas del producto terminado, tales como agentes anticondensantes en la cara interior de la película, inhibidores-estabilizadores UV, retardadores de flama y ocasionalmente aditivos fotodegradables (Lamont, 2007).

El clima es el factor primario para la producción de alimentos y fibras (Dalrymple, 2006). Entre las principales restricciones para la producción de cultivos hortícolas se encuentra la temperatura muy cálida o muy fría, excesos o deficiencias de humedad, elevada incidencia de maleza, deficiencia de ciertos nutrimentos en el suelo y excesiva velocidad del viento. La mayoría de esos factores climáticos han sido menguados con la protección de cultivos y del suelo con materiales plásticos.

El acolchado plástico hace más competitiva la producción de hortalizas porque genera mayores rendimientos y oportunidad en el mercado (precocidad), e

incrementa la calidad de los frutos y la eficiencia en el control de maleza y en la aplicación de agroquímicos. Además reduce la evaporación del suelo, la pérdida por percolación de fertilizante y la compactación del suelo (Lamont, 2007; Kasperbauer, 2008). Otros efectos benéficos del acolchado plástico son la reflexión de radiación que permite generar más fotoasimilados, y aplicación de técnicas como trasplante y fertirrigación para mejorar el desarrollo y rendimiento de los cultivos (Tarara, 2006; Andino y Motsendbocker, 2004).

2.7 Producción de chile bajo riego por goteo.

La utilización del riego por goteo en la modalidad de cintilla, con prácticas de manejo como el trasplante y acolchado plástico, hacen posible lograr tal propósito con beneficios económicos significativos para el productor. De los elementos nutritivos esenciales para el desarrollo de las plantas, el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) son los más importantes debido a que la mayoría de los cultivos requieren una alta cantidad para obtener rendimientos elevados (Bregliani *et al.*, 2006).

2.8 Riego por Goteo.

El riego por goteo se define como la aplicación de agua en forma artificial, no de la lluvia, a un determinado terreno con el fin de que este recupere un nivel de humedad (Carbajal, 2004). Se aplican pequeños caudales a través de número variable de puntos de emisión, generando un reducido volumen de suelo mojado, lo que determina su operación con alta frecuencia para mantener un elevado porcentaje de humedad en el suelo (García, 2007). En la zona humedecida se desarrolla el sistema radicular de la planta, disponiendo de agua y nutrientes a baja tensión en forma permanente y según la evolución del cultivo, lo que trae grandes beneficios en términos de producción y obtenida y calidad del producto, siempre y cuando otro factor no sea limitante (Labrada, 2008). Se adapta a muchos cultivos, principalmente frutales y hortalizas, sin embargo, su adopción como sistema se ha concentrado en cultivos con alta rentabilidad, asociado

generalmente a la actividad agrícola de exportación. Entre estos se encuentran los parronales de uva de exportación, vides viníferas, paltos, frutillas, y cultivos hortícolas (C.N.A.U, 2007).

Entre sus ventajas destacan; alta eficiencia en el uso de agua y fertilizantes, mínima necesidad de mano de obra, posibilidades de automatización facilitando el manejo y la operación del sistema por 24 horas, facilita la realización de otras prácticas culturales en forma paralela, posibilidad de utilizar el sistema en varios tipos de suelo, producir en diferente clima, utilizar el recurso agua limitado y requerir baja presión al borde (Labrada, 2008).

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1 Material vegetal.

La semilla de chile guajillo usada para el experimento, es nativa de la localidad conocida como “Félix u Gómez” Municipio de Gral. Enrique Estrada perteneciente al Estado de Zacatecas, la cual ha sido seleccionada a través de los años por los productores de esa región. Dicha variedad puede ser cosechada a partir de los 120-125 días después del trasplante (ddt), aunque las primeras heladas del año ocurren en el mes de Octubre, recogiendo el fruto seco aproximadamente a los 140-145 ddt, según las condiciones climáticas. El fruto presenta una forma triangular alargada, exocarpo terso, mide en promedio unos 10 cm de largo y 3 cm en su parte más ancha, el color durante la madurez fisiológica es un rojo, intenso mientras durante la madurez de consumo pasa a una totalidad entre café rojizo y guinda (Cabañas *et al.*, 2006).

3.2 Localización geográfica.

El presente trabajo se realizó en el predio “Los Seis Hermanos” localizado en el Municipio, Gral. Enrique Estrada, Zacatecas, que se encuentra localizado geográficamente en la Latitud, 23°00′00″ al norte del ecuador., longitud, 102°44′00″ al oeste del meridiano de Greenwich, a una altitud de 2,150 metros sobre el nivel del mar (Figura 1).

3.3 Características climáticas de la región

El Municipio según Borah, (1995) queda incluido dentro del clima tipo BS1k, semiseco templado, que se caracteriza por un periodo de lluvia de cuatro meses de principio de junio y todo el verano, y seco el resto de año aunque en ocasiones suele llover en invierno, su precipitación pluvial oscila entre los 400 y 500 mm. anuales. La temperatura media anual es de 14 a 1 °C. Los vientos dominantes en primavera, verano y otoño son del sur y suroeste, a una velocidad de 8 Km h⁻¹., en invierno son del norte y del este a una velocidad promedio de 14 Km h⁻¹.

3.4 Suelo

La región cuenta con suelo muy variable, en el municipio Gral. Enrique Estrada predominan los suelos castaños en lúvico, que se caracterizan por tener una capa superficial de color pardo rica en materia orgánica y acumulación de calcio en el subsuelo. La textura del sitio experimental es de migajón arcilloso arenoso.

3.5 Vegetación.

La vegetación es determinada por el clima, y la más representativa es de plantas cactáceas y palmáceas: Huizaches, mezquites, cardenches, nopales, palmeras datileras silvestres, álamos, magueyes, pirules y pastizales. En el pasado ésta vegetación formaba montes, de los que hoy queda muy poco, pues la mayor parte del terreno ha sido abierto al cultivo.



Rancho "Los seis hermanos"



Figura 1. Localización geográfica del rancho "LOS SEIS HERMANOS".

3.6 Dimensiones del predio experimental.

Las dimensiones y características del sitio experimental se muestran en la figura 2. La superficie en la que se diseñó el sistema de riego por cintilla fue de 18 ha, los surcos se trazaron en una orientación de Norte a Sur en una superficie realmente plana.

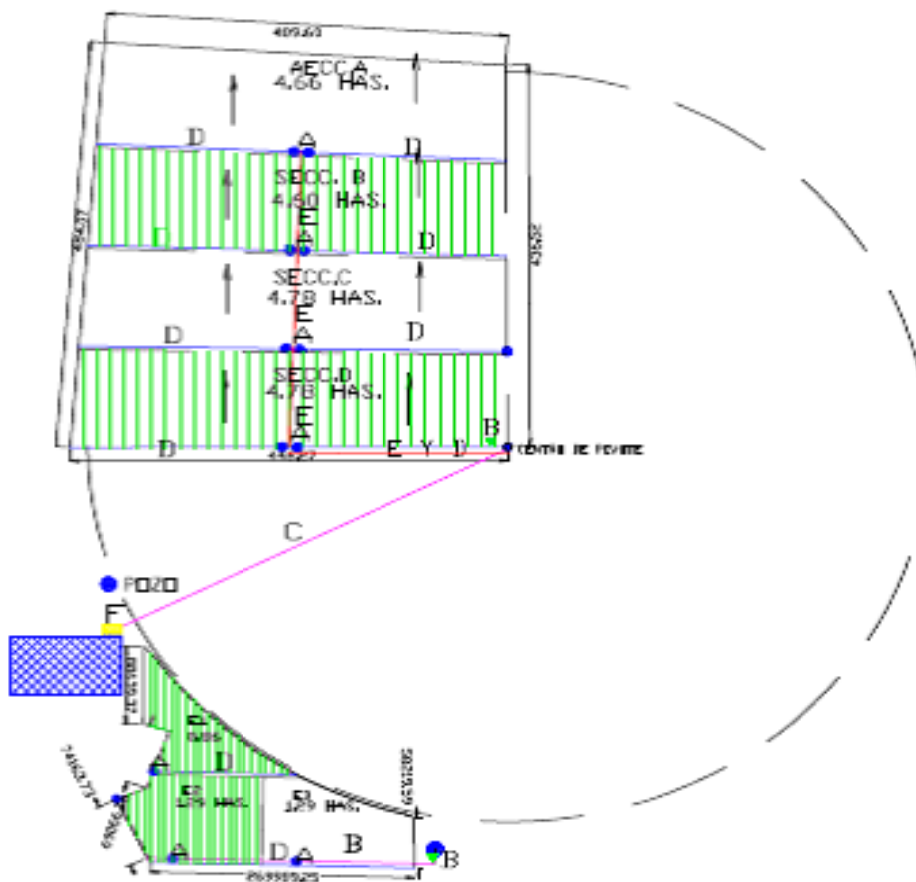


Figura 2. Representación esquemática del lote experimental y ubicación de sistema de riego.

3.7 Propiedades físicas y químicas del suelo del lote experimental.

De acuerdo a los análisis físico-químicos de laboratorio Agroferza (Agroquímico y Fertilizantes de Zacatecas S.A de C.V.), es un suelo ligeramente salino y fuertemente alcalino, con una clasificación de por ciento de sodio intercambiable que corresponde una clasificación media, este tipo de suelo para la explotación agrícola es bueno ya que sus problemas no son graves, y siempre se mantendrá húmedo, debido a que tiene una buena infiltración, lo cual disminuye el efecto de las sales (Cuadro 2).

Cuadro 2. Propiedades físico-químicas del suelo del predio “LOS SEIS HERMANOS” ubicado en el Municipio Gral. Enrique Estrada Zacatecas.

| Propiedades físicas | | Propiedades químicas | |
|--------------------------|-------------------|------------------------------|------------|
| Densidad Aparente | 1.32 | pH | 8.2 |
| % Arena | 51.79 | C.E (mmhos/cm) | 2.2 |
| % Limo | 26 | Calcio (Ca ⁺⁺) | 8.60 Meq/L |
| Textura | Migajón arcilloso | Magnesio (Mg ⁺⁺) | |
| | arenoso | | 4.4 Meq/L |
| C.C | 19 | Potasio (K ⁺) | 0.64 Meq/L |
| P.M.P | 10.16 | Sodio (Na ⁺) | 8.86 Meq/L |
| V. Infiltración (cm/hr). | 7 | Cloro (Cl ⁺) | 5.64 Meq/L |

3.8 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar con cinco repeticiones. La unidad experimental consto de tres plantas por metro lineal.

3.9 Características del cultivo utilizado.

El área total sembrada fue de 22.28 hectáreas, de las cuales en 18 hectáreas se trasplantó chile Guajillo bajo acolchado y riego por goteo y el resto bajo el sistema tradicional (riego por surcos y sin acolchado).

3.10 Manejo agronómico

3.10.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno es fundamental para lograr abundante rendimiento de los cultivos, en especial todos aquellos que forman parte de la alimentación del ser humano, en su estado natural la tierra no contiene suficiente aire por lo cual conviene cambiar su estructura mediante un paso de aradura.

3.10.2 Sistema tradicional.

Las labores que se llevaron a cabo fueron barbecho y rastra, las cual se realizaron del 17 al 19 de abril del 2011, con la ayuda de un tractor con arado de discos, actividades con la finalidad de incorporar residuos de cosechas, aflojar la capa arable y aumentar la porosidad, que favorece el crecimiento de las plantas. Posteriormente se realizo el trazo de surcos, quedando a una separación de 40 cm entre surcos con una profundidad de 40 cm; el trasplante se llevó a cabo el día 08 de abril del 2011, esta actividad se realizó en forma manual, a una distancia de 35 cm entre plantas. El primer deshierbe y aporque se llevó de forma manual el día 20 de mayo, el segundo el día 12 de junio y el tercero el día 25 de junio del 2011.

3.11 Sistema acolchado y riego por goteo.

3.11.1 Barbecho.

Esta labor se llevó a cabo del 15 al 17 de abril con la ayuda de un tractor con arado de discos y consiste en cortar, voltear y pulverizar el suelo, incorporar residuos de cosechas anteriores, aflojar la capa arable permitiendo la aireación y penetración del agua al suelo, favorecer el desarrollo de la raíz de las plantas y facilitar las labores culturales, esta práctica se realiza antes de la siembra.

3.11.2 Rastreo.

Esta actividad tiene la finalidad de reducir al mínimo los terrones formados durante el barbecho, y aumentar la porosidad, que favorece el crecimiento de las plantas, controla la maleza emergida, aunque al remover el suelo se pierde agua por evaporación. Se realizó un doble rastreo.

3.11.3 Nivelación del terreno

Esta labor se llevó a cabo el 18 y 19 de Abril del 2011, con la ayuda de un tractor con escrepa, que consistió en emparejar el terreno con el fin de evitar encharcamientos, favoreciendo así el control de enfermedades.

3.11.4 Levantamiento de cama

El levantamiento de cama se llevó a cabo con la ayuda de una bordeadora agrícola. La cual consistió en abrir la tierra formando bordos y arrasándolas de tal manera de formar camas, de 40 cm de alto y a una distancia de separación de 1.70 m.

3.11.5 Instalación del sistema de riego.

La instalación se realizó durante los días 25 al 30 de Abril del 2011. El material que se manejó para la instalación fue manguera de riego lay flat de 6 y 4", marca Toro en vez de tuberías de PVC, se usó la cintilla de la marca Ro-Drip con un gasto de 500 lph, modelo 6 mil y conectores de inserción John Deere. La instalación de la cintilla y acolchado se realizó con maquina especial.

3.11.6 Fecha de trasplante.

El trasplante se llevó a cabo del 03 al 08 del mes de abril del 2011, en el predio "Los Seis Hermanos". El trasplante se realizó de forma manual, en doble hilera, quedando en 30 cm entre hileras y 35 cm entre plantas, lo que nos dio una población de 35,294 plantas por ha.

3.11.7 Deshierbe y aporque.

El primer deshierbe se llevó de forma manual del día 25 al 30 de mayo. El segundo deshierbe y aporque en los orificios del hule del 15 al 20 de junio de 2011, actividad que consistió en llenar los orificios con tierra para sostener la planta, tapar la maleza más pequeña, y quitar la de mayor crecimiento.

3.11.8 Fertilización.

La dosis de fertilización aplicada en el experimento fue 230-100-150 kg ha⁻¹ N-P₂ O₅-K₂O que, es la recomendada por inifap Zacatecas para la producción de chile guajillo (Bravo *et al.*, 2006). La fertilización se llevo a cabo en dos etapas, la primera se realizó 15 días después del trasplante (ddt) y se incorporó 50% de nitrógeno, 100% de fósforo y el 50% de potasio. El resto del fertilizante (50%N y 50%K) se aplicó a los 65 ddt. Los fertilizantes utilizados fueron Superfosfato Triple (00-45-00), Sulfato de

Potasio (00-00- 50) y Sulfato de Amonio (20.5-00-00). Fertilizantes que presentan una alta solubilidad y compatibilidad y es muy apreciada por los agricultores ya que tiene una relación costo-beneficio muy positiva en cuanto a aporte de nutrientes, son fórmulas esenciales para el crecimiento de las plantas, desempeñan un papel importante en la fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, y en la división y crecimiento celular. Promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces, mejora la calidad de la fruta.

3.11.9 Irrigación.

Se aplicó un riego con cintilla de 2 días antes de trasplantar, con la finalidad de mojar la superficie o área necesaria para el cultivo. Posteriormente se aplicaron cada 2 y 3 días de acuerdo al calendario de riego (Cuadro 3).

Cuadro 3. Calendario de riego usado para el cultivo de chile guajillo en el predio “Los Seis Hermanos”.

| Riegos | Fecha | Lr mm. | Lr. Acum (mm) | L. B. (mm) | L. B Acum. | Intervalo |
|--------|--------|--------|---------------|------------|------------|-----------|
| 1 | 01-abr | 8.1 | 8.1 | 70 | 70 | 0 |
| 2 | 03-abr | 8.1 | 16.2 | 0 | 70 | 2 |
| 3 | 06-abr | 8.1 | 24.3 | 0 | 70 | 3 |
| 4 | 10-abr | 8.1 | 32.4 | 0 | 70 | 4 |
| 5 | 13-abr | 8.1 | 40.5 | 0 | 70 | 3 |
| 6 | 17-abr | 8.1 | 48.6 | 0 | 70 | 4 |
| 7 | 20-abr | 8.1 | 56.7 | 0 | 70 | 3 |
| 8 | 24-abr | 8.1 | 64.8 | 0 | 70 | 4 |
| 9 | 27-abr | 8.1 | 72.9 | 0 | 70 | 3 |
| 10 | 01-may | 10.8 | 83.7 | 149.7 | 219.7 | 4 |
| 11 | 03-may | 10.8 | 94.5 | 0 | 219.7 | 2 |
| 12 | 06-may | 10.8 | 105.3 | 0 | 219.7 | 3 |
| 13 | 08-may | 10.8 | 116.1 | 0 | 219.7 | 2 |

Continuación del Cuadro 3.

| Riegos | Fecha | Lr mm. | Lr. Acum. (mm) | L. B. (mm) | L. B Acum. (mm) | Intervalo |
|---------------|--------------|---------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| 14 | 10-may | 10.8 | 126.9 | 0 | 219.7 | 2 |
| 15 | 12-may | 10.8 | 137.7 | 0 | 219.7 | 2 |
| 16 | 15-may | 10.8 | 148.5 | 0 | 219.7 | 3 |
| 17 | 17-may | 10.8 | 159.3 | 0 | 219.7 | 2 |
| 18 | 19-may | 10.8 | 170.1 | 0 | 219.7 | 2 |
| 19 | 21-may | 10.8 | 180.9 | 0 | 219.7 | 2 |
| 20 | 24-may | 10.8 | 191.7 | 0 | 219.7 | 3 |
| 21 | 26-may | 10.8 | 202.5 | 0 | 219.7 | 2 |
| 22 | 28-may | 10.8 | 213.3 | 0 | 219.7 | 2 |
| 23 | 30-may | 10.8 | 224.1 | 0 | 219.7 | 2 |
| 24 | 01-jun | 13.5 | 237.6 | 145.8 | 365.5 | 2 |
| 25 | 04-jun | 13.5 | 251.1 | 0 | 365.5 | 3 |
| 26 | 07-jun | 13.5 | 264.6 | 0 | 365.5 | 3 |
| 27 | 10-jun | 13.5 | 278.1 | 0 | 365.5 | 3 |
| 28 | 12-jun | 13.5 | 291.6 | 0 | 365.5 | 2 |
| 29 | 15-jun | 13.5 | 305.1 | 0 | 365.5 | 3 |
| 30 | 18-jun | 13.5 | 318.6 | 0 | 365.5 | 3 |
| 31 | 21-jun | 13.5 | 332.1 | 0 | 365.5 | 3 |
| 32 | 24-jun | 13.5 | 345.6 | 0 | 365.5 | 3 |
| 33 | 26-jun | 13.5 | 359.1 | 0 | 365.5 | 2 |
| 34 | 29-jun | 13.5 | 372.6 | 0 | 365.5 | 3 |
| 35 | 05-jul | 8.1 | 380.7 | 52.3 | 417.8 | 6 |
| 36 | 09-jul | 8.1 | 388.8 | 0 | 417.8 | 4 |
| 37 | 13-jul | 8.1 | 396.9 | 0 | 417.8 | 4 |
| 38 | 18-jul | 8.1 | 405 | 0 | 417.8 | 5 |
| 39 | 23-jul | 8.1 | 413.1 | 0 | 417.8 | 5 |
| 40 | 28-jul | 8.1 | 421.2 | 0 | 417.8 | 5 |

3.11.10 Control de plagas y enfermedades.

El control de plagas se realizó efectuando 4 aplicaciones para el control de gusano trosador. Cuadro 4.

Cuadro 4. Aplicaciones realizadas para el control de plaga (gusano trosador) en el predio " Los Seis Hermanos" en el Municipio Gral. Enrique Estrada Zacatecas.

| Aplicaciones (Días después del trasplante) | Cantidad de productos. | Unidad | Producto. |
|--|------------------------|--------|------------|
| | 2 | Kg | Groo green |
| 25 | 1 | Lt | Endosulfan |
| | 3 | Pzas. | Activol |
| | 2 | Kg | Superfos |
| 57 | 1 | Lt | Flecha |
| | ½ | Lt | Biozime |
| | 2 | Lts | Foltron |
| 77 | ½ | Lt | Kendo |
| | ½ | Lt | Cytovit |
| | 3 | Kg | K- fol |
| 105 | ½ | Lt | Protectin |
| | 2 | Kg | Daconil |
| | ½ | Lt | Cytovit |

Con esta última aplicación se vió favorecido el control total de esta plaga del gusano trosador de hojas.

3.11.11 Cosecha.

El indicador de la cosecha fue cuando los frutos se tomaron color rojizo (Figura 3), se efectuó manualmente a los 179 ddt se realizó la cosecha de los frutos y se clasificaron según la NMX-FF-107/1-SCF1-2006 en cuatro grados de calidad, en orden descendente: extra, primera segunda y tercera o rezaga (Figura 4).



Figura 3. Frutos de chile guajillo (*Capsicum annuum* L.) con la coloración de rojo intenso, indicador de cosecha para esta variedad. Fotografía tomada a los 150 ddt (6 de septiembre del 2011.)



Figura 4. Comparación visual de frutos de chile guajillo (*Capsicum annuum* L.) obtenido de las diez plantas muestreadas por tratamiento. (A) frutos de calidad extra (mayor a 14 cm de longitud, 3 cm de ancho, y mayor de 9 g). (B) frutos de primera calidad (10-14 cm de longitud, 3 cm de ancho, y 5-9 g); (C) frutos de segunda calidad (menor de 10 cm de longitud, 3.5 cm de ancho, y menor de 5 g) y (D) frutos de tercera calidad (frutos con mal formación, sinmaduración completa y/o coloración incompleta).

3.12 Variables evaluadas.

Las variables evaluadas fueron, altura de planta, fruto por planta, peso de fruto, longitud de fruto, diámetro ecuatorial y rendimiento, que se describen a continuación.

3.12.1 Altura de planta

Altura de la planta (AP), se midió en 10 plantas con la ayuda de una cinta métrica, se expresa en centímetros, las plantas muestreadas se tomaron se tomaron completamente al azar.

3.12.2 Número de frutos por planta

Producción de fruto total (NF), la producción de fruto se obtuvo cuantificando el fruto de 10 plantas tomadas completamente al azar, las mismas utilizadas para la altura.

3.12.3 Peso de fruto

En peso del fruto (PF), se pesaron diez frutos al azar de cada planta en una báscula manual y se expresó el peso en gramos.

3.12.4 Longitud de fruto

La longitud del fruto (LF), este dato se expresó en centímetros, la cual se obtuvo con la ayuda de un metro. Los frutos que se midieron fueron las mismas pesadas anteriormente.

3.12.5 Diámetro ecuatorial

El diámetro ecuatorial (D E), al igual que la longitud, este parámetro se expresa en centímetro y se obtuvo con el apoyo de una regla, la finalidad de esto es comprobar si hay diferencia en cuanto a este variable.

3.12.6 Rendimiento.

El rendimiento se determinó considerando el número y peso promedio del chile de las 10 plantas muestreadas, en una superficie de 0.13125 m² en el sistema tradicional, el cual posteriormente fue transformado a rendimiento por hectárea.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Altura de planta.

Los datos de altura de planta bajo el sistema tradicional y acolchado y riego por goteo se presentan en el Cuadro 6. El análisis estadístico para altura de planta no detectó diferencia entre los sistemas evaluados por lo tanto la altura de planta bajo ambos sistemas fue similar, sin embargo el tratamiento que promovió la mayor altura a través del ciclo de cultivo fue el A-R.G, registró un incremento promedio en la altura del 2.64 %. Una mayor altura conlleva al aumento en número de hojas y mayor contenido de clorofila (Rodríguez *et al.*, 1998), por lo que el incremento en número de hojas incrementa la fotosíntesis, lo que redundó en aumento del peso de fruto y consecuentemente en el rendimiento.

4.2 Número de frutos por planta.

El análisis estadístico no detectó diferencia significativa entre tratamientos para la variable número de frutos (Cuadro 6). Por lo tanto el número de frutos por planta en A-R.G fue similar al de las plantas en S.T. Sin embargo se observó una tendencia a mayor número de fruto por planta en el tratamiento A-R.G con 21.31 % más que el tratamiento de sistema tradicional.

4.3 Peso de Fruto.

Se detectó diferencia altamente significativa, en el análisis estadístico de los tratamientos bajo estudio, del cual afectaron al variable peso de fruto (Cuadro 6). El tratamiento A-R.G registró un incremento de 39.70 % con relación al tratamiento ST.

6.4 Longitud de fruto.

En los tratamientos acolchado y riego por goteo y sistema tradicional, se encontró diferencia altamente significativa donde el tratamiento A-R.G registro un incremento en 19.30 % en comparación con el tratamiento ST.

Sin embargo, según la NMX-FF-107/1-SCF1-2006 en cuatro grados de calidad, en orden descendente: extra, primera segunda y tercera o rezaga, el tamaño de fruto grande corresponde a una longitud superior de 10 a14 cm, por lo que la mayoría de los frutos obtenidos en el tratamientos A-R.G caen en esta categoría (Cuadro 6).

Cuadro 5. Especificaciones de los grados de calidad para chile guajillo (*Capsicum annum* L.) seco entero, de acuerdo a la NMX-FF-107/1- SCFI -2006.

| Calidad | Tamaño | | peso (gr) | Peso de pulpa (gr) | Color (Angulo de matriz) | Pungencia (°Scoville) | Especificaciones sensoriales |
|---------|---------------|------------|-----------|---|--------------------------|-----------------------|---|
| | Longitud (cm) | Ancho (cm) | | | | | |
| Extra | > 14 | > 3 | > 9 | =(((0.72 9)(peso)- 0.2372)))0.85) | 47.33- 56.96 | 3,000- 5,000 | Enteros, sanos, grandes, color rojo intenso u oscuro uniforme, no presenta decoloración, lisos, sin manchas, quemaduras, raspaduras ni deformaciones. |
| Primera | 10-14 | | | | | | 5-9 |
| Segunda | < 10 | < 3.5 | < 5 | | | | Enteros o parcialmente quebrados, sanos, generalmente medianos, levemente decolorados, rugosos, pueden presentar manchas, quemaduras, raspaduras y/o deformaciones. |
| Tercera | ---- | --- | --- | | | | ----- |

6.5 Diámetro ecuatorial.

Los datos de diámetro ecuatorial del fruto de la planta bajo el S.T y A-R.G se presentan en el Cuadro 6. El análisis estadístico para este variable detecto diferencia altamente significativa entre los sistemas evaluados donde el tratamiento A-R.G registro un incremento en diámetro de fruto de 19.60 %, en comparación con el tratamiento ST. Resultados similares fueron obtenidos por Coskshull, *et al.*, 1992, quienes reportaron un diámetro mayor de frutos hortícolas cuando la altura de planta es mayor.

6.6 Rendimiento.

El análisis estadístico detecto diferencia significativa entre tratamientos ($P \leq 0.05$), el tratamiento A-R.G registro un incremento de 149.43 %, en comparación con el tratamiento ST, con un rendimiento promedio de 8.83 t ha⁻¹, (Cuadro 6). Estos resultados se le atribuyen a que la planta presento frutos de tamaño grande e incremento en la altura promedio, resultados similares fueron obtenidos por Smittle *et al.* (2009) y Cockshull *et al.* (1992), quienes reportaron incremento de rendimiento de cultivos hortícolas cuando la altura de planta fue mayor y más bajo rendimiento en el tratamiento sin acolchado, por lo que una reducción en la altura reduce el rendimiento hasta en 22 % (Martínez-Gamiño, 2002).

6.7 Precocidad.

En precocidad es importante mencionar que el primer corte de fruto se realizó en el tratamiento acolchado y riego por goteo el día 28 de septiembre del 2011, y fue hasta el segundo corte (8 de octubre) cuando se inició la cosecha del tratamiento sistema tradicional, lo que indica una ganancia en precocidad de 10 días. La mayor disponibilidad de agua del incremento de la temperatura del suelo debido a las condiciones creadas por las películas plásticas, promovió una mayor producción de chile guajillo, resultados similares fueron citadas por Miranda *et al.*,

2006, donde explica que el aumento de la temperatura del suelo producido por el acolchado contribuyó a que se lograra un adelanto de la fecha de cosecha. El calentamiento del suelo producido por el acolchado también promovió producción de chile (Martínez, 2002).

Cuadro 6. Altura de planta, frutos totales, peso de fruto, longitud, diámetro ecuatorial y rendimiento de chile guajillo en el Municipio Gral. Enrique Estrada, Zacatecas, 2011.

| Variables | AP (cm) | NF (Piezas) | PF (Grs) | LF (Cm) | D E (cm) | Rendimiento (t ha⁻¹) |
|------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--|
| S.T. | 64.2 a | 38.6 a | 4.13 b | 11.24 b | 2.55 b | 3.54 b |
| A- R.G | 65.9 a | 44.4 a | 5.77 a | 13.418 a | 3.05 a | 8.83 a |

S.T= Sistema tradicional, A-R.G= Acolchado-Riego por goteo. AP= Altura de planta; NF= Número de Frutos; PF= Peso de fruto; LF= Longitud de fruto; DE= Diámetro ecuatorial. Valores con la misma letra, dentro de las columnas, son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

V. CONCLUSION

Bajo las condiciones en la cual se condujo el presente trabajo se concluye:

El mejor método para la producción de chile guajillo fue acolchado-riego por goteo.

El acolchado y riego por goteo incremento el rendimiento y precocidad del cultivo.

VI. BIBLIOGRAFÍAS

- Alvarado, N., M., R. Velásquez V. y J. Mena C. 2006. Cosecha, postcosecha y productos de chile seco. *In: Tecnología de producción de chile seco*. A. G. Bravo L., G. Galindo G. y M. D Amador R. (comps.). Zacatecas, México diciembre de 2006. Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias. pp. 195-.221.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes D., Smith M. 2006. Evapotranspiración del Cultivo, Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Manual. 64.
- Andino, J. R y C. E Motsenbocker. 2004. Colored plastic mulches influence cucumber beetle populations, vine growth, and yield of watermelon. *Hort Science* 39:1246-1249.
- Arellano, García, D.; Catalán Valencia, E. A. e Ignacio Sánchez Cohen. 2002. *Guías de riego (región lagunera)* IX Congreso Nacional de Irrigación, Simposio 6, Reglamentación de sistemas de riego, Culiacán, Sinaloa, México, artículo ANEI-S69913.
- Berríos, U., M. E., C. Arredondo B. y H. Tjalling H. 2007. Guía de manejo de nutrición vegetal de especialidad: Pimiento.SQM. México, D.F. 103 p.
- Borah, Woodrow. 1995. La influencia cultural europea en la creación de los centros urbanos hispano-americano, *in* Ensayos sobre el desarrollo urbano de México: México, D.F., Secretaría de Educación, Dirección General de Divulgación, Serie SEP-SETENTAS, núm.143. p. 66- 114.

Bravo, L., A. G y F. Mojerro D. 2006. Riego por goteo y fertirrigación, *In: Tecnología de producción de chile seco*. A. G. Bravo L., G. Galindo G. y M. D Amador R. (comps.). Zacatecas, México diciembre de 2006. Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias. pp. 61-77.

Bregliani, M. M. E. J. M. Temminghoff, W. H. Van Riemsdijk, and E. S. Haggi. 2006. Nitrogen fractions in arable soils in relation to nitrogen mineralization and plant uptake mabel. *Commun. Soil Sci. Plan. Anal.* 37: 1571-1586.

Cabañas. C., B., G. Galindo G., M. Reveles H. y A. G. Bravo L. 2006. Selección, producción y conservación de semilla de chile seco. *In: Tecnología de producción de chile seco*. A. G. Bravo L., G. Galindo G. y M. D Amador R. (comps.). Zacatecas, México diciembre de 2006. Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias. pp. 19-44.

Carbajal, L., C.M. 2004. Metodología para el mejoramiento del uso del agua de riego empleando el sistema de riego intermitente. Tesis (Magíster Scientiae). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 12-15 pp.

Cantú, M. y H. Garduño. 2004. "Administración de Derechos del Agua: de regularización a eje de la gestión de los recursos hidráulicos", en *El Agua en México: una vista desde la academia*, B.

Centro de Desarrollo Agropecuario. Fintrac Inc. 2008. (CDA/FINTRAC).

Cockshull, K. E, C J Graves, C R K Cave.1992. The influence of shading on yield of glasshouse tomatoes. *J. Hort Sci.* 67(1): 11-24.

- Dalrymple, D. G. 2006. Controlled environment agriculture. A global review of greenhouse food production. Econom. Res. Serv. USDA Foreign Agr. Econom. Rpt. 89. Washington, D. C., USA.
- Decoteau, D. M., Kasperbauer, P Hunt. 2008. Bell pepper plant development over mulches of diverse colors. HortScience 25:460-462.
- Delfine, S. R., Tognetti, F. Loreto, Alvino. 2002. Physiological and growth responses to water stress in field – grown bell pepper (*Capsicum annuum* L.). J. Hort. Sci. Biotech. 77: 697-704.
- De Páscale, S. C., Rugiera, G. Barbieri, A Maggio. 2003. Physiological responses of pepper to salinity and drought. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 128:48-54.
- Doorenbos, J. y Pruitt, O. 2006. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudios FAO Riego y Drenaje Núm. 24. Roma, Italia. pp. 1-133.
- FAOSTAT. 2008. Sistema Estadístico de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Disponible en: Faostat.fao.org/siete/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567 (consultado: abril 2011).
- García, R. PE. 2007. Guía práctica para la elaboración de un sistema de riego por goteo de bajo costo denominado “R-EGAR”, usando materiales locales. Inédito. p. 2-3.
- Grupo Nacional de Agricultura Urbana. 2007. Informe de las áreas en producción, 2pp., Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba.
- Jones, T. R. Bessin, J. Strang, B. Rowell, D. Spalding. 2000. Kentucky pepper integrated crop management. Cooperative Extension Service. University of Kentucky. College of Agriculture. Paper IMP – 13. 39 p.

- Kasperbauer, M. J. 2008. Strawberry yield over red versus black plastic mulch. *Crop Sci.* 40:171-174.
- Katerji, N. M., Mastrorilli, A. Hamdy .2005. Effects of Water stress at different growth stages on pepper yield. *Acta Hort.* 335: 165-171.
- Kirnak, K. C. Kaya, D. Higgs, ITas. 2003. Responses of drip Irrigated bell pepper to water stress and different nitrogen levels with or without mulch cover. *J. Plant Nutr.* 26: 263-277.
- Labrada, C. 2008. Diagnóstico de la calidad en el manejo de los sistemas de riego para la gestión eficiente de una cooperativa en condiciones de agricultura urbana, 72pp., Tesis (en opción al título de Master en Gestión y Desarrollo de Cooperativas), Universidad de La Habana, La Habana, Cuba.
- Lamont, W. J. 2007. What are the components of a plasticulture vegetable production system. *HortTechnology.* 6(3): 150-154.
- López, R., G.O.2003.Chilli: La especial del Nuevo Mundo. *Ciencias* 69: 66- 75.
- Martín, G. Galvez; R. de Armas; R. Espinosa; R. Vigoa; y A. León. 2006. Cultivos hortícolas en Cuba. Capítulo 7: Riego y Drenaje Pág. 409 – 551. Editorial Científico Técnica. La habana. 342 pp.
- Martínez, G. M. 2002. El cultivo de chile guajillo con fertirrigación en el altiplano de San Luís Potosí. Folleto para productores Número 33. INIFAP. San Luis Potosí. México. 19 pp.
- Miranda, F. R., R. S. Gondim, and C. A. Costa. 2006. Evapotranspiration and crop coefficients for Tabasco pepper (*Capsicum frutescens* L.). *Agric. Water Manage.* 82: 237-246.

Norma Mexicana NMX-FF-107/1-SCFI-2006. Productos alimenticios-Chiles secos enteros (guajillo, ancho, mulato, de árbol, puya y pasilla)-Parte 1- Especificaciones y métodos de prueba. Secretaría de Economía. México, D.F.

Liakatas, A. ;Clark, J. A. ;Montieth, J.L. 2007. Measurements of the heat balance under plastic mulches. Part I. Radiaton balance and soil heat flux. Agr. For. Meteorol. 36:227- 239.

Pérez, M. L.; y Rico, J. E. 2006. Virus fitopatógenos en cultivos hortícolas de importancia económica en el estado de Guanajuato. Primera edición. Universidad de Guanajuato. pp 143.

Pérez, M. L., Medina. L.J.O. y Salinas, G.J.G. 2006. Control genético y químico de la marchitez del chile (*Capsicum annuum* L.) causada por el hongo *Phytophthora capsici* Leo.en la Región de Irapuato, Gto. *Revista Mexicana de Fitopatología* 8 (1):71-76.

Rodríguez, M. M. N., G. G. Alcantar, S A Aguilar, B J D Etchevers, R J A Santizó. 1998. Estimación de la concentreación de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. Terra 16 (2): 8135-141.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP. 2008. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola.<http://www.siap.gob.mx> / (17 de Julio de 2011).

Smittle, D. A., W L Dickens, J R Stansell. 2009. Irrigation regimes effect yield and water use by bell pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119:936-939.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP. 2009.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP. 2010.

Sezen, S., M. A. Yazar, S. Eker. 2006. Effect of drip irrigation regimes on yield and quality of field grown bell pepper. *Agric. Water Manage.* 81:115-131.

SIACON. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta 2000-2007, SAGARPA, D. F., México. www.siap.sagarpa.gob.mx/ventana.php?idLiga=1560&tipo=0 (consultado: agosto 2008).

Sistema de Información Agrícola y Pecuaria (SIAP). 2008. Secretaria de Agricultura, Ganadera y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México (www.sagarpa.gob.mx).

Tarara, J. M. 2006. Microclimate modification with plastic mulch. *HortScience* 35:169-179.

Velázquez, R. R., Rincón, V. J. F. y López, F.L.C. 2000. Guía para controlar la pudrición de la raíz de chile en Aguascalientes y Zacatecas.

APÉNDICE

Cuadro 7.a. ANOVA. Altura de la planta (AP)

| F de V. | GL | SC | CM | F. Cal | SIG ns ó * ó** |
|----------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------------|
| Trat | 1 | 7.225 | 7.225 | 0.32 | 0.5875 ns |
| Error | 8 | 181 | 22.625 | | |
| Total | 9 | 188.225 | | | |
| C.V % | | 7.312 | | | |

Cuadro 8.a. ANOVA. Número de frutos total de las platas (NF)

| F de V. | GL | SC | CM | F. Cal | SIG ns ó * ó** |
|----------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------------|
| Tratamiento | 1 | 84.1 | 84.1 | 5.16 | 0.528 ns |
| Error | 8 | 130.4 | 16.3 | | |
| Total | 9 | 214.5 | | | |
| C.V % | | 9.728 | | | |

Cuadro 9.a. ANOVA: Peso de fruto (PF)

| F de V. | GL | SC | CM | F. Cal | SIG ns ó * ó** |
|----------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------------|
| Trat | 1 | 6.707 | 6.707 | 51.03 | 0.0001** |
| Error | 8 | 1.051 | 0.131 | | |
| Total | 9 | 7.758 | | | |
| C.V % | | 7.322 | | | |

Cuadro 10.a. ANOVA. Longitud de fruto (L F)

| F de V. | GL | SC | CM | F. Cal | SIG ns ó * ó** |
|----------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------------|
| Trat | 1 | 11.859 | 11.859 | 53.24 | 0.0001** |

| | | | |
|-------|---|--------|-------|
| Error | 8 | 1.782 | 0.222 |
| Total | 9 | 13.641 | |
| C.V % | | 3.828 | |

Cuadro 11.a. ANOVA. Diámetro Ecuatorial (D E)

| F de V. | GL | SC | CM | F. Cal | SIG ns ó * ó** |
|----------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------------|
| Trat | 1 | 0.625 | 0.625 | 36.4 | 0.0003** |
| Error | 8 | 0.1373 | 0.017 | | |
| Total | 9 | 0.7623 | | | |
| C.V % | | 4.676 | | | |

Cuadro 12.a. ANOVA. Rendimiento.

| F de V. | GL | SC | CM | F. Cal | SIG ns ó * ó** |
|----------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------------|
| Trat | 1 | 70.04 | 70.04 | 47.35 | 0.0001** |
| Error | 8 | 11.83 | 1.47 | | |
| Total | 9 | 81.87 | | | |
| C.V % | | 19.64 | | | |