

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



PRODUCCIÓN Y EFICIENCIA EN USO DE AGUA EN CHILE JALAPEÑO
(*Capsicum annuum* L.)

POR:
PAOLA BERENICE MENDOZA REYNA.

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

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2012.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN Y EFICIENCIA EN USO DE AGUA EN CHILE JALAPEÑO
(*Capsicum annuum* L.)

POR:
PAOLA BERENICE MENDOZA REYNA.

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

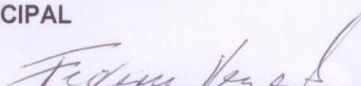
INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

COMITÉ PARTICULAR


Ph. D. VICENTE DE PAUL ÁLVAREZ REYNA.

ASESOR PRINCIPAL

ASESOR


M. C. FEDERICO VEGA SOTELO.


ASESOR


M. C. EDGARDO CERVANTES ÁLVAREZ.

ASESOR


ING. HÉCTOR ARMANDO DÍAZ MÉNDEZ.


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


Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE, 2012.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA


DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. **PAOLA BERENICE MENDOZA REYNA** QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

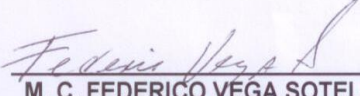
APROBADO POR:

COMITÉ PARTICULAR



Ph. D. VICENTE DE PAUL ÁLVAREZ REYNA.
PRESIDENTE

VOCAL



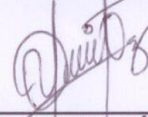
M. C. FEDERICO VEGA SOTELO.

VOCAL



M. C. EDGARDO CERVANTES ÁLVAREZ.

VOCAL SUPLENTE



ING. HÉCTOR ARMANDO DÍAZ MÉNDEZ.



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS.

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE, 2012.

DEDICATORIA

A mis papás: el Sr. Pedro Mendoza Mendoza y Sra. Silvia Reyna Varela.

Por darme la vida, inculcarme valores y enseñarme que nunca hay que darse por vencido; el incondicional apoyo y confianza que me brindaron en todo momento, y aún cuando me equivoqué y tropecé con muchos obstáculos, ellos siempre estuvieron a mi lado, acompañándome y dándome ánimo para seguir mi camino. Hoy que concluyo una etapa más en mi vida y que pronto comenzará otra, sé que seguirán como hasta ahora sin pedir nada a cambio.

A mis hermanos: Bibiana, Daniel y Erika.

Que a pesar de las diferencias que tuvimos, siempre me acompañaron en los buenos y malos momentos; cada día aprendo de ellos y de sus consejos de hermanos mayores.

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Por permitirme llegar a este momento, darme la constancia y perseverancia de cumplir con las metas que me he propuesto, darme una gran familia que me apoya en todo momento; darme la fuerza para salir adelante en cualquier obstáculo que se me presentó y demostrarme que siempre hay un camino mejor.

A mi “Alma Terra Mater”: Por todos esos momentos inolvidables que viví junto a mis amigos, compañeros y maestros, cada día todos hacemos de nuestra Alma Terra Mater una Universidad de calidad.

Al Departamento de Riego y Drenaje: En el cual pase muchas horas de clase y aprendí mucho académicamente, y sobre todo personalmente; donde maestros y alumnos convivimos en momentos importantes para nuestra carrera como la acreditación de la misma, la bienvenida a nuestros compañeros de nuevo ingreso, entre muchos otros.

A mis maestros: Por ser guías, consejeros y sobre todo amigos, brindando sus conocimientos y experiencia.

En especial a:

Ph. D. Vicente De Paul Álvarez Reyna: Gracias por darme la oportunidad de realizar este trabajo de tesis y por el tiempo dedicado.

Ing. Héctor Armando Díaz Méndez: Gracias por el tiempo y paciencia que dedicó a este trabajo, y por sus conocimientos brindados.

A mis compañeros de grupo: Que pasamos días alegres, de enojo, tristeza y que de alguna manera, estuvimos juntos, apoyándonos unos a otros.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS.....	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE APÉNDICE	x
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVO	3
III. HIPÓTESIS.....	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1. Antecedentes	4
4.2. Taxonomía del chile.....	5
4.3. Morfología.....	5
4.3.1. Tipo de planta.....	5
4.3.2. Tallo.....	6
4.3.3. Hojas	6
4.3.4. Flor	7
4.3.5. Fruto	7
4.3.6. Semilla.....	8
4.4. Requerimientos climáticos y edáficos	8
4.4.1. Temperatura.....	8
4.4.2. Precipitación	8
4.4.3. Suelo	8
4.5. Descripción del híbrido Emir	9
4.6. Manejo agronómico	9
4.6.1. Producción de plántulas	9
4.6.2. Preparación del suelo.....	10
4.6.3. Fecha de siembra.....	10
4.6.4. Densidad de plantación	11
4.6.5. Trasplante	11

4.6.6.	Riego	12
4.6.7.	Fertilización	13
4.6.8.	Labores culturales	14
4.6.9.	Cosecha y almacenamiento	14
4.7.	Plagas	15
4.7.1.	Pulgón o áfidos <i>Myzus persicae</i>	15
4.7.2.	Mosquita blanca Bemisia tabaci Gennadius, y Trialeurodes vaporariorum	15
4.7.3.	Minador de la hoja <i>Liriomyza trifolii</i>	16
4.7.4.	Barrenillo del chile Anthonomus eugenii Cano	17
4.8.	Enfermedades	18
4.8.1.	Damping off	18
4.8.2.	Pudrición apical	18
4.8.3.	Antracnosis o Manchado del fruto <i>colletotrichum</i> sp.	19
4.8.4.	Podredumbre blanda de los frutos <i>Erwinia carotovora</i>	20
4.8.5.	Virus Jaspeado del Tabaco (VJT), Virus Mosaico del Tabaco (VMT) y Virus Mosaico del Pepino (VMP).	21
4.9.	Información estadística y económica	22
4.9.1.	Clasificación y tipos de chile.....	22
4.9.2.	Variedades de chile fresco	23
4.9.3.	Superficie cultivada y producción de chile en México.....	24
4.9.4.	Principales estados productores de chile fresco	26
4.9.5.	Agroindustria de chile jalapeño	27
4.10.	Sistema de riego	27
4.10.1.	Sistema de riego eficiente	27
4.10.2.	Sistema de riego por goteo	28
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
5.1.	Localización	29
5.2.	Condiciones climáticas de la Comarca Lagunera.....	30
5.3.	Diseño experimental.....	30
5.4.	Prácticas culturales	30
5.5.	Establecimiento del sistema de riego	31
5.6.	Trasplante.....	31
5.7.	Tiempo de Riego	32
5.8.	Fertilización	34

5.9. Control de plagas y enfermedades.....	35
5.10. Cosecha.....	35
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
6.1. Rendimiento	36
6.2. Eficiencia en uso de agua.	38
VII. CONCLUSIÓN	40
VIII. BIBLIOGRAFÍA	41
IX. APÉNDICE.....	45

ÍNDICE DE APÉNDICE

Apéndice 1. <i>Análisis de varianza para rendimiento por corte en Chile Jalapeño, variedad Emir. UAAAAN UL. 2011.....</i>	45
Apéndice 2. <i>Análisis de varianza para rendimiento total en Chile Jalapeño, variedad Emir. UAAAN UL. 2011.....</i>	45
Apéndice 3. <i>Análisis de varianza para eficiencia en uso de agua en Chile Jalapeño, variedad Emir. UAAAN UL. 2011.....</i>	45

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. <i>Requerimientos nutricionales de chile jalapeño.</i>	13
Cuadro 2. <i>Clasificación de chiles y grado de picor (Grados Scoville).</i>	23
Cuadro 3. <i>Rendimiento de chile jalapeño en la modalidad de riego por estado y a nivel nacional ($t\ ha^{-1}$).</i>	25
Cuadro 4. <i>Producción estatal de chile jalapeño 2007.</i>	26
Cuadro 5. <i>Eficiencia aproximada de aplicación de agua según el método de riego utilizado.</i>	27
Cuadro 6. <i>Características térmicas y humedad de la Comarca Lagunera.</i>	30
Cuadro 7. <i>Producto químico y plaga/enfermedad a controlar.</i>	35
Cuadro 8. <i>Rendimiento por corte ($ton\ ha^{-1}$) en producción de chile jalapeño, variedad Emir. UAAAN UL. 2011.</i>	37
Cuadro 9. <i>Rendimiento total ($ton\ ha^{-1}$) en chile jalapeño, variedad Emir. UAAAN UL. 2011.</i>	38
Cuadro 10. <i>Eficiencia en uso de agua ($kg\ m^3$) en chile jalapeño, variedad Emir. UAAAN UL. 2011.</i>	39

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Estructura de producción por variedad 2007.	24
Gráfica 2. Distribución de la superficie sembrada por clasificación 2007 (%).	24
Gráfica 3 Distribución estatal de la producción de chile fresco 2007 (%).	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Planta de chile jalapeño Variedad Emir</i>	6
Figura 2. <i>Flor del cultivo del chile</i>	7
Figura 3. <i>Fruto de chile jalapeño</i>	7
Figura 4. <i>Preparación del terreno</i>	10
Figura 5. <i>Trasplante: suelo saturado y plántulas de almácigo</i>	12
Figura 6. <i>Tanque evaporímetro tipo A</i>	13
Figura 7. <i>Labores culturales: a) Desmalezado. b) Raleos. c) Tutorado</i>	14
Figura 8. <i>Pulgón Myzus persicae</i>	15
Figura 9. <i>Mosquita blanca Bemisia tabaci Gennadius</i>	16
Figura 10. <i>Larva, adulto y daños del minador de la hoja Liriomyza trifolli</i>	17
Figura 11. <i>Larva y adulto del barrenillo del chile Anthonomus eugenii Cano</i>	17
Figura 12. <i>Daños causados por Damping off</i>	18
Figura 13. <i>Síntomas de pudrición apical</i>	19
Figura 14. <i>Daños causados por colletotrichum sp</i>	19
Figura 15. <i>Daños causados por Erwinia carotovora</i>	20
Figura 16. <i>Síntomas de virosis en follaje de chile</i>	21
Figura 17. <i>Síntomas del mosaico del tabaco y hojas sanas de la misma planta</i> ..	21
Figura 18. <i>Síntoma del virus del mosaico del pepino</i>	22
Figura 19. <i>Sistema de riego por goteo</i>	28
Figura 20. <i>Campo experimental de la UAAAN UL</i>	29
Figura 21. <i>Aforo del sistema de riego por goteo</i>	31
Figura 22. <i>Proceso de trasplante de chile jalapeño</i>	32

RESUMEN

El principal factor limitante de la producción agrícola en el mundo es la escasez de agua. Actualmente la Comarca Lagunera presenta ciertas limitantes naturales para la producción agrícola, tales como escasez, mala calidad de agua, alta temperatura, entre otros. Para elevar la eficiencia en el uso de agua y mejorar la productividad de las hortalizas de riego en las zonas áridas de norte de México, es necesario evaluar el chile jalapeño en fruto verde bajo diferentes niveles de aplicación de agua (Mendoza, 2005).

Este experimento se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna; en el ciclo primavera – verano, del 20 de abril de 2011 al 27 de julio de 2011, con el objetivo de evaluar rendimiento y eficiencia en uso de agua en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum*), diferencialmente irrigado en base a diferentes porcentajes de evapotranspiración (E_{TP}).

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar, evaluados en función de porcentajes diferentes de E_{TP} 60, 80 y 100%, en base a la cual se determinó la lámina de riego; las variables evaluadas fueron rendimiento (ton ha^{-1}) y eficiencia en uso de agua (kg m^3).

En rendimiento, no fue diferente entre los tratamientos evaluados. En eficiencia en uso de agua los mejores tratamientos fueron 60% y 80% de E_{TP} con 1.26 kg m^3 y 1.24 kg m^3 , siendo estadísticamente igual.

Palabras clave: Chile, *Capsicum annuum*, rendimiento, eficiencia en uso de agua, escasez.

I. INTRODUCCIÓN

La agricultura de riego juega un papel preponderante en la producción del país (Inzunza *et al.*, 2007). En México existen actualmente 6.2 millones de hectáreas bajo riego y representan el 27.9 % de la superficie agrícola total; 50 % ciento de la producción agrícola nacional proviene de la agricultura de riego (Mendoza, 2005).

Uno de los problemas más alarmantes que afecta a las zonas de riego del país, principalmente en la zona norte, es la disminución progresiva del volumen de agua disponible para uso agrícola. En el Distrito de Riego No. 17 de la Comarca Lagunera, el agua extraída de las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco es para uso agrícola exclusivamente, y su volumen varía en cada ciclo agrícola de acuerdo al almacenamiento de agua en las presas. En los últimos años el volumen de agua captada por el vaso de la presa Lázaro Cárdenas ha mostrado importantes reducciones. Se ha buscado eficientar el agua de riego utilizando sistemas avanzados de riego como el riego por goteo con variantes de cintilla y con el uso de plásticos como acolchados o el uso de túneles (Mendoza, 2005).

Para elevar la eficiencia en el uso de agua y mejorar la productividad de las hortalizas de riego en las zonas áridas del norte de México, es necesario evaluar el chile jalapeño en fruto verde bajo diferentes niveles de aplicación de agua con riego por goteo tipo cintilla (Inzunza *et al.*, 2007).

En el mundo se cultivan alrededor de 1, 250, 000 ha de chile, principalmente de la especie *C. annuum* L. Los principales países productores en

el mundo, son: China, España, Turquía, Nigeria y la India; México ocupa el 4° lugar en cuanto a la superficie cultivada de chile y el sexto en lo que respecta a la producción (INIFAP, 2006).

La especie *C. annuum* var. *Annuum* originaria de México, presenta la mayor variabilidad de formas cultivadas, se encuentra distribuida en todo el mundo y tiene amplia diversidad de tamaños, formas, colores, rango de maduración y grado de pungencia (Aceves, 2008). En el país, el chile jalapeño ocupa el segundo lugar entre las hortalizas comerciales y de exportación. Para incrementar y mantener su producción comercial, es necesario controlar el uso eficiente de agua y nutrición (Báez, 2002).

En la Región Lagunera (Coahuila y Durango), el anuario estadístico de la producción agropecuaria reporta una superficie cosechada de chile de 911 ha con una producción media anual de 11.35 t ha⁻¹ (Mendoza, 2005).

Este cultivo se ha convertido en una alternativa agrícola estratégica para México pues su producción crece a un ritmo de entre 9.5 y 12% anualmente. La producción a nivel nacional de chile jalapeño en la modalidad de temporal en el año 2007 fue de 107, 869.89 toneladas, y en la modalidad de riego en el mismo año fue de 2, 151, 692.55 toneladas (Aceves, 2008).

II. OBJETIVO

Evaluar la producción de chile jalapeño bajo diferentes niveles de aplicación de riego.

III. HIPÓTESIS

La producción de chile jalapeño es similar bajo diferentes condiciones de riego.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Antecedentes

Los restos de plantas de chile en la cueva de Coxcatlán, Puebla y Ocampo, Tamaulipas, indican que probablemente el chile fue el primer cultivo domesticado en Mesoamérica (Molina, 2009).

Las variedades de chile, de las cuales hay gran cantidad, usualmente se clasifican como dulces o picantes. El chile varía según su forma, sabor, picante, color y utilización culinaria (Everhart *et al.*, 2002).

El chile jalapeño es originario de las regiones tropicales y subtropicales de Centro y Sur América. Se considera a México y a Guatemala como las primeras áreas de desarrollo de la especie (Chavarría, 2010).

Lo picante o el calor de un chile dependen de siete alcaloides o capsicinoides estrechamente relacionados. Al principio de los años 1900, Scoville inventó una prueba para determinar el picante relativo del chile. La capsicina de un chile fue extraída con alcohol y mezclada con varias concentraciones con agua endulzada. Se solicitó a probadores humanos que determinaran a qué punto neutralizó el agua lo picante. El volumen de agua requerido para cada muestra fue asignado una calificación en unidades Scoville, entre más grande el número, se necesitaba más agua y estaba más picante el chile. Un examen de cromatografía líquida de alta presión reemplazó esta técnica a principios de 1980, las medidas aun se expresan en unidades Scoville (Everhart *et al.*, 2002).

La existencia de vida en nuestro planeta está íntimamente asociada y condicionada a presencia de agua, dada la creciente escasez de ésta en el planeta debido a los cambios climáticos, hoy existe mayor demanda de los limitados recursos hídricos, el uso eficiente del agua superficial y subterránea disponible, empieza a ser crucial. En la actualidad más del 40% del agua destinada para riego se pierde (por infiltración, malos diseños de canalizaciones, etc.) antes de que llegue a los cultivos (Romero, 2005).

4.2. Taxonomía del chile

Filo: *magnoliphita*

Clase: *magnoliopsida*

Orden: *solanales*

Familia: *Solanaceae*

Género: *Capsicum*

Especie: *annuum*

Variedad: *annuum*

(Moreno, 1996).

(Molina, 2009).

4.3. Morfología

4.3.1. Tipo de planta

La planta es un semiarbusto de forma variable y alcanza entre 0.60m a 1.50 m de altura, dependiendo de la variedad, condiciones climáticas y del manejo (Figura 1). La planta de chile es monoica, tiene los dos sexos incorporados en una misma planta, y es autógena, es decir, se autofecunda; aunque puede ser fecundada por

polen de una planta vecina (Aceves *et al.*, 2008). Es una planta anual de tallo ramificado, con hojas oblongas, lanceoladas y flores blancas (Moreno, 1996).



Figura 1. Planta de chile jalapeño Variedad Emir

El sabor picante de las variedades fuertes se debe a un producto fenólico volátil llamado capsaicina (Chavarría, 2010).

4.3.2. Tallo

Se le considera una planta herbácea, tiene la particularidad de tener tallo leñoso, este puede tener forma cilíndrica o prismática angular, erecto y con altura variable según la variedad (Casaca, 2005).

4.3.3. Hojas

Hojas simples, alternas, pequeñas, con limbo oval lanceolado de bordes lisos, color verde oscuro, aovadas, enteras, glabras y peciolo comprimidos (Casaca, 2005).

4.3.4. Flor

Las flores son actinomorfas, hermafroditas, con cáliz de 6 sépalos, corola color blanco verdusco o blanco amarillento y pedicelos generalmente múltiples, de 6 pétalos y 6 estambres insertos en la garganta de la corola, el estigma generalmente esta a nivel de las anteras, lo que facilita la autopolinización (Figura 2). La polinización cruzada por los insectos es de un 80% (Casaca, 2005).



Figura 2. Flor del cultivo del chile.

4.3.5. Fruto

El fruto es una baya con 2 o 4 lóbulos, los cuales forman cavidades interiores con divisiones visibles en el chile alargado (Figura 3). Existe diversidad de formas y tamaño en los frutos. Al llegar a maduración los frutos son normalmente rojizos, anaranjados y amarillos (Casaca, 2005).



Figura 3. Fruto de chile jalapeño.

4.3.6. Semilla

Generalmente es deprimida, reniforme, lisa de coloración amarillenta o blanco amarillenta. El porcentaje de germinación es alto y puede mantenerse por 4 a 5 años bajo buenas condiciones de conservación (Casaca, 2005).

4.4. Requerimientos climáticos y edáficos

4.4.1. Temperatura

La temperatura tiene un efecto importante en la tasa de crecimiento de la planta, fruto, desarrollo y calidad (Everhart *et al.*, 2002). Temperatura cálida entre 20 y 29° C y entre 300 a 600 msnm (condiciones optimas) pero produce muy buen rendimiento con temperatura de hasta 40° C y desde 60 hasta 1600 msnm (Casaca, 2005).

A temperatura de 13°C el crecimiento y desarrollo de la planta se retarda y tira su flor, botones y frutos jóvenes, a temperatura de 10°C la planta detiene por completo su crecimiento (Aceves *et al.*, 2008).

4.4.2. Precipitación

El chile jalapeño requiere una cantidad de lluvia entre 500 y 600 mm bien distribuidos, durante su ciclo productivo (Aceves *et al.*, 2008).

4.4.3. Suelo

El chile jalapeño se desarrolla en muchos tipo de suelo, desde arenoso hasta arcilloso. Es deseable tener suelo de migajón a migajón arenoso, profundo y bien

drenado con un pH óptimo para su desarrollo de 6.5 a 7.0 con profundidades de 40 cm como mínimo. Se produce bien en suelo con diferente topografía, ya sean planos o de lomerío o ladera (Aceves *et al.*, 2008).

El cultivo de chile es muy sensible a la variación de humedad del suelo, ya que exceso de agua puede propiciar la incidencia de enfermedades, mientras que con déficit de humedad se afecta también el desarrollo normal del cultivo (Aceves *et al.*, 2008).

4.5. Descripción del híbrido Emir

Es un nuevo jalapeño híbrido 5 a 8 días más precoz, dependiendo de la zona de cultivo. Su fruto es de color verde oscuro y grande de 8 a 9 cm de largo por 2 a 3 cm de ancho. Pared gruesa, lo que proporciona mayor peso por fruta y la pungencia es muy alta. Fruta de forma típica de jalapeño, liso. Planta compacta de hojas gruesas que provee excelente cobertura a la fruta, así mismo le proporciona mayor tolerancia a las enfermedades foliares. Por su hábito de crecimiento puede evitarse el uso de tutores (http://www.marseedcompany.com/Joomla/index.php?option=com_content&task=view&id=52&Itemid=80).

4.6. Manejo agronómico

4.6.1. Producción de plántulas

Este es un mecanismo práctico que permite la siembra de gran cantidad de semilla para obtener alta población de plantas (Palomo *et al.*, 2003).

Se usan charolas de poliestireno blanco o plástico negro de 200 cavidades, y existen varios sustratos o tierras para desarrollar las plántulas. Se marcan los hoyos a un centímetro de profundidad y se colocan 1 a 2 semillas por cada hoyo (Palomo *et al.*, 2003).

4.6.2. Preparación del suelo

La preparación del terreno debe hacerse de 25 a 30 cm de profundidad. Primero arar y luego rastrear hasta dejar el mullido deseado. Levantar las camas entre 25 y 30 cm (Figura 4). Las camas altas tienen grandes ventajas agronómicas: mejor drenaje, mejor aireación, el suelo está suelto para que las raíces exploren mejor, etc. Otra ventaja es solo bordear para realizar la siembra de otro cultivo sin tener que volver a arar (Casaca, 2005).



Figura 4. Preparación del terreno.

4.6.3. Fecha de siembra

Hay meses que son menos difíciles pero se puede producir todo el año (Casaca, 2005). En la siembra directa en suelo seco, la nivelación del terreno es determinante para asegurar una adecuada emergencia de plántulas. Una vez

realizada la siembra, se riega a traspaso para no compactar la superficie del suelo y cuando el terreno “da punto”, se arrojan los surcos, formando un bordo. La siembra debe hacerse con maquinaria apropiada y en terreno bien nivelado (Palomo *et al.*, 2003).

4.6.4. Densidad de plantación

La densidad del chile jalapeño es de 44, 444 plantas por hectárea (Casaca, 2005).

- El distanciamiento entre camas 1.50 m.
- Doble líneas sobre la cama.
- Distancia entre líneas en una misma cama es de 20 a 30 cm.
- Las plantas deben de estar al tres bolillo.

4.6.5. Trasplante

El chile es trasplantado ya que es más barato, menos peligroso (virus) y menos problemático que la siembra directa. Las plántulas de vivero se producen aproximadamente en 28 días dependiendo de la época del año (Casaca, 2005).

Al momento del trasplante el suelo debe de estar lo más saturado de agua posible (Casaca, 2005). Las plántulas del almácigo deben tener una altura de 10 a 15 cm, un buen desarrollo radicular, apariencia vigorosa y color verde oscuro en el follaje (Figura 5) (Palomo *et al.*, 2003).

Lo importante del trasplante es asegurar que la plántula que proviene de almácigos, cumple con las normas fitosanitarias (Palomo *et al.*, 2003).



Figura 5. Trasplante: suelo saturado y plántulas de almácigo.

4.6.6. Riego

Para determinar la cantidad de agua que requiere un cultivo existen diferentes métodos que se clasifican en directos e indirectos, que varían en precisión y en requerimiento de información y/o equipo. Uno de los métodos directos es el gravimétrico, se basa en muestreos de humedad en el suelo. Entre los indirectos se encuentran las fórmulas empíricas, algunas requieren información climática (Figuroa, 2006).

La demanda de agua de un cultivo o evapotranspiración del cultivo, depende del estado de desarrollo: brotación, desarrollo de frutos, cosecha; también de las condiciones climáticas: temperatura, humedad relativa, viento; características del suelo: profundidad, textura, infiltración, pedregosidad, estratos y disponibilidad de agua (Tapia, 1999).

Una forma práctica de determinar la demanda de agua es a través del tanque evaporímetro (Figura 6), instrumento que se encuentra en la mayoría de las estaciones meteorológicas (Tapia, 1999).



Figura 6. Tanque evaporímetro tipo A.

Es importante determinar el método más confiable para determinar la cantidad de agua que requiere un cultivo para reponer la pérdida por evapotranspiración (E_{TP}) (Figuroa, 2006).

4.6.7. Fertilización

Casaca, 2005. Describe el programa de fertilización y requerimientos nutricionales (Cuadro 1):

- **Primera fertilización:** Un mes antes de la siembra, 30 días antes con la preparación del suelo.
- **Segunda fertilización:** 8 días después del transplante (d. d. t.).
- **Tercera fertilización:** 30 d. d. t.
- **Cuarta fertilización:** 45 d. d. t.

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales de chile jalapeño.

Elemento	Kg./Ha
N ₂	290
P ₂ O ₅	216
K ₂ O	709
MG	115
Ca	95

Fuente: Casaca, 2005.

4.6.8. Labores culturales

Gasparetti, 2012. Menciona las labores que se deben realizar al cultivo (Figura 7):

- a) **Desmalezado:** eliminar las plantas que compiten con el cultivo.
- b) **Raleos:** entresacar plantas para favorecer el desarrollo de las que quedan.
- c) **Tutorado:** ciertas plantas necesitan apoyo, una guía o un tutor para enramarse o sostener el peso de los frutos.
- d) **Desbrote:** eliminar algunos brotes de las axilas o de la base de las plantas.

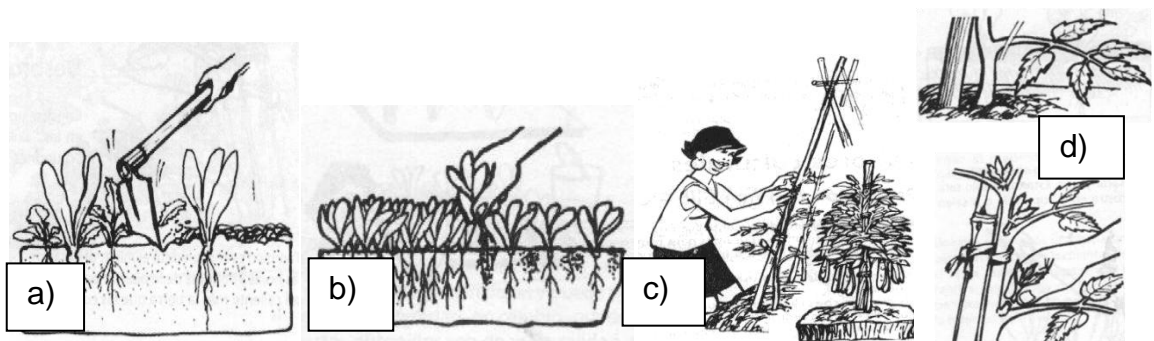


Figura 7. Labores culturales: a) Desmalezado. b) Raleos. c) Tutorado. d) Desbrote.

4.6.9. Cosecha y almacenamiento

El chile picante se puede cosechar en la fase verde inmadura o cuando están totalmente maduros, se cosechan cuando están grandes y firmes. Se pueden comer crudos, en salsas, encurtidos, congelados o desecados (Everhart *et al.*, 2002).

El chile fresco se puede almacenar por hasta 2 o 3 semanas en condiciones frescas y húmedas (7 a 10° C) (Everhart *et al.*, 2002).

4.7. Plagas

4.7.1. Pulgón o áfidos *Myzus persicae*

Las ninfas y adultos son pequeños con coloraciones que van desde amarillos a verde claro; los adultos miden 1.5 mm, existen en las formas adultas sin alas y con alas. Tanto los adultos como las ninfas viven en el envés de las hojas (Figura 8) y en los brotes, y en altas infestaciones, invaden las hojas maduras. Los daños más severos de la plaga se originan al ser transmisores de enfermedades virales al cultivo del chile (Bravo, 2012).

Para el control se debe eliminar las plantas hospederas silvestres de áfidos y virus. La producción de plantas en ambientes protegidos es importante para producir plantas sanas (Bravo, 2012).



Figura 8. Pulgón *Myzus persicae*.

4.7.2. Mosquita blanca *Bemisia tabaci* Gennadius, y *Trialeurodes vaporariorum*

Los huevecillos son de color amarillo, liso y brillante, las larvas o ninfas son traslucidas y los adultos son de color blanco con cuerpo cubierto por un polvo ceroso (Figura 9), miden alrededor de 1.5 a 3.0 mm. Los adultos se alimentan en el envés de las hojas preferentemente. 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 (Bravo, 2012).

Es importante un manejo integrado de plagas, basado en: producción de plántulas en ambientes protegidos; eliminación de plantas enfermas, nutrición de la planta, colocación de trampas pegajosas de color amarillo; eliminación de residuos de cosecha (Bravo, 2012).

El control químico debe iniciarse con tratamiento a la semilla, prosiguiendo con una aplicación a las plántulas del semillero, dos días antes del transplante, entre 3 y 5 días después del transplante se hace otra aplicación (Bravo, 2012).



Figura 9. Mosquita blanca *Bemisia tabaci* Gennadius.

4.7.3. Minador de la hoja *Liriomyza trifolii*

Se manifiesta por las picaduras producidas por las hembras adultas con fines de alimentación u oviposición (Figura 10), destruyendo parte de la masa foliar y disminuyendo la actividad fotosintética (Valenzuela, 2010).

El uso de trampas de impacto con pegamento, para monitoreo y control de insectos, son efectivas para evaluar la presencia de adultos minadores (Valenzuela, 2010).



Figura 10. Larva, adulto y daños del minador de la hoja *Liriomyza trifolii*.

4.7.4. Barrenillo del chile *Anthonomus eugenii* Cano

Se le conoce como picudo o barrenillo chile; (Figura 11) la larva es de color crema, cabeza café claro, mide alrededor de 1.6 mm de largo; el adulto es de color negro de unos 3 a 4 mm de longitud, que posee un pico que utiliza para alimentarse y abrir los agujeros donde la hembra coloca sus huevos (Bravo, 2012).



Figura 11. Larva y adulto del barrenillo del chile *Anthonomus eugenii* Cano.

Para el control se realiza una serie de prácticas: la densidad de siembra, eliminación de residuos de cosecha; recolección manual de frutos dañados; utilizar insecticidas cuando se aprecien los primeros picudos adultos, utilizando las dosis recomendadas por el fabricante (Bravo, 2012).

4.8. Enfermedades

4.8.1. Damping off

En la etapa de plántula el problema de enfermedades es ocasionado por “Damping off” cuyos agentes causales son *Rhizoctnia solani*, *Phytophthora capsici*, *Pythium* spp y *Fusarium* spp, los cuales lesionan la base del tallo y producen el estrangulamiento y muerte de las plántulas (Figura 12) (Palomo *et al.*, 2003).

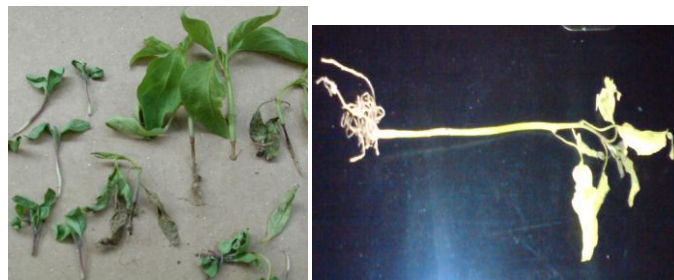


Figura 12. Daños causados por Damping off.

Las prácticas de manejo que el productor proporciona a la parcela de Chile, son determinantes para un estado fitosanitario libre de enfermedades. Entre las prácticas de manejo que favorecen la marchitez en las plantaciones adultas son: suelo excesivamente húmedo debido a la sobre irrigación, deshierbe mecanizado con azadón giratorio que poda gran parte de raíces, producción y conservación de semillas contaminadas, deficiente nutrición de las plantas, etc. (Palomo *et al.*, 2003).

4.8.2. Pudrición apical

El tejido afectado se deseca, poniéndose café y correoso (Figura 13). El fruto afectado se puede madurar antes de tiempo. La pudrición apical se ocasiona por

una deficiencia de calcio en el fruto durante su desarrollo. La fluctuación de la humedad en el suelo debido a un riego excesivo o falta de agua, fertilización de nitrógeno alta y poda de las raíces durante la cultivación también puede ocasionar la pudrición apical (Everhart *et al.*, 2002).



Figura 13. Síntomas de pudrición apical.

4.8.3. Antracnosis o Manchado del fruto *colletotrichum* sp.

Generalmente se presenta durante la temporada de lluvia y principalmente en fruto maduro. El síntoma inicial consiste en una pequeña lesión de color blanquizco, conforme avanza su desarrollo se torna hundida, amarillenta, de forma circular con un diámetro de 1.0 a 3.5 cm. En un principio la lesión es de consistencia acuosa y finalmente necrótica y blanda (Figura 14), la infección se puede extender hasta el interior del fruto dañado y contaminando las semillas (López, 2012).



Figura 14. Daños causados por *colletotrichum* sp.

La antracnosis del chile se conoce como manchado del fruto y es producida por una especie del hongo *Colletotrichum* (López, 2012).

Para disminuir los daños, es importante destruir los residuos de la cosecha anterior y realizar la rotación de cultivos por lo menos durante cuatro ciclos, utilizar semilla sana o realizar una estricta desinfección de las mismas (López, 2012).

4.8.4. Podredumbre blanda de los frutos *Erwinia carotovora*

Esta enfermedad por lo general se presenta durante el ciclo de producción primavera- verano. Los daños de la bacteriosis se presentan sobre el fruto en forma de depresiones acuosas y blandas (Figura 15). La pudrición de fruto tiene como agente causal a la bacteria *Erwinia carotovora*, la cual inverna en los frutos infectados en campo o almacén y se disemina fácilmente (López, 2012).



Figura 15. Daños causados por *Erwinia carotovora*.

Para el control se recomienda: realizar rotaciones de cultivo con ajo, maíz, sorgo o alfalfa; trasplantar a una distancia mínima de 45 cm, para favorecer la ventilación entre las plantas; recolectar y enterrar todos los chiles que presenten síntomas de la infección; no utilizar semilla contaminada para la siembra; producir plántula en charolas de poliestireno, con sustrato aséptico y estéril, etc. (López, 2012).

4.8.5. Virus Jaspeado del Tabaco (VJT), Virus Mosaico del Tabaco (VMT) y Virus Mosaico del Pepino (VMP).

Casi todos los virus producen diferente grado de moteado, mosaicos o amarillamiento de las hojas en sus hospedantes, acompañados de distintos grados de achaparramiento, crecimiento arbustivo y menor producción de los mismos (Figura 16). En muchas enfermedades virales de las plantas, las hojas se enrizan o enrollan, pueden aparecer áreas necróticas en las hojas o en tallos y, en otras, algunos órganos de las plantas se deforman (Agrios, 1997).



Figura 16. Síntomas de virosis en follaje de chile.

El virus del mosaico del tabaco daña las hojas, flor y fruto, y ocasiona el achaparramiento de la planta. Los síntomas que muestra la planta consiste en varios grados de clorosis, rizado, moteado, deformación de las hojas, enanismo de toda la planta, deformación y manchado de la flor y, en algunas plantas, formación de áreas necróticas sobre las hojas (Agrios, 1997).



Figura 17. Síntomas del mosaico del tabaco y hojas sanas de la misma planta.

Jaspeado del tabaco es ocasionado por el virus del jaspeado del tabaco. Las hojas del chile muestran moteado, mosaico y deformación, mientras que los frutos se deforman y toda la planta puede quedar achaparrada. El VJT se transmite por más de 10 especies de áfidos (Agrios, 1997).

El virus mosaico del pepino se caracteriza por que el fruto puede presentar deformaciones, disminución del tamaño, alteraciones en forma de manchas de color verde oscuro, maduración irregular y/o dibujos en forma de anillos o en formas de anillos con la piel hundida (López, 2012).



Figura 18. Síntoma del virus del mosaico del pepino.

4.9. Información estadística y económica

4.9.1. Clasificación y tipos de chile

Existen diferentes tipos de chiles según el grado de picor y las unidades de medida son los grados Scoville, a mayor número de unidades, mayor picor (Cuadro 2) (SAGARPA, 2008).

Cuadro 2. Clasificación de chiles y grado de picor (Grados Scoville).

Tipo de chile	Unidades Scoville
Habanero	200,000 – 300, 000
Chile de árbol	25,000
Serrano	10,000 – 23, 000
Chipotle	10,000
Jalapeño guajillo	2,500 – 5, 000
Pasilla	2, 500
Ancho	1, 000- 1, 500

Fuente: SAGARPA, 2008.

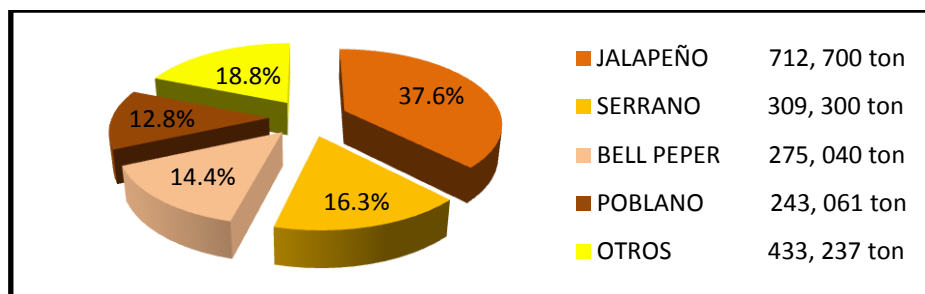
La clasificación comercial (SAGARPA, 2008) es la que divide al chiles en:

- Chile fresco o verde.
- Chile seco.
- Chile procesado (envasado).

Chile fresco: habanero, jalapeño, poblano, serrano, chile de agua, chile de árbol, cayena y anaheim. **El chile jalapeño** es de los más utilizados, en fresco es muy jugoso y ancho de 6 a 8 cm de largo, y moderadamente picoso (SAGARPA, 2008).

4.9.2. Variedades de chile fresco

Las variedades: Jalapeño, Bell-peper, Poblano y Serrano integran el 78% de la producción nacional de chile fresco con 1,537.9 miles ton (Gráfica 1) (SAGARPA, 2008).

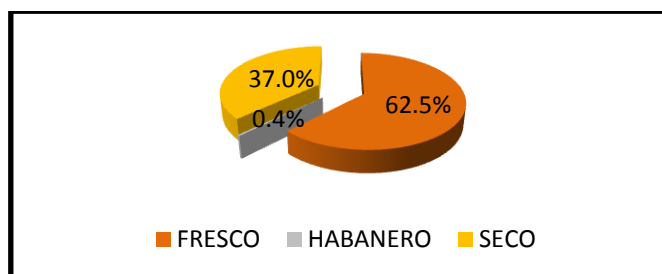


Gráfica 1 Estructura de producción por variedad 2007.

Fuente: SAGARPA, 2008.

4.9.3. Superficie cultivada y producción de chile en México

La superficie sembrada de chile en México es de 158 765 has, el cultivo aglutina cerca de 12, 000 productores. De la superficie sembrada total para la producción de chile nacional, 62.5 % corresponde a chile fresco (Gráfica 3) (SAGARPA, 2008).



Gráfica 2. Distribución de la superficie sembrada por clasificación 2007 (%).

Fuente: SAGARPA, 2008.

En el año agrícola 2002, la superficie cosechada ascendió a 140 mil hectáreas, con producción de 1.7 millones de toneladas y rendimiento promedio de 12.7 toneladas por hectárea. Destacan en el 2002, con el 95.3% de la superficie cosechada: Chile verde con 65 mil hectáreas; Chile seco 53 mil hectáreas; Chile verde jalapeño 11.5 mil hectáreas y Chile verde serrano con 3.6 mil hectáreas (López, 2012).

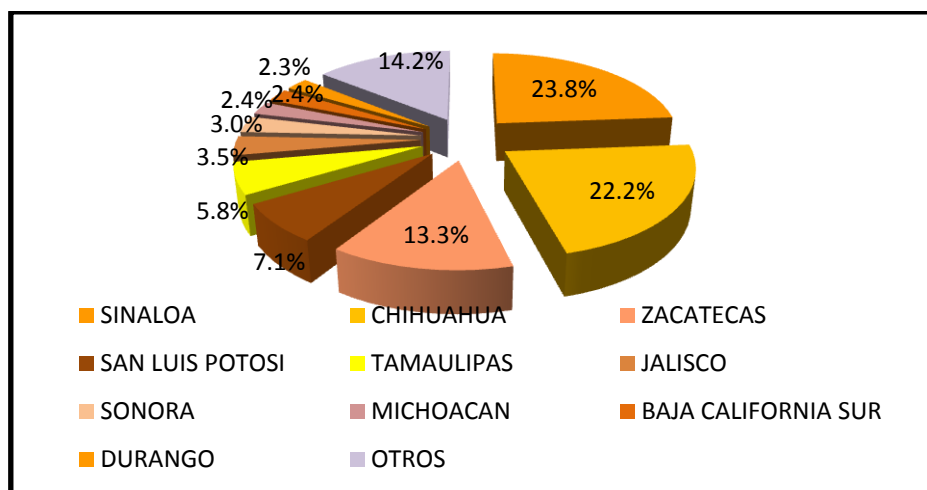
Cuadro 3. Rendimiento de chile jalapeño en la modalidad de riego por estado y a nivel nacional (t ha⁻¹).

ESTADOS	AÑOS					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
AGUASCALIENTES	8.86	9.43	9.39	9.32	9.87	10.17
BAJA CALIFORNIA	15.03	20.71	20.72	17.98	20.08	20.36
BAJA CALIFORNIA SUR	26.16	27.98	33.43	38.32	23.91	31.45
CAMPECHE	12.58	13.88	9.97	6.01	10.63	10.98
CHIAPAS	6.58	10.56	13.38	20.04	15.88	17.92
CHIHUAHUA	20.88	20.10	22.32	17.68	17.61	21.07
COAHUILA	18.00	21.21	22.45	19.04	17.01	24.34
COLIMA	27.48	36.99	30.69	26.75	28.05	28.27
DISTRITO FEDERAL	6.46	6.73	7.35	7.00	7.80	8.00
DURANGO	6.70	8.56	6.47	8.78	9.06	7.38
GUANAJUATO	7.85	8.19	8.41	7.72	7.99	9.46
GUERRERO	6.41	6.34	6.64	6.94	6.81	7.15
HIDALGO	7.93	9.36	8.17	8.82	8.92	7.22
JALISCO	12.42	15.79	19.57	17.47	20.14	23.18
MEXICO	8.31	13.12	5.63	6.91	6.31	9.00
MICHOACAN	20.44	23.96	19.15	24.78	25.30	32.27
MORELOS	13.86	5.83	6.17	6.56	5.99	5.29
NAYARIT	12.56	15.39	13.37	14.76	13.65	15.16
NUEVO LEON	25.46	17.98	37.74	28.18	34.65	33.62
OAXACA	4.77	4.76	4.47	4.53	4.35	4.74
PUEBLA	3.37	3.77	3.58	3.68	3.84	3.51
QUERETARO	10.64	13.64	7.48	9.94	10.41	10.69
QUINTANA ROO	8.07	3.46	11.03	7.69	10.00	15.01
SAN LUIS POTOSI	8.58	10.88	11.57	10.25	10.21	11.33
SINALOA	23.50	24.99	24.54	28.85	28.61	41.22
SONORA	12.91	17.24	14.96	15.30	19.04	13.24
TABASCO	33.64	25.05	13.33	14.81	22.98	23.70
TAMAULIPAS	24.24	25.52	31.60	30.26	30.27	33.21
TLAXCALA	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
VERACRUZ	13.47	14.13	15.58	16.46	16.90	16.05
YUCATAN	7.29	7.44	8.04	8.28	9.84	9.84
ZACATECAS	8.25	7.04	7.27	8.55	7.41	5.79
TOTAL	13.46	14.31	14.45	14.36	14.74	16.21

Fuente: Aceves *et al.*, 2008.

4.9.4. Principales estados productores de chile fresco

Los principales estados productores de chile fresco son: Sinaloa, Chihuahua, Zacatecas y San Luis Potosí (Gráfica 4) (SAGARPA, 2008).



Gráfica 3 Distribución estatal de la producción de chile fresco 2007 (%).
Fuente: SAGARPA, 2008.

Cuadro 4. Producción estatal de chile jalapeño 2007.

ESTADO	2007			%
	SUPERFICIE (HA)		PRODUCCIÓN (TON)	
	SEMBRADA	COSECHADA		
CHIHUAHUA	12,468	12,347	310,413	43.6%
SINALOA	3,809	3,771	132,282	18.6%
MICHOACAN	2,265	2,265	83,284	11.7%
JALISCO	1,432	1,430	43,002	6.0%
TAMAULIPAS	822	822	26,566	3.7%
NUEVO LEON	628	628	21,335	3.0%
NAYARIT	1,060	1,060	16,130	2.3%
REGION LAGUNERA	1,041	1,039	15,819	2.2%
CHIAPAS	3,122	3,122	14,791	2.1%
OTROS	7,275	4,939	49,078	6.9%
TOTAL	33,922	31,423	712,700	100%

Fuente: SAGARPA, 2008.

4.9.5. Agroindustria de Chile jalapeño

La agroindustria del Chile acumuló ventas durante el 2007 por \$4,444.7 millones de pesos y participa con el 8.7% de las ventas de productos alimenticios en conserva. Este sector contiene 5 tipos de Chile en conserva: serrano, jalapeño, chipotle, morrón y otros (SAGARPA, 2008).

El Chile jalapeño es el más vendido y representa el 77% del sector con un monto anual de \$3,404.3 millones de pesos (SAGARPA, 2008). En 2008 el consumo de Chile verde fue de 13.78 kg por habitante por año (SAGARPA, 2010).

4.10. Sistema de riego

4.10.1. Sistema de riego eficiente

Se considera eficiente un método de riego cuando el agua que se destina al cultivo es utilizada en un porcentaje superior al 70%. (Cuadro 5) Se señala la eficiencia de los distintos métodos de riego (Tapia, 1999).

Cuadro 5. Eficiencia aproximada de aplicación de agua según el método de riego utilizado.

Método de riego	Eficiencia de aplicación %
Tendido	30
Surcos	45
Bordes rectos	50
Bordes en contorno	60
Prefile	60
Tazas	65
Californiano	65
Aspersión	75
Microjet	85
Goteo	90

Fuente: Tapia, 1999.

Los métodos de riego más eficientes corresponden a aquellos en que el agua se conduce por tuberías con cierta presión y es aplicada en forma localizada, como el goteo y microaspersión (microjet) (Tapia, 1999).

4.10.2. Sistema de riego por goteo

Es un método de riego localizado donde el agua es aplicada en forma de gotas a través de emisores, comúnmente denominados “goteros”. La descarga de los emisores fluctúa de 2 a 4 litros por hora por gotero. (Figura 19) Con este sistema solo se humedece una parte del suelo, de donde la planta podrá obtener el agua y los nutrientes que necesita e implica riegos mas continuos (Romero, 2005).



Figura 19. Sistema de riego por goteo.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización

La Comarca Lagunera, región ubicada en el centro-norte de México, se localiza a $24^{\circ} 22'$ de latitud norte y $102^{\circ} 22'$ de longitud oeste, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar (Anaya *et al.*, 2009).

El experimento se llevó a cabo en el periodo primavera-verano en el campo experimental (Figura 20) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, ubicada entre el Periférico “Raúl López Sánchez” y carretera a Santa Fe km 1.5, Torreón, Coahuila, México.

Las coordenadas del campo experimental son: $25^{\circ}33'23.64''$ N, $103^{\circ}22'17.88''$ O.



Figura 20. Campo experimental de la UAAAN UL.
Fuente: fotografía satelital Google Earth

5.2. Condiciones climáticas de la Comarca Lagunera

El clima es caluroso con lluvia deficiente en el año; la temperatura promedio fluctúa entre los 28 y 40 °C (Cuadro 6), pero puede alcanzar hasta 48°C (2008) en verano y -8°C (1997) en invierno (Anaya *et al.*, 2009).

Cuadro 6. Características térmicas y humedad de la Comarca Lagunera.

Parámetro	Dato
Temperatura media anual	21.11°C
Precipitación media anual	224.6 mm
Humedad	38%

Fuente: Anaya *et al.*, 2009.

5.3. Diseño experimental

El diseño experimental fue bloques al azar, tres tratamientos con tres repeticiones cada uno; los tratamientos evaluados consistieron en aplicaciones de riego en base a la E_{TP} : 100, 80 y 60%, determinado con el tanque evaporímetro y evapotranspiración calculada del cultivo.

La parcela experimental fue de 268.65 m²: tres camas de 1.50 m de ancho y 59.7 m de largo cada una, de la cual 13.5 m² fue la parcela útil evaluada. El establecimiento de las plántulas fue a 2 hileras y doble cintilla.

5.4. Prácticas culturales

Se realizó actividades como el barbecho y rastreo, para hacer las camas de 1.50 m de ancho; llevado a cabo el día 19 de abril de 2011 con el fin de establecer un adecuado uso del suelo, y posteriormente establecer la cintilla para el sistema de riego.

5.5. Establecimiento del sistema de riego

El 20 de abril se realizó la colocación de cintillas en la parcela útil para el experimento, colocándole doble cintilla en cada cama con una separación entre cintas a 40 cm, la cintilla utilizada cuenta con espaciamiento entre goteros a 20 cm. Posteriormente se realizó el aforo de la cintilla: para determinar el gasto por gotero en base a la presión de salida, obteniéndolo a nivel campo (Figura 21), se colocaron tres vasos al inicio, en medio y final de la línea de goteo, para determinar el volumen de agua con una probeta y con el cronometro, se midió el tiempo de una hora. Obteniendo los resultados en relación a la formula:

$$Q = \frac{Vol}{t} = lph$$



Figura 21. Aforo del sistema de riego por goteo.

Por último, continúo el riego para obtener la humedad requerida para el trasplante.

5.6. Trasplante

Mismo día del 20 de abril más tarde, se realizó el trasplante de chile jalapeño, variedad Emir, con plántulas obtenidas en charola (Figura 22); se realizó en forma manual, con agujeros aproximadamente a 10 cm de profundidad, las plántulas fueron colocadas a doble hilera con una distancia de 40 cm entre planta y planta,

colocándola cerca de las líneas de goteo. Mientras se realizaba el transplante el riego fue continuo.



Figura 22. Proceso de transplante de chile jalapeño.

5.7. Tiempo de Riego

Una vez hecho el transplante, se calcularon los tiempos de riego para cada tratamiento (60, 80 y 100% de E_{TP}), los cuales se realizaron cada tercer día. Para determinar el tiempo a regar en cada cama se realizó lo siguiente:

- ❖ Se midió la evaporación de tanque (E_{vT}) de tres días y la suma de éstos se multiplicó por el factor de tanque ($K_T = 0.75$), el resultado indicó la lámina de riego (L_r), y éste se multiplicó por el porcentaje de cada tratamiento.

$$L_r = K_T * E_{vt} = m$$

$$T_1 = L_r * 100\% = L_{r1}$$

$$T_2 = L_r * 80\% = L_{r2}$$

$$T_3 = L_r * 60\% = L_{r3}$$

- ❖ Se calculó el área a regar para después calcular el volumen de agua a utilizar. El área obtenida es un resultado constante para cada uno de los cálculos de tiempo de riego.

Largo de la cama = 59.7 m; ancho de la cama = 1.4 m.

$$A = \text{Largo} * \text{ancho} = m^2$$

$$A = 59.7 \text{ m} * 1.4 \text{ m} = 83.58 \text{ m}^2$$

$$Vol1 = A * Lr1 = m^3$$

$$Vol2 = A * Lr2 = m^3$$

$$Vol3 = A * Lr3 = m^3$$

- ❖ Se calculó el número de goteros en una cama para posteriormente calcular el gasto de la misma. Anteriormente se determinó el gasto de un gotero que fue de 0.73 lph.

$$\text{Número de goteros } (Ng) = \frac{\text{Largo de la cama}}{\text{Distancia entre goteros}}$$

$$Ng = \frac{59.7 \text{ m}}{0.20 \text{ m}} = 298.5 \frac{\text{goteros}}{\text{linea}} * 2 \text{ lineas} = 597 \text{ goteros/ cama}$$

$$Q_{\text{cama}} = \text{Número de goteros} * Q_{\text{gotero}}$$

$$Q_{\text{cama}} = 597 \text{ goteros} * 0.73 \text{ lph} = 435.81 \text{ plh} = 0.435 \text{ m}^3/\text{h}$$

- ❖ Por último se calculó el tiempo de riego (Tr) para cada cama, con los resultados obtenidos:

$$Tr1 = \frac{Vol1}{Qcama} = hr: min$$

$$Tr2 = \frac{Vol2}{Qcama} = hr: min$$

$$Tr3 = \frac{Vol3}{Qcama} = hr: min$$

5.8. Fertilización

Se realizaron tres aplicaciones de fertilizante de acuerdo a las tres etapas vegetativas del cultivo; primera etapa (33%): se aplica en el crecimiento, segunda etapa (66%): floración y cuajado de fruto y tercera (100%): maduración de fruto y cosecha.

ETAPA	FECHA	FERTILIZANTE	kg/parcela útil	kg/m ²	kg/ha
1- 33%	09-may-11	FOSFONITRATO (33-03-00)	5,485	0,023	231,728
		MAP (11-52-00)	3,599	0,015	152,049
		NITRATO DE POTASIO (13-00-45)	1,042	0,004	44,022

2- 66%	11-jun-11	FOSFONITRATO	10,970	0,046	463,456
		MAP	7,198	0,030	304,098
		NITRATO DE POTASIO	2,084	0,009	88,044

3-100%	29-jun-11	FOSFONITRATO	16,455	0,070	695,184
		MAP	10,797	0,046	456,147
		NITRATO DE POTASIO	3,126	0,013	132,066

La fertilización se aplicó en forma sólida, realizando una zanja a un costado de la planta y se esparció el fertilizante, luego fue cubierta con tierra para evitar que volatilizara y que el mismo riego permitiera disolver con mayor facilidad.

5.9. Control de plagas y enfermedades

Los insecticidas y fumigantes utilizados fue: Sevin pH 80, captan, metan, bayleton e insect soap, para mosquita blanca, pulgón, gusano minador, cenicilla, trips, chicharrita, gusano soldado y tizón temprano (Cuadro 7). Las plagas y enfermedades que más se presentaron fue Damping off, pulgón y mosquita blanca.

Cuadro 7. Producto químico y plaga/enfermedad a controlar.

PRODUCTO	PLAGA O ENFERMEDAD A CONTROLAR	DOSIS DEL PRODUCTO
Sevin pH 80	Barrenillo	1.5 - 2 kg/ha
Insect soap	Minador de la hoja, mosquita blanca, pulgón, trips	1 - 2 L/ha
Captan	Tizón temprano, tizón tardío, antracnosis	125 - 150 gr/100 L.
Bayleton	Cenicilla	0.25-0.5 kg/ha o 25 a 50 gr/100 L.
Metan	Gusano soldado, mosquita blanca, pulgón	-

5.10. Cosecha

Se realizaron cinco cortes de chile jalapeño para cada tratamiento y repetición, en el periodo de 28 de junio a 27 de julio de 2011, con un intervalo de 6 a 8 días entre corte. Obteniendo peso por parcela útil, para posteriormente determinar el tratamiento que obtuvo mejor rendimiento y eficiencia en uso de agua.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Rendimiento

Rendimiento por corte.

El rendimiento por corte en chile jalapeño variedad Emir para los tratamientos evaluados bajo diferentes porcentajes de E_{TP} y medido en ton ha^{-1} se presenta en el cuadro 8. El análisis estadístico realizado para este parámetro no detectó diferencia en rendimiento por corte para los tratamientos evaluados. Siendo similares los valores de rendimiento para los tratamientos 60, 80 y 100% de E_{TP} presentando una producción de 18.116, 20.3 y 15.488 ton ha^{-1} . El rendimiento medio en México es de 21.5 ton ha^{-1} en el año 2007 y a nivel estatal es de 23.9 ton ha^{-1} en 2009.

El rendimiento medio de chile jalapeño en el experimento de Inzunza (2007) fue de 32.3 t ha^{-1} al aplicar una lámina de 68.5 cm a cielo abierto en base al 60% de evaporación del tanque evaporímetro tipo A, comparando este resultado entre los obtenidos en este estudio fue inferior con un rendimiento promedio de 17.97 ton ha^{-1} con una lámina de 32.7 cm en base a un 80% de evaporación, sin embargo en este caso el rendimiento es casi la mitad al obtenido por Inzunza, esto demuestra que aumentando o disminuyendo la lámina de riego en base a la evapotranspiración el rendimiento en producción de cultivos puede variar.

Cuadro 8. Rendimiento por corte (ton ha⁻¹) en producción de chile jalapeño, variedad Emir. UAAAN UL. 2011.

% E _{TP}	CORTES					REND.CORTE
	1	2	3	4	5	ton ha ⁻¹
100	16.63	24.339	19.872	18.797	10.942	18.116 a
80	21.211	16.286	21.842	21.127	21.032	20.300 a
60	14.493	23.316	12.627	14.302	12.7	15.488 a
DMS						5.9516

Análisis de varianza con la misma letra estadísticamente son iguales (Tukey P≤0.05)

Rendimiento total

El rendimiento total de chile jalapeño variedad Emir bajo diferentes porcentajes de E_{TP} evaluados se presenta en el cuadro 9. El análisis estadístico realizado para este parámetro no detectó diferencia en rendimiento total por tratamientos. En virtud de lo cual, los tres tratamientos 60, 80 y 100% de evapotranspiración presentaron rendimientos similares con valores de 25.813, 33.833 y 30.193 ton ha⁻¹ respectivamente.

Sin embargo Moreno (2000) utilizando niveles de aplicación de agua de E_{TP} 70 y 55% con y sin acolchado plástico en plano y en cama para producción de chile jalapeño obtuvo rendimientos de 39.5 y 40 ton ha⁻¹ aplicando una lámina de 103 y 83 cm respectivamente; siendo superiores a los obtenidos en este estudio que fue de 33.833 ton ha⁻¹ aplicando una lámina de 32.7 cm.

**Cuadro 9. Rendimiento total (ton ha⁻¹) en chile jalapeño, variedad Emir.
UAAAN UL. 2011.**

% ETP	REND.TOTAL ton ha-1
100	30.193a
80	33.833a
60	25.813a
DMS	8.931

Análisis de varianza con la misma letra estadísticamente son iguales (Tukey P≤0.05)

6.2. Eficiencia en uso de agua.

La eficiencia en uso de agua medida en kg/m³ de chile jalapeño variedad Emir se presenta en cuadro 10. El análisis estadístico de esta variable detectó diferencia en eficiencia en uso de agua entre tratamientos. La mejor eficiencia en uso de agua fue presentada por los tratamientos 60 y 80% de E_{TP} con rendimientos de 1.26 y 1.24 kg/m³ respectivamente. La menor eficiencia en uso de agua fue presentada por el tratamiento de 100% de evapotranspiración con una producción de .8867 kg/m³.

Comparando estos resultados con los obtenidos por Moreno (2000) en producción de chile jalapeño, en el cual evaluó la combinación de dos niveles de aplicación de agua 55 y 70% de E_{TP}, y dos niveles de cobertura, sembrados en cama y en plano, se evaluaron rendimiento y eficiencia en uso de agua, la eficiencia en este estudio fue superior al realizado en la UAAAN UL.

Cuadro 10. Eficiencia en uso de agua (kg m³) en chile jalapeño, variedad Emir. UAAAN UL. 2011.

% ETP	EUA Kg/m³
100	0.8867 b
80	1.2400 a
60	1.2600 a
DMS	0.3212

Análisis de varianza con la misma letra estadísticamente son iguales (Tukey P≤0.05)

DMS= Diferencia Mínima Significativa.

VII. CONCLUSIÓN

En base a la redacción de tratamientos bajo la cual se realizó el presente análisis, se concluyó:

- Rendimiento por corte es similar entre tratamientos.
- Rendimiento total similar bajo los diferentes tratamientos.
- Mejor eficiencia en uso de agua con 60 y 80% de E_{TP} .

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aceves, N. L. A., Juárez, L. J.F., Palma, .L. D.J., López, L. R., Rivera, H. B., Rincón, R. J. A., Morales, C. R., y Hernández, A. R. 2008. Estudio para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum var. annum*) en el estado de Tabasco. Tabasco, México. pp. 1
- Agrios, G. N. 1997. Introducción a la fitopatología. Ed. Limusa. México, D.F.pp.685-697.
- Anaya, N. E., Antonio, P. J. G., Banda, M. R., Barrios, C. R., Blanco, C. E., y Calderón, C. M. A. 2009. Programa para mejorarla calidad del aire en la región de la Comarca Lagunera 2010-2015. pp. 12-13.
- Báez, M. A., Tijerina, Ch. L., Sánchez, G. P., Aceves, N. L.A., Escalante, E. A. J., y Martínez, G. A. 2002. Terra Latinoamericana. Abril- junio/vol. 20, numero 002. Producción de chile jalapeño con fertirriego como función de tensión de humedad del suelo, nutrición nitrogenada y potásica. Texcoco, Edo. De México. pp. 210.
- Bravo, M. E., y López, L. P. 2012. AGRO produce. Revista del chile: Principales plagas del chile de agua. Campo experimental Valles Centrales de Oaxaca. pp. 12-15.
- Casaca, A. D. 2005. Guías tecnológicas de frutas y vegetales. Costa Rica. pp. 3
- Chavarría, S. L.M. 2010. Chiles ficha No. 9/UE. 1 ed. pp. 2-12.
- Everhart, E., Haynes, C., y Jaurón, R. 2002. Guía de horticultura de Iowa State University, el huerto domestico. EUA. pp. 1-4.

- Figuroa, V. R., Vázquez, V. C., y Cabral, V. F. 2006. Acolchado plástico y cuatro láminas de riego determinadas con diferentes métodos para evapotranspiración en el cultivo de chile serrano. UJED. Gómez Palacio, Dgo. pp. 44.
- Gasparetti, G. 2012. La huerta orgánica familiar. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2006. Tecnología de producción de chile jalapeño. Campo experimental Zacatecas, México. pp. 7
- Inzunza, I. M. A., Mendoza, M. S. F., Catalán, V. E. A., Villa, C. Ma, M., Sánchez, C. I., y Román, L. A. 2007. Productividad del chile jalapeño en condiciones de riego por goteo y acolchado plástico. Revista Fitotecnia Mexicana. 20 (004): 2-9. Gómez Palacio. Dgo., México.
- Liotta, M. A. 2000. Los sistemas de riego por goteo y microaspersión. San Juan, Argentina. pp. 1-24.
- López, L. P. 2012. Principales enfermedades del chile de agua en los Valles Centrales de Oaxaca. AGRO produce. Revista del chile: el cultivo de chile en México y el mundo. Campo experimental Valles Centrales de Oaxaca. pp. 15-18.
- Mendoza, M.S.F., Inzunza, I.M.A., Catalán, V.E.A., Villa, C.M.M., Román, L.A., y Sánchez, C.I. 2005. Respuesta del chile jalapeño de trasplante al acolchado plástico y criterios de riego por cintilla. Agrofaz: publicación semestral de investigación científica. 5 (3): 45-46. Gómez Palacio, Dgo.

- Molina, Q. D. M. A. 2009. Contenido de compuestos fitoquímicos y su relación con la capacidad antioxidante de extractos de pimientos (*Capsicum annuum* L.) cultivados en el noroeste de México. Tesis Maestría. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora. pp. 4.
- Moreno, A. L. A. 1996. Efecto de cuatro tipos de acolchado en el cultivo de chile serrano *Capsicum annuum* L. var. Tampiqueño 74 en el campo experimental de Marín, N.L. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín N.L. pp. 3-40.
- Moreno, D. L., García, H. G., Potisek, T. Ma. Del C. y Núñez, H. R. 2000. Producción de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) mediante riego por cintilla bajo dos regímenes de humedad y acolchado plástico. Revista Chapingo: serie zonas áridas. 1 (2): 107-114. Bermejillo, Dgo. México. pp. 1-8.
- Palomo, R. M., Luja, F. M., Ávila, Q. G., y Berzoza, M. M. 2003. Enfermedades radiculares del cultivo de chile (*Capsicum annuum*) y medidas de control. Chihuahua. pp. 2-18.
- Payán, O. S. Sistemas de riego presurizado y monitoreo de la humedad del suelo. (Sin fecha). Inifap.
- Portal MarSeed Company. Semillas de hortalizas. [En línea]. Disponible en: http://www.marseedcompany.com/Joomla/index.php?option=com_content&task=view&id=52&Itemid=80. Fecha de consulta: 17/11/2012.
- Romero, Z. J. L. 2005. Manual de operación y mantenimiento de un sistema de riego por goteo. Perú. pp. 4-21.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
(SAGARPA). 2008. Estadísticas del Chile en México.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
(SAGARPA). 2010. Chile sistema de producto.

Tapia, C. F., y Osorio, U.A. 1999. Conceptos sobre diseño y manejo de riego
presurizado. CNR. INIA. pp. 1-23.

Valenzuela, E. F. A. 2010. Identificación y fluctuación poblacional del minador de
la hoja y sus parasitoides en Chile *Capsicum annuum* L. en el norte de
Sinaloa. Tesis Maestría. Montecillo, Texcoco, Edo. De México. pp. 4.

IX. APÉNDICE

Apéndice 1. Análisis de varianza para rendimiento por corte en Chile Jalapeño, variedad Emir. UAAAAN UL. 2011.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Trat	6	120.9511721	20.1585287	1.21	0.3900
Error	8	133.2216608	16.6527076		
Total	14	254.1728329			

C.V= 22.71167 *** No Significativo**

Apéndice 2. Análisis de varianza para rendimiento total en Chile Jalapeño, variedad Emir. UAAAN UL. 2011.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Trat	4	104.7916667	26.1979167	1.69	0.3122
Error	4	62.0835333	15.5208833		
Total	8	166.8752000			

C.V= 13.15557 *** No significativo**

Apéndice 3. Análisis de varianza para eficiencia en uso de agua en Chile Jalapeño, variedad Emir. UAAAN UL. 2011.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Trat	4	0.27077778	0.06769444	3.37	0.1330
Error	4	0.08031111	0.02007778		
Total	8	0.35108889			

C.V= 12.55182 ***No Significativo**