

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**PRODUCCION Y EFICIENCIA EN USO DE AGUA EN CHILE CHILACA
(*Capsicum annuum* L.) BAJO SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.**

Por

RAFAELA PÉREZ PÉREZ

T E S I S

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 CHILACA
(*Capsicum annuum* L.) BAJO SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.**

TESIS

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

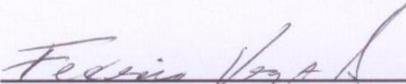
POR

RAFAELA PÉREZ PÉREZ

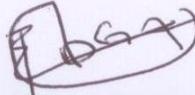
REVISADO POR EL COMITÉ ASESOR



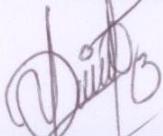
Ph. D. VICENTE DE PAUL ÁLVAREZ REYNA
ASESOR PRINCIPAL



M.C. FEDERICO VEGA SOTELO
ASESOR



M.C. EDGARDO CERVANTES ÁLVAREZ
ASESOR



ING. HÉCTOR ARMANDO DÍAZ MÉNDEZ
ASESOR



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



Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2012

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

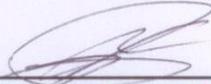
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**TESIS DEL C. RAFAELA PÉREZ PÉREZ QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DE H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

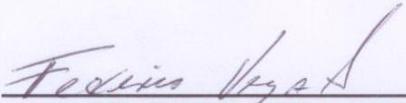
INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADO POR:

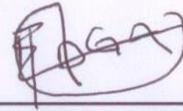
COMITÉ PARTICULAR



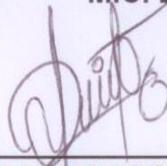
**Ph. D. VICENTE DE PAUL ÁLVAREZ REYNA
PRESIDENTE**



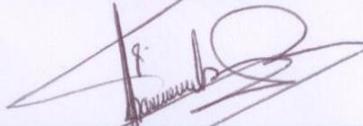
**M.C. FEDERICO VEGA SOTELO
VOCAL**



**M.C. EDGARDO CERVANTES ÁLVAREZ
VOCAL**



**ING. HÉCTOR ARMANDO DÍAZ MÉNDEZ
VOCAL SUPLENTE**



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



**Coordinación de la División de
Agronomías**

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2012

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Artemio Pérez Méndez y Dominga Pérez Roblero, con mucho amor y respeto porque son lo más valioso en mi vida, me brindan amor, cariño, paz y tranquilidad, que siempre están al pendiente de todo, que no nos falte nada, por guiar mis pasos en la vida, apoyarme incondicionalmente en todos los momentos tristes y felices de mi vida, sus consejos para salir adelante y no me dejarme caer en los momentos más difíciles, gracias por haber depositado su confianza en mí, formarme como profesionalista, siempre los recordaré como los grandes padres que son.

A MIS HERMANOS:

Mateo, Estela, Lidia, Furme, Rodi, Eli, Fide, Luzme, Temitó, Domi, que forman parte importante de mi vida, que siempre me brindaron su apoyo y amor incondicional para seguir adelante y ser parte fundamental en haberme permitido terminar la carrera.

A MIS ABUELOS:

Rutilo Pérez Morales, Elvira López, por el amor, comprensión y cariño que me brindaron, los sabios consejos y su apoyo en todo, porque siempre estuvieron a mi lado. Los quiero mucho

A MIS SERES QUERIDOS:

A todos mis tíos, tías y primos que siempre estuvieron animándome y apoyándome.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Por haberme dado la oportunidad de vivir, porque siempre ha estado a mi lado dándome todo lo que necesito, estar en los momentos más difíciles de mi vida, por estar en este lugar e iluminar mi camino hasta alcanzar mis metas.

A MI ALMA TERRA MATER:

Por haberme brindado la oportunidad de formarme como profesionalista al culminar satisfactoriamente mis estudios en esta universidad.

Al Ph. D. Vicente De Paul Álvarez Reyna, por compartir sus conocimientos, orientación, darme la oportunidad de participar en su proyecto con el cual realice este trabajo de investigación y disposición absoluta.

Al M. C. Federico Vega Sotelo, por brindarme la oportunidad de realizar esta investigación, su apoyo y colaboración de la tesis, por compartir sus conocimientos, y orientación en esta investigación.

Al M.C Edgardo Cervantes Álvarez por su apoyo y colaboración en la elaboración de la tesis.

Al Ing. Héctor A. Díaz Méndez por apoyarme de manera incondicional en el análisis estadístico en la investigación.

A mis maestros de riego y drenaje por brindarme su conocimiento y enseñanza, experiencia y sobre todo sus consejos de amigos.

A mis amigos y compañeros de grupo de la generación 2008-2012 que me brindaron su ayuda, amistad, compañía, incondicionalmente con quienes compartí la carrera, y grandes momentos durante la estancia en la universidad y fuera de ella, que compartimos días de tristeza y alegría. GRACIAS.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	XI
I.- INTRODUCCIÓN	12
1.1 Objetivo	2
1.2 Hipótesis	4
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Generalidades del chile	5
2.1.1 Origen.....	5
2.2 Clasificación taxonómica del chile	6
2.3 Características morfológicas del chile.....	7
2.3.1 Morfología.....	7
2.3.2 Raíz.....	7
2.3.3 Tallo	8
2.3.4 Hoja	8
2.3.5 Flor	8
2.3.6 Fruto	9
2.3.7 Composición química	9
2.4 Exigencia edafoclimática del cultivo de chile.....	10
2.4.1 Generalidades.....	10
2.4.2 Clima	11
2.4.3 Suelo	11
2.4.4 Luz.....	11
2.4.5 pH	11
2.4.6 Temperatura.....	11
2.4.7 Temperatura del Suelo.....	13
2.4.8 Humedad.....	13
2.4.9 Humedad relativa (H. R.).....	14
2.4.10 Nutrición	14
2.5 Fertilización	14
2.6 Preparación del terreno	15
2.6.1 Subsuelo.....	16
2.6.2 Barbecho.....	16
2.6.4 Levantamiento de camas o surcos.....	16
2.7 Sistema de siembra o trasplante	17
2.7.1 Trasplante.....	17
2.7.2 Época de trasplante	18
2.7.3 Marco de plantación.....	18
2.8 Riego	19
2.9 Plagas y enfermedades del cultivo de chile chilaca	20

2.9.1 Plagas.....	20
2.9.2 Enfermedades.....	26
2.9.3 Fisiopatía	31
2.10 Labores culturales para el cultivo de chile a campo.....	31
2.10.1 Producción de plántulas.....	31
2.10.2 Trasplante	32
2.10.3 Poda	33
2.10.4 Tutorado	33
2.10.5 Aporcado.....	34
2.10.6 Combate de maleza.....	34
2.10.7 Deshojado	35
2.10.8 Densidad de siembra	35
2.10.9 Polinización	35
2.10.10 Cuajado del fruto.....	36
2.10.11 Cosecha	36
2.11 Riego por goteo	37
2.11.1 Origen.....	37
2.11.2 Definición	37
2.11.3 Importancia de la tecnología de riego por goteo.....	38
2.11.4 Ventajas.....	38
2.11.5 Desventajas	39
2.11.6 Componentes del sistema	40
III.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	48
3.1 Localización geográfica.....	48
3.2 Localización del sitio Experimental.....	48
3.3 Clima	48
3.4 Genotipo utilizado	49
3.5 Diseño experimental	49
3.6 Prácticas culturales.	49
3.7 Manejo del cultivo	50
3.8 Riego	50
3.9 Fertilización	51
3.10 Plagas y enfermedades	52
3.11 Cosecha	53
3.12 Variables evaluadas	53
3.13 Análisis estadístico.....	54
IV.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	55
4.1 Rendimiento por corte	55
4.2 Rendimiento total.....	55

4.3 Eficiencia en uso de agua (EUA).....	56
V.- CONCLUSION.....	57
VI.- LITERATURA CITADA.....	58
APENDICE.....	62

INDICE DE TABLAS

Cuadro 1. Producción mundial de chile fresco en los países productores.	5
Cuadro 2. Composición química del Chile.....	10
Cuadro 3. Temperaturas críticas para el cultivo del Chile en las distintas fases de su desarrollo. UAAANUL.....	13
Cuadro 4. Cantidad de nutrientes extraídos por el cultivo de chile ancho y rendimiento esperado.....	14
Cuadro 5. Productos para el control de mosquita blanca y sus dosis. UAAANUL.....	23
Cuadro 7. Fertilizantes utilizados y cantidades para cada etapa fenológica de la planta de chile chilaca.....	52
Cuadro 8. Producto utilizado para la prevención y/o control de organismos dañinos en chile chilaca de la Comarca Lagunera 2011.	53
Cuadro 9. Rendimiento por corte (ton/ha) de chile chilaca a campo en primavera- verano 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2012.....	55
Cuadro 10. Rendimiento total (ton/ha) y eficiencia en uso de agua EUA (kg/m ³) de chile chilaca a campo en primavera-verano 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2012.....	56

INDICE DE FIGURA

Figura 1. Características de las camas UAAAN-UL.....	50
--	----

INDICE DE APENDICE

Cuadro 1A. Análisis de rendimiento por corte (ton/ha), realizada de los 87 a los 110 DDT, en la Comarca Lagunera 2011.....	62
Cuadro 2A. Análisis de eficiencia en uso de agua EUA.....	62
Cuadro 3A. Análisis de rendimiento total (ton/ha), realizada de los 87 a los 110 DDT, en la Comarca Lagunera 2011.....	62

RESUMEN

Uno de los problemas más importantes en México es la falta de agua, en nuestro país se han utilizado diferentes tipos de sistemas de riego para eficientizar el uso del agua para los cultivos. Se considera que la agricultura es la actividad humana que mayor agua demanda destinada a la misma, considerando al agua como la fuente mas importante en la producción del cultivo de plantas, se plantea el presente estudio con el propósito de evaluar la producción y eficiencia en uso de agua de chile chilaca bajo diferentes condiciones de riego para optimizar el uso de agua en el cultivo.

El trabajo se realizó en el ciclo Primavera-Verano de 2011 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Los tratamientos evaluados fueron tres % de ETp al 60%; 80% y 100%, determinados en base al método de % de ETp del tanque evaporímetro tipo "A", aplicando el riego cada tres días.

El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar con 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron, rendimiento por corte, rendimiento total y eficiencia en uso de agua.

El rendimiento por corte fue diferente en los diferentes tratamientos evaluados. El mayor rendimiento fue obtenido con la aplicación de 100 % de ETp con 27.788 ton/ha.

En rendimiento total el tratamiento 100% de ETp resultó el mayor rendimiento con 37.051 ton/ha. La eficiencia en uso de agua (EUA) no se presento diferencia bajo los diferentes tratamientos de ETp.

En rendimiento total entre tratamientos, el tratamiento de mayor rendimiento fue el de 100% de ETp que resultó el mayor rendimiento con 37.051 ton/ha. La eficiencia en uso de agua (EUA) no se presentó diferencia bajo los diferentes tratamientos de ETp.

Palabras clave: Chile chilaca, eficiencia, producción, evapotranspiración, riego.

I.- INTRODUCCIÓN

En la actualidad el aumento de la población a nivel mundial exige una mayor producción de alimentos con menos insumos, uno de ellos es el agua de riego. La creciente población necesita mayor cantidad de alimento y se necesita contar con métodos de producción de alimentos que garanticen altos rendimientos con menos agua, (Rosegrant et al., 2007).

El conocimiento del requerimiento de agua del cultivo es indispensable para realizar una planificación correcta del riego y mejorar así la eficiencia de los sistemas de riego, (Fernández, 2000).

El riego se debe aplicar la cantidad justa para cubrir las necesidades en el consumo de agua del cultivo y una aportación de agua inferior a las necesidades de consumo de agua del cultivo puede llegar a provocar déficit hídrico y por lo tanto una reducción de la producción, (Fernández, 2000).

Generalmente en la agricultura se tiene alto consumo de agua causado por la sobre irrigación, lo cual no sólo genera un desperdicio de agua, sino que también, debido a los agroquímicos disueltos, provoca la contaminación de corrientes de agua superficiales y subterráneas (IMTA, 1995) y en algunas zonas el ensalitramiento de suelo.

A través del tiempo se han desarrollado gran cantidad de sistemas para la determinación, control y automatización del riego que permiten un consumo de agua más reducido, (Braltset al., 1986).

Existen diferentes tipos de sistemas de riego uno de ellos es el riego por goteo, igualmente conocido bajo el nombre de « riego gota a gota », método de irrigación utilizado en las zonas áridas pues permite la utilización óptima de agua y abonos.

El riego por goteo, también llamado riego localizado, consiste en aplicar el agua a los cultivos directamente en el volumen de suelo ocupado por las raíces de las plantas de chile, (Tijerina, 1999).

Mediante el riego por goteo se logra aumentar la producción y calidad de los cultivos que demandan alta cantidad de agua, como las hortalizas; se consigue mayor precisión en la programación de aplicación de nutrimentos de acuerdo con los requerimientos del cultivo durante su desarrollo, (Dangler y Locascio, 1990).

En México se siembran alrededor de 7000 hectáreas de chile con un volumen de producción aproximado de 11000 toneladas de chile.

El chile es una especie de gran importancia comercial y es cultivado para su consumo en fresco, seco y en productos procesados. Según datos de FAOSTAT (2009), la superficie mundial sembrada de chile asciende a 1.7 millones de hectáreas, con una producción de 25.1 millones de toneladas. Después de China, México es el segundo productor a escala mundial, después le siguen Turquía, Estados Unidos, España e Indonesia, representando juntos el 25 % del volumen mundial de producción, (FAOSTAT, 2009; Aktas *et al.*, 2009).

Después del tomate y papa el chile es la solanácea comestible más importante y de mayor consumo procesado. Económicamente este cultivo es una hortaliza de gran relevancia pues genera divisas para el país, ya que es el principal proveedor de EE.UU. en los ciclos invierno-primavera.

Los principales estados productores de México están en el norte fueron Zacatecas y Chihuahua, mientras que en menor medida están Durango y Coahuila, que incluyen la

Comarca Lagunera. En esta región, el cultivo de chile tiene gran importancia en la economía, especialmente el chile verde, ya que es uno de los principales cultivos hortícolas que se siembra en la región después de la sandía, tomate y melón durante el ciclo primavera-verano, (SIAP, 2010).

Entre el chile verde esta el chile chilaca variedad Anaheim (*Capsicum annuum*, L) ya que es importante en México existiendo una variedad de formas, colores y sabores. Es una hortaliza sumamente importante por su valor nutritivo de vitaminas C y A y su popularidad en la alimentación en México.

La producción de chile chilaca variedad Anaheim equivale al 31.4 % a nivel estatal, (SAGARPA, 2002). Su producción se destina casi exclusivamente para deshidratar y se usa en la elaboración de salsas y moles, una pequeña cantidad se consume en fresco.

La chile chilaca variedad Anaheim se cultiva mejor en suelo cálido y bien drenado aunque la falta de agua y temperatura baja afectan su desarrollo; esto es uno de los problemas que enfrentan los productores que los han obligado a buscar alternativas para producir esta hortaliza.

1.1 Objetivo

Optimizar el uso de agua en la producción de chile chilaca.

1.2 Hipótesis

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

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del chile

El chile (*Capsicum annuum* L.) es una de las hortalizas importantes por su popularidad en las diversas formas de consumo: en fresco, seco, en polvo e industrializado y su amplia adaptación a los diversos climas y tipos de suelo del país, en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 2,500 msnm, (Ramírez, 2002).

La producción de chile a escala mundial se localiza principalmente en China, México, Turquía, España, Estados Unidos, Nigeria e Indonesia (Cuadro 1) (Elizondo, 2002).

Cuadro 1. Producción mundial de chile fresco en los países productores.

Principales países productores.				
Toneladas/Hectárea, 2001				
País	Superficie cultivada (miles ha)	Rend. (ton ha ⁻¹)	Producción Toneladas	%
China	443.400	18.6	8.238.000	42.3
México	157.400	10.6	1.670.000	8.6
Turquía	70.000	20.0	1400.000	7,2
España	23.300	41.4	965.200	5.0
E.U.A.	28.590	31.0	885.630	4.5
Nigeria	90.000	7.9	715.000	3.7
Indonesia	185.000	3.0	550.000	2.8
Otros	493.980	10.3	5.071.204	26.0
Total	1.491.670	13.1	19.495.034	100.0

Fuente : SIM-CNP con información de FAO, <http://www.fao.org>

2.1.1 Origen

El género *Capsicum*, incluye un promedio de 25 especies y tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales de América, probablemente en el área

Bolivia-Perú, donde se han encontrado semillas de formas ancestrales de más de 7.000 años, y desde donde se habría diseminado a toda América, (Cano, 1998).

El nombre del chile proviene del náhuatl *chilly* su sinónimo *ají*, es tan usado en España y en muchos países de Latinoamérica, tiene su origen en el arahuaco, dialecto caribeño. Todas las variedades de chile, (desde los más picantes, hasta los pimientos dulces) son originarias de América. Alrededor del 90% de los que en la actualidad se consumen a nivel mundial son de origen mexicano y pertenecen a la clasificación que los botánicos llaman en latín *Capsicum annum*. El resto de las variedades actuales, una mínima parte, tiene su origen en Centroamérica, el Caribe y Sudamérica, sobre todo en Perú y en la cuenca amazónica, y corresponden a las especies de *Capsicum chinense* y de *Capsicum frutescens*, (Long y Lomelí, 2000).

2.2 Clasificación taxonómica del chile

En seguida se presenta la clasificación taxonómica aceptada es la siguiente:

División: Angiospermae

Clase: Dicotyledneae

Subclase: Metachmydeae

Orden: Tubiflorae

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum*

Especie: *annuum*

Nombre científico: *Capsicum annum* L.

Pérez et al., (1998).

2.3 Características morfológicas del chile

2.3.1 Morfología

Todos los chiles son del género *Capsicum* de la familia de las Solanáceas. Los estudios taxonómicos coinciden en que son cinco las especies cultivadas: *Capsicum baccatum*, *C. chinense*, *C. pubescens*, *C. frutescens* y *C. annuum*, de las cuales ésta última es la más importante *C. annuum* agrupa la mayor diversidad de chile, ya sean cultivados o silvestres, (Ramírez, 2002).

Entre los chiles más populares destacan el guajillo o mirasol, piquín, de árbol, serrano, jalapeño, poblano, y chilaca, de los cuales los tres últimos, una vez secados, se denominan chipotle, ancho o mulato y pasilla, respectivamente, (Ramírez, 2002).

El chile *Capsicum annuum* L. es una planta herbácea perenne con ciclo de cultivo anual de porte variable entre los 0.5 m (en determinadas variedades de cultivo al aire libre) y más de 2 m (gran parte de los híbridos cultivados en invernadero). Algunas variedades del tipo Ají Chay se siembran como cultivos bi o trienales, (Ramírez, 2002).

2.3.2 Raíz

El sistema de raíces está formado por un pivote recto provisto de muchas raíces largas fibrosas, y vellosas, difícilmente forma raíces adventicias; cuando esto sucede se forman solamente del hipocotilo.

Algunas raíces llegan a profundidades de 70 hasta 120 cm y lateralmente, se extienden hasta 120 cm de diámetro alrededor de la planta. La mayor parte de las raíces se sitúa a una profundidad de 5 - 40 cm en el suelo, (Romero, 1999).

2.3.3 Tallo

El tallo es de crecimiento limitado y erecto. A partir de cierta altura (“cruz”) emite dos o tres ramificaciones (dependiendo de la variedad) y continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo (los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas, y así sucesivamente). Con frecuencia una de las ramas es más fuerte y crece en sentido de la ramificación transitoria de menor importancia. Así se forman las ramificaciones principales que determinan la forma y carácter de la planta, (Pérez *et al.*, 1998).

Los tallos presentan nudos hinchados con manchas violáceas y en cada uno hay una hoja y tres yemas, dos vegetativas y una floral; la floral y una vegetativa se desarrollan, la otra permanece latente por lo regular, y solo llega a crecer cuando la planta es muy vigorosa. El tallo crece de 30 a 120 cm, según las características de la variedad y las condiciones en las que crece la planta. Las partes del tallo son frágiles y se parten con facilidad en las zonas donde surge la ramificación, (Romero, 1999).

2.3.4 Hoja

Las hojas son sencillas, enteras o de bordos nudosos, acuminadas, ovaló lanceoladas o simple aovadas o elípticas, algunas veces lampiñas, otras pubescentes a lo largo de las venas; peninervadas, largamente pecioladas y con un pecíolo acanalado arriba; de un color verde fuerte en el haz y más claro en el envés; las superiores son germinadas, ternadas y las inferiores alternas y más desarrolladas, (Romero, 1999).

2.3.5 Flor

La flor se forma donde se ramifica el tallo, es definida y solitaria en algunos casos y

hasta cuatro o más flores de acuerdo a las características de la variedad, es hermafrodita; el pedúnculo es erguido o encorvado, engrosado a la base de la flor, con cáliz monosépalo de cinco a seis dientes, persistente, penta o hexagonal, con los ángulos redondeados con corola rotácea, plácineas ovals u ovalo oblongas y agudas de color blanco sucio o amarillento, en algunas variedades con manchas violáceas. Estambres de cinco a seis, insertados en el tubo de la corola, (Nuez *et al.*, 1996).

2.3.6 Fruto

Botánicamente se definen como una baya. Son erectos, alargados o ligeramente encorvados y algunos retorcidas carnosas. Tienen de 15 a 30 cm de longitud y unos 2 y 4 cm de ancho con cuerpo cilíndrico y epidermis lisa; presenta de dos a tres lóculos, (Pozo *et.al.*, 1991). El fruto se compone del pericarpio, endocarpio y las semillas. El pericarpio comienza a crecer después de la polinización de los óvulos, (Nuez *et al.*, 1996).

Los frutos de las distintas variedades tienen forma y tamaño considerablemente variable. Es frecuente la diferencia de su color en la madurez industrial en relación con la madurez botánica, (Pérez *et al.*, 1998).

2.3.7 Composición química

En el Cuadro 2 se presenta la composición química del fruto de Chile. El principal componente es agua con 93% seguido por los carbohidratos con 5.3%.

Cuadro 2. Composición química del Chile.

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

*Fuente: <http://www.faxsa.com.mx/semhort1c60ch001.htm>.

2.4 Exigencia edafoclimática del cultivo de chile

2.4.1 Generalidades

Los límites productivos de los cultivos están determinados por la potencialidad genotípica de cada especie vegetal y las condiciones ambientales que predominan en la región donde se pretende establecer. Entre las causas que impiden la expresión completa del potencial productivo del cultivo de chile están claramente las enfermedades y las plagas, pero una causa determinante las constituyen las condiciones climáticas no favorables. Por consiguiente, el manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

4.4.2 Clima

El cultivo de chile requiere de clima caluroso, en que la temporada de crecimiento es larga y con pocos peligros de heladas, posee cierta tolerancia a la sequía, (Wattsagro, 1999).

4.4.3 Suelo.

El cultivo de chile requiere de suelo de textura ligera a media, bien drenado y con una profundidad mínima de 30 a 35 cm no es recomendable sembrar en suelo arcilloso debido a que pueden retener bastante humedad y provocar la asfixia en las raíces, (Wattsagro, 1999).

4.4.4 Luz

Los requerimientos de fotoperiodo fluctúan entre variedades, pero los valores favorables están entre 12 y 15 horas de luz, el sombreado puede retrasar el desarrollo de yemas como consecuencia el retardo en el ciclo vegetativo.

4.4.5 pH

El rango está entre 5.5 y 6.8, que son valores ligeramente ácidos, soporta como límite de alcalinidad un pH de 7.5; es muy sensible a pequeñas concentraciones de sales, (Wattsagro, 1999).

4.4.6 Temperatura

Diversos autores, entre los que destacan: Alpi y Tognoni (1991), Castaños (1993) y

Cano (1998) establecen que la temperatura ejerce mucha influencia sobre el crecimiento y metabolismo de las plantas. Sin embargo, es necesario puntualizar que la mejor temperatura no es aquella que produce el crecimiento más acelerado, sino la que provoca el desarrollo más armónico, en función de las características de cada especie cultivada.

La temperatura además de ser determinante en los procesos de fotosíntesis, respiración y acumulación de azúcares y almidones. También está relacionada con:

- La germinación de la semilla
- La utilización de los elementos nutritivos
- La pérdida del agua
- Las diferentes formas de desarrollo
- Los daños característicos de bajas o altas temperaturas.

El cultivo del Chile necesita una temperatura media diaria de 24 °C, con una mínima de 10 °C. Con temperatura superior a los 35 °C la fructificación es muy débil o nula, sobre todo si el aire es seco. Entre los chiles que toleran a esta temperatura están los anchos, serranos y jalapeños, (Infoagro, 2003a).

La baja temperatura durante el desarrollo del botón floral (entre 15 y 10 °C) da lugar a la formación de flores con alguna de las siguientes anomalías: pétalos curvados y sin desarrollar, formación de múltiples ovarios que pueden evolucionar a frutos distribuidos alrededor del principal, acortamiento de estambres y de pistilo, engrosamiento de ovario y pistilo, fusión de anteras, etc. La baja temperatura también induce la formación de frutos de menor tamaño, que pueden presentar deformaciones, reducen la viabilidad del polen y favorecen la formación de frutos partenocárpicos. En el Cuadro 3 se aprecia la temperatura óptima según la fase de desarrollo del cultivo, (Infoagro, 2003b).

Cuadro 3. Temperaturas críticas para el cultivo del Chile en las distintas fases de su desarrollo. UAAANUL.

Fases del cultivo	Temperatura (°C)		
	Óptima	Mínima	Máxima
Germinación	20-25	13	40
Crecimiento vegetativo	20 -25 (día) 16 -18 (noche)	15	32
Floración y fructificación	26 -28 (día) 18 -20 (noche)	18	35

*Fuente: (Infoagro, 2003b).

2.4.7 Temperatura del Suelo

La temperatura más baja que tolera la semilla al momento de germinar es de 12 a 13 °C (Cuadro 3), en la que la germinación tarda entre 20 y 25 días; entre 20 y 25 °C, la germinación tarda entre 7 y 8 días. Una temperatura en el suelo de 10 °C retarda el desarrollo de las plantas; la tasa de crecimiento aumenta a medida que la temperatura del suelo asciende, (Wattsagro, 1999)

2.4.8 Humedad

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

2.4.9 Humedad relativa (H. R.)

La humedad relativa óptima para este cultivo oscila entre el 50% y el 70%. Humedades muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de alta temperatura y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flor y fruto recién cuajado, (infoagro, 2003a).

2.4.10 Nutrición

La nutrición está en función del requerimiento del cultivo, aporte del suelo y cantidad de nutrientes extraídos, Cuadro 4.

Cuadro 4. Cantidad de nutrientes extraídos por el cultivo de chile ancho y rendimiento esperado

Rendimiento (ton/ha)	N (kg/ha)	P2O5 (kg/ha)	K2O (kg/ha)
20	150	100	150
30	225	160	225
40	300	200	300
50	350	250	350

*Fuente: (Wattsagro, 1999).

2.5 Fertilización

La fertilización contribuye a que las plantas crezcan mejor, ayudan a la conservación de los nutrientes del suelo y hacen que los cultivos dejen mayores ganancias por el alto rendimiento que se puede obtener. Un buen programa de fertilización, no consiste solamente en aplicar el elemento faltante, si no en mantener el balance adecuado de los nutrimentos en la planta y en el suelo.

Efectuar el análisis de suelo del área a sembrar, es de suma importancia para que se analice cual es el contenido nutritivo del suelo y determinar que hay que aplicar, la

dosis o cantidad y proporción de nutrientes, el lugar o área de aplicación y época que lo necesita el cultivo.

Los fertilizantes de uso más extendido son los abonos simples en forma de sólidos solubles (Nitrato de Calcio, Nitrato Potásico, Nitrato Amónico, Fosfato Monopotásico, Fosfato Monoamónico, Sulfato Potásico y Sulfato Magnésico), (Agroinformacion, 2003).

2.6 Preparación del terreno

Antes de pensar en una siembra de chile es necesario tener un historial anterior del terreno para determinar que no se haya sembrado una planta de la familia de las solanáceas y de que no hayan quedado residuos de cosechas anteriores, porque esto representa un foco de infección de enfermedades para el cultivo, (Cano, 1998). Para realizar la preparación del suelo debe también de tenerse en cuenta la humedad del suelo para facilitar las labores y que no queden grumos en el suelo e impidan el buen desarrollo del cultivo.

Es importante hacer una buena preparación del suelo por las labores de riego o drenaje a fin de que no cause dificultades al cultivo del chile por los encharcamientos que producen cambios bruscos de temperatura en el suelo y después alta temperatura, que facilitan las condiciones de ataque de los microorganismos que dañan el cultivo. Si hay suficiente humedad en el suelo al momento de la preparación, no se formará el piso de arado que dificulta el drenaje interno, encareciendo los costos de producción de la siguiente cosecha, Cano (1998).

La preparación del terreno definitivo, hay que realizarla durante la época en que las plantitas están en el semillero. Para sembrar chile hay que preparar bien el campo, es

decir que quede un suelo bien suelto, mullido y nivelado.

2.6.1 Subsuelo.

El subsoleo es una labor mediante la que se realizan galerías en el suelo a unos 50 a 70 cm de profundidad, con el objetivo de romper las capas profundas, con esto se favorece el drenaje y se evita encharcamiento en la parcela. Esta operación se realiza en verano u otoño con un subsolador, en suelo húmedo ya que esto facilita la operación.

2.6.2 Barbecho

Esta labor tiene por objeto romper las capas superficiales del suelo (35 a 40 cm) envolviendo los restos de la cosecha anterior, malas hierbas y estiércol. De esta forma, se consigue un esponjamiento del suelo, facilitando la penetración del aire y el agua, (Cano, 1998).

2.6.3 Rastreo.

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

2.6.4 Levantamiento de camas o surcos

Es necesario nivelar el terreno para proceder al levantamiento de las camas o surcos y de los canales de drenaje. Se deben considerar los siguientes aspectos (sistema y método de siembra, textura, riego, etc.), si el levantamiento es con tractor, la distancia

entre camas de: 0.90 a 1.00 m dependiendo del ancho del tractor. Si el surqueo se hace de forma manual, se pueden usar cualquiera de las distancias mencionadas anteriormente, (Cano, 1998).

2.7 Sistema de siembra o trasplante

Después de que se ha preparado el terreno, se define el sistema de siembra a emplear, ya que de esto depende la distancia entre surcos y otros factores a considerar, como sería el manejo del cultivo. El cultivo de chile se puede sembrar bajo dos sistemas: surco sencillo (se puede usar distancias de 0.75. 0.90 a 1.00 mts), surco doble (0.90. 0.1.5 a 1.80 mts), (Cano, 1998).

2.7.1 Trasplante.

Es conveniente suspender el riego del semillero uno o dos días antes del trasplante, para que las plantas tengan un mejor desarrollo de raíces y resistan el cambio al campo. Para facilitar el arranque de las plantitas del semillero, hay que darle un riego fuerte el día que se realice el trasplante, actividad que se realiza específicamente en las horas de la tarde.

El campo se riega temprano para que cuando se esté ejecutando el trasplante, el suelo este húmedo y que solo se esté dando un riego con poco caudal. Se esta forma las plantitas no se resienten demasiado al pasarlas del semillero al campo definitivo. El trasplante debe de realizarse en horas frescas de la tarde y antes de efectuarse hay que remojar las raíces desnudas con solución fungicida.

2.7.2 Época de trasplante

El trasplante se debe hacer cuando exista el menor riesgo de heladas; es decir, del 1° al 20 de abril y cuando la planta haya alcanzado una altura de 10 a 15 cm, tenga buen desarrollo radicular, apariencia vigorosa y color verde oscuro en el follaje, (Macías y Valdez, 1998).

La mejor época para realizar el trasplante es de marzo a mayo para cosechar en julio o septiembre, (Sakata, 2003).

El trasplante se debe realizar cuando las plantitas tengan de cuatro a cinco folíolos (aproximadamente de 15 a 20 cm de altura). Esto ocurre entre los días 18 y 28 días después de la siembra, aunque dependiendo de la temperatura ambiental, el crecimiento puede ser más rápido, o más lento, (Cano, 1998).

2.7.3 Marco de plantación

Los marcos de plantación dependen de la variedad, los surcos se hacen con una separación de 0.60 a 1.00 m, dejándose de 0.40 a 0.70 m entre planta y planta, (Cassares, 1984).

La población en promedio es de 20,000 a 25,000 plantas por hectárea, depende del tipo de chile, maquinaria, región, (Valadez, 1997).

Si el suelo donde se pretende hacer el trasplante es ligero, se trace los surcos a 85 cm y si es pesado, hacerlo a 92 cm., (Macías y Valdez, 1998). Coloque dos plantas por mata, escogiendo las plantas más sanas y vigorosas; elimine las menos desarrolladas o excesivamente largas y delgadas. Deje un distanciamiento entre matas de 40 cm para los tipos de pasilla, ancho y mulato, lo que corresponde a una densidad de

población de 27,000 a 29,400 matas por hectárea. Para el tipo mirasol reduzca el distanciamiento a 30 cm, con lo cual se tiene una densidad de población de 36,000 a 39,200 matas por hectárea.

2.8 Riego

Para regar una hectárea de chile se necesitan 3000 m³ de agua, aplicado de 8 a 12 riegos durante todo el ciclo, estos deben ser ligeros y frecuentes, (Valadez, 1997). La totalidad de agua precisa para el desarrollo del cultivo durante todo el ciclo es de 500 lts/m² realizando riego cada 10 o 12 días, (Ibar y Juscafresa, 1987).

El primer riego se debe realizar inmediatamente después del trasplante, el tercer riego será a los 20 a 30 días, después del 3er riego los otros riegos se aplican dependiendo de las condiciones en las que se encuentre el suelo (húmedo), la temperatura, la etapa en la que se encuentre el cultivo (floración, fructificación, etc.), los riegos serán a intervalos de 7 a 10 días uno de otro, (Nuez, 1996).

En el riego por surco en suelo: 1) Arenoso, se debe regar con una frecuencia de cada 6 a 8 días. 2) Arcilloso se debe regar con una frecuencia de 10 a 12 días, (Cano, 1998).

El primer riego se aplica al momento del trasplante, ya que este se debe realizar sobre “mojado”. Dos días después aplica el segundo riego (sobre riego) con el objeto de asegurar un mayor porcentaje de prendimiento de plantas. Ocho días después del segundo riego aplique el tercero, el cual es conocido como “riego de ocho” y después de este, es aconsejable “calmear” la planta por un espacio de 20 a 25 días, dependiendo del tipo de suelo y de las temperaturas que se registren.

El calmeo es un periodo de “castigo” por sequia al cultivo para inducir la formación de raíces nueva en la planta, el tiempo de calmeo se reduce para no castigar demasiado a la planta. Una vez transcurrido el periodo de calmeo, se aplica el cuarto riego.

A medida que la planta se desarrolla y se eleva la temperatura, los requerimientos de agua son mayores, por lo que es necesario acortar el intervalo entre riegos, es por ello que el quinto riego se deberá aplicar aproximadamente 15 días después de la fecha de aplicación del cuarto riego. Es preferible efectuar riegos ligeros y frecuentes o regar en surcos alternos (terciado). Otra medida prudente para evitar excesos de humedad, es trazar surcos menores a 100 metros, (Macías y Valdez, 1998).

2.9 Plagas y enfermedades del cultivo de chile chilaca

2.9.1 Plagas

a) Minador de la hoja *Liriomyza* sp.

A continuación se presenta la descripción de la plaga de minador de la hoja que lo describen Castaños (1993) y Amaya y Romero (1999):

Características, biología, hábitos y daños.

Los adultos son pequeñas mosquitas de color negro y amarillo miden de 2 - 3 mm y con el dorso oscuro.

El huevecillo eclosiona en un lapso de dos ha cuatro días después de que es depositado en la lámina de la hoja. El estado larvario dura de 7 a 10 días y alcanza una talla de 1 a 2 mm de largo al estar totalmente desarrollada; presenta una coloración amarillenta o café. La pupa tarda de 8 a 15 días en eclosionar, esta, normalmente se encuentra en el suelo, pero puede estar dentro de la hoja o en superficie.

Este insecto está localizado en México, Centroamérica y regiones del Caribe, teniendo como principales hospederos a los cultivos de: Calabacita, chícharo, col, frijol, melón, papa, pepino, sandía, tomate, chile y diversas plantas ornamentales.

Las larvas minan las hojas en forma de espiral, el ataque severo provoca que las hojas se sequen y se caigan.

Control químico:

Entre los insecticidas que se recomiendan para su control están: el diazinón CE 25 en dosis de 1.0 – 1.5 l/ha, Metamidofos LM 85 en dosis de 1.0 – 1.5 l/ha.

Control biológico:

Entre los principales parasitoides de larvas que se reportan son: *Oriusinsularis* (Hymenoptera: Bracnidae); *Brachymeriasp*, *Sympiesissp* (Hymenoptera: Entodontidae); *Chrysocharis parkis Crawf.*, *Crysocharis sp* (Hymenoptera: Entodontidae); etc.

b) Mosquita blanca (Homóptera: Aleyroididae)

Se presenta este vector de virus en hortalizas Castaños (1993) y Anaya y Romero (1999) el cual describieron a este insecto.

Características morfológicas, biología y hábitos:

Son insectos chupadores, que se localizan en el envés de las hojas de las plantas hospedantes. El adulto tiene alas de color blanco y mide en promedio 0.433 mm de largo por 0.270 mm de ancho. Su ciclo biológico se conforma de huevecillo, ninfa y adulto.

Las hembras colocan los huevecillos en el envés de las hojas desordenadamente en posición vertical. Estas pueden copular varias veces y su longevidad es de ocho

semanas para machos y 11 para hembras. Presentan de 11 a 12 generaciones al año y, en condiciones de cautiverio, una hembra puede depositar hasta 300 huevecillos en toda su vida. Durante el invierno, los adultos permanecen inactivos en el envés de las hojas y sólo cuando la temperatura asciende, se vuelven activos. En general, un incremento de temperatura favorece el desarrollo y aumenta su actividad, reduciendo el tiempo requerido para completar su desarrollo.

Control cultural:

Eliminar la maleza en canales y áreas adyacentes a los cultivos. Y destruir los residuos de las plantas afectadas.

Control biológico:

Tiene varios enemigos naturales, entre los que se encuentran insectos y ácaros depredadores e insectos parasitoides. Tal es caso de las crisopas y coccinélidos, así como los ácaros del género *Amblyseius* y *Triphlodramus*, y parasitoides como: *Encarsiaformosa*, *E. lutea* y *Eretmocerus* spp.

Control químico:

En virtud de la resistencia que está desarrollando a varios insecticidas, debe seleccionarse cuidadosamente el producto, dosis y la época de aplicación. Entre los insecticidas recomendados destacan los siguientes:

Cuadro 5. Productos para el control de mosquita blanca y sus dosis. UAAANUL.

Producto	Formulación	Dosis/ha
Diazinon	CE 60	0.5- 0.65 l/ha
Endosulfan	CE	2 a 3 l/ha
Metamidofos	LM 50	l/ha

*Fuente: Castaños (1993) y Anaya y Romero (1999).

c) Gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hubner)

Castaños (1993), Nuez *et al.* (1996) y Lacasa y Contreras (2001) describen estos autores al gusano soldado de la forma siguiente:

Descripción.:

Es un lepidóptero que pertenece a la familia de los noctuidae. Sin embargo, existen otras especies de la misma familia que atacan a este cultivo, entre las principales son: *Spodopteralitorallis*, *Plusiachalcites*, *Plusia gamma*; siendo la climatología, ubicación geográfica, modalidad y ciclo de cultivo, los que determinan que especies pueden presentarse en un cultivo de pimientos.

Morfología, hábitos y daños:

Los adultos son palomillas de color café grisáceo en las alas anteriores y de tonalidades blancas translúcidas en las posteriores. Actualmente es una de las principales plagas del cultivo de chile bajo invernadero, causando daños en estados larvarios, esqueletizando las hojas de las plantas e incluso llegan a penetrar en los frutos. Su ciclo de vida dura alrededor de un mes y presenta de tres a cinco generaciones al año.

Control preventivo:

Eliminar la maleza.

Control biológico:

Depredadores como: *Chrysoperla carnea*, *Coccinellaseptempunctata* así como la chinche pirata *Orius* y la chinche ojona *Geocoris*. Hongos entomopatógenos como: *Beauveria bassiana* y *Nomurea rileyi*.

Control químico.

Entre los productos recomendados se encuentran los organofosforados como clorpirifos, triclorfón, etc., y los conocidos como reguladores del crecimiento: flufenoxuron, teflubenzuron y exaflumuron.

d) Ácaros

Los ácaros que producen daños en el cultivo de chile. De las especies identificadas de *Tetrániquidos* que afectan a este cultivo, es *Tetranychus urticae* la que mayores daños ocasiona al cultivo del chile. De acuerdo a Lacasa y Contreras (2001) la araña roja (*Tetranychus urticae* (Koch)) posee los siguientes rasgos:

Características generales:

Es una especie cosmopolita, conocida con los nombres de araña roja, arañita de dos manchas y también como araña amarilla. Es muy polífaga, desarrollándose sobre más de 150 especies cultivadas.

En estado adulto puede tener una coloración variable, dependiendo de la edad, tipo de alimento y clima. Normalmente son de color amarillo verdoso, conforme van envejeciendo toman coloraciones rojizas, más intensas en las hembras.

Biología y daños:

Su ciclo completo comprende de cinco estados de desarrollo: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto.

La reproducción es asexual, aunque puede darse por *partenogénesis* de tipo *telitóquico* (los huevos no fecundados dan lugar a hembras). Cada hembra puede poner más de 100 huevos durante los 22 - 28 días que dura su vida. El paso de huevo a adulto lo puede realizar en 10 a 15 días a 25 °C y 80 % de humedad relativa, siendo estas las condiciones óptimas para su desarrollo.

Normalmente coloniza sobre las hojas jóvenes, aunque en ataques severos se encuentran distribuidos sobre las hojas de toda la planta. En los invernaderos, se encuentra presente prácticamente todo el año, alcanzando los niveles más elevados desde principios de la primavera a finales del otoño.

El viento es el principal diseminador de la plaga, así como el contacto entre plantas. Los daños son ocasionados por las picaduras, ya que al clavar los estiletes absorben los jugos celulares, el tejido afectado toma una coloración amarillenta, que se torna morrón con el paso del tiempo.

Entre los controles más utilizados son los preventivos, los químicos, así como una serie de prácticas culturales. En cultivos bajo invernadero, pueden utilizarse métodos de control biológico.

Control preventivo:

Asegurarse de que las plantas no vengán contaminadas de los semilleros. Eliminar los restos vegetales anteriores de cosechas, así como las malas hierbas.

Control biológico:

Destacan algunos ácaros *Fitoseidos* como *Phytoseiulusperimilis* y *P. Macropilis* y algunos *Tisanóptros* como *Scolotripslongicornis* y *S. sexmaculatas*.

Control químico:

Entre los más utilizados destacan: dicofol + tetradifón, fenbutestan, abamectina, amitraz, etc.

2.9.2 Enfermedades

a) Damping Off o secadera de plántulas

El Damping off es un problema fuerte en plántulas desde la preemergencia hasta un mes de edad. Las plántulas se pueden marchitar rápidamente causando una drástica reducción de la población. Esto obliga a efectuar labores de resiembra y afecta la programación de planteo.

Etiología y Epidemiología:

La enfermedad puede ser causada por un complejo de hongos que incluyen a *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* y *Fusarium*. Estos hongos sobreviven por largos periodos en el suelo, y pueden resistir en residuos de plantas enfermas o en raíces de malezas. El Damping Off tiende a ser más severa bajo condiciones de alta humedad del suelo, compactación, ventilación deficiente y ambiente húmedo, nublado y fresco.

Sintomatología:

La semilla se puede pudrir antes de la emergencia dando la apariencia de fallas de germinación. Después de la emergencia, las plántulas muestran lesiones en la base del tallo, que lo rodean, y las plantas se marchitan y caen sobre el sustrato.

En caso del *Pythium*, las lesiones son oscuras y acuosas que se inician en las raíces y avanzan por el tallo hasta arriba del nivel del sustrato; en el caso de la *Rhizoctonia*, las lesiones son de café rojizo a oscuras, y pueden afectar las raíces y el cuello de las plántulas. Después de un mes de edad, o después del trasplante, las plantas

normalmente son muy tolerantes y las zonas se restringen a la zona cortical.

Control preventivo:

Es recomendable desinfectar el sustrato de las charolas germinadoras, así como el uso de semilla sana y/o desinfectada.

La desinfección de plántulas con Metalaxyl; aislar y quemar las plantas enfermas, eliminar todos los residuos, incluso antes del trasplante, se puede sumergir la raíz en una solución fungicida (1000 ppm) antes de sembrar.

b) Tizón tardío *Phytophthora infestans* (Mont) De Bary

Es considerada de la enfermedad más destructiva del tomate y papa. El patógeno que la produce tiene una capacidad de diseminarse y reproducirse rápida y abundantemente. Es la típica enfermedad causante de epifitas, cuyo daño pueden llegar a niveles catastróficos. Sánchez (2001) describe la sintomatología y epidemiología de la siguiente forma:

Etiología y Epidemiología:

El patógeno que causa esta enfermedad es *Phytophthora infestans*. Las esporas de este hongo, pueden ser diseminados a grandes distancias por el viento. El ambiente húmedo y fresco, días nublados y lluviosos, favorecen el desarrollo de esta enfermedad.

Sintomatología:

La enfermedad puede afectar rápidamente todos los tejidos aéreos de la planta. En las hojas aparecen manchas irregulares de tamaño variable. Las lesiones son primero de color verde oscuro con márgenes pálidos, los cuales, al haber humedad abundante, muestran filamentos de color blanquecino; después, las lesiones se tornan de color café y pueden invadir toda la lamina foliar. Esto provoca que pierda rigidez y que su peciolo se

doble hacia abajo; también los tallos y las ramas pueden ser afectados de la misma forma, y los frutos dañados presentan grandes manchas de color café rojizo que en ocasiones las cubren por completo.

Control químico:

La manera más efectiva de controlar el tizón tardío es diseñar un buen programa de aspersión de fungicidas basado en un sistema efectivo de pronóstico de la enfermedad. Algunos fungicidas preventivos que se usan son a base de Captafol, Clorotalonil, y Mancozeb. Después que se observan las primeras lesiones se deben de usar productos de acción sistemática; entre estos se mencionan a Metalaxil, Fosetil-Al, Cymoxanil, y otros.

c) Tizón temprano *Alternaria Solani* (Ell. y Martín) Jones y Grout

Es una de las enfermedades más importantes del cultivo del tomate, debido a que puede afectarlo en cualquier etapa de su desarrollo, y es capaz de infestar cualquier órgano de la planta, desde la base del tallo, pecíolos, hojas, flores y frutos (Sánchez, 2001).

Etiología y epidemiología:

El agente causal del tizón temprano del tomate y chile es el hongo *Alternariasolani*. El patógeno inverna en tejidos de cosecha que permanecen en el suelo, las conidias germinan a temperaturas entre 24 - 29 °C y ambiente húmedo o lluvioso; estos se diseminan fácilmente a través del aire y de la lluvia.

Sintomatología:

Los primeros síntomas ocurren en las hojas más viejas, y consisten en pequeñas

lesiones irregulares color café oscuro, en cuyo interior se forman anillos concéntricos, debido a la resistencia que presenta la planta para detener el avance de la infección. Las lesiones pueden crecer hasta alcanzar 1.5 cm de diámetro o más. Típicamente las lesiones se rodean de un color amarillo, debido a la producción de toxinas; y cuando las lesiones son numerosas, se pueden unir, destruyendo el tejido foliar, afectando la producción y calidad de la fruta. La enfermedad puede causar tizón de las flores, y las lesiones en tallos pecíolos y frutos, normalmente muestran el patrón de anillos concéntricos; además, cuando envejecen, producen un polvillo negro que corresponde a los fructificaciones del hongo.

Control químico:

El método de control más efectivo está basado en la aplicación oportuna de fungicidas preventivos. Algunos de los productos más utilizados son Captofol, Captán, Clorotalonil y Mancozeb y curativos como el Metalaxil.

d) Marchites o secadera tardía (*Phytophthora capsici*).

Etiología:

El oomiceto *Phytophthora capsici* es agente causal de la enfermedad más universalmente conocida del Chile. Produce esporangios de forma elipsoidal en cuyo interior se diferencia varias esporas biflageladas o zoosporas

Sintomatología y daños:

Phytophthoracapsici puede provocar daños en cualquier parte de la planta y en cualquier estado de desarrollo. La podredumbre del cuello y la subsiguiente marchites brusca son los síntomas más característicos. En el cuello de la planta enferma puede observarse una zona anular deprimida de color negruzco, que afecta primero los tejidos

corticales y posteriormente a los vasculares.

Infecciones a partir de puntos más altos en la planta, se suelen producir por salpicaduras de gotas de agua portadoras de las zoosporas que pueden germinar sobre tallos, hojas y frutos, en éstos a través de la inserción peduncular o de heridas. Los ataques aéreos también pueden ser provocados por corrientes de aire, necesariamente húmedo, para asegurar la sobrevivencia de las zoosporas.

Diseminación:

Phithophthora capsici puede sobrevivir en el suelo por medio de clamidosporas (esporas de conservación que dan origen a las infecciones primarias) o sobre restos vegetales.

Control preventivo:

Se recomienda evitar humedad alta en la proximidad del cuello de la planta, mediante la utilización de parcelas bien drenadas y niveladas. También es posible la utilización de cultivares resistentes (Nuez *et al.*, 1996).

Entre los métodos preventivos y técnicas culturales más recomendados son los siguientes, (infoagro 2003a):

- Utilización de plántulas y sustratos sanos.
- Eliminar restos de la cosecha anterior, especialmente las raíces y el cuello.
- Emplear marcos de plantación adecuados que permitan la aireación.
- Manejo adecuado del riego.
- Cubrir la balsa y las conducciones, evitando regar con agua portadora de esta enfermedad.
- Solarización.

Control químico:

Aplicación de etridiazol, metalaxil, nabam, quinosol.

2.9.3 Fisiopatía

a) Rajado del fruto

Se produce por aportes de irregulares de agua y/o alto nivel de humedad relativa en frutos maduros cuando se hincha el mesocarpio por un exceso de agua y rompe la epidermis. La sensibilidad es variable entre cultivares.

b) Necrosis apical

Alteración del fruto causada por una deficiencia de calcio durante su desarrollo. El aumento rápido de la temperatura, la salinidad elevada, el estrés hídrico y térmico, son factores que favorecen en gran medida la aparición de esta fisiopatía. La sensibilidad a esta fisiopatía es variable en función del cultivar, (infoagro, 2003).

2.10 Labores culturales para el cultivo de chile a campo

2.10.1 Producción de plántulas

Para producir plántulas en invernadero o a campo abierto, se pueden utilizar charolas de unicel de 200 cavidades, así como los sustratos: Peat-most, Sunshine N°3, Terra-lite, o germinaza, tierra entre otros (depositando de 600 a 800 gramos por charola). Con esto, es posible obtener plantas para trasplantar con cepellón, el cual le ayuda a la sobre vivencia de la planta y su recuperación rápida después del trasplante. Una vez sembrada la semilla se aplica un riego a saturación, y se apilan las charolas hasta que inicie la germinación. Después se riega cada tercer día con fertilizantes foliares, como:

Bayfolán o Maxigrow, en dosis de 200 ml/100 litros de agua. La germinación de la semilla tiene lugar a valores óptimos de temperatura entre los 18 °C y 24 °C. Temperatura por debajo de los 11 °C inducirá reducciones de producción precoz y total, (GEZ, 1998).

2.10.2 Trasplante

El trasplante a campo abierto debe realizarse cuando la plántula esté preparada para el trasplante (alrededor de 35 dds) con cepellón y con los siguientes cuidados (Castilla 1995; Rodríguez *et al.*, 1997):

- Sumergir o mojar el cepellón con algún fungicida antes de plantarse.
- Desechar las plántulas con algún daño o menos vigorosas.
- Proteger la plántula de la radiación solar.

Realizar el trasplante en los momentos de menos calor, para obtener así una mejor sobre vivencia.

Al momento de trasplante las plantas deben tener una altura de 10 -15 cm con 6 a 8 hojas verdaderas ya formadas. El terreno o las macetas debe estar previamente preparado, así como marcado el lugar el que va a ocupar la planta, debiéndose abrir un hoyo del tamaño adecuado para que quepa el cepellón.

Debe dejarse el cuello de la planta a nivel con el suelo de la maceta e inicialmente no conviene aplicarse tierra o sustrato

Tras el trasplante, se da un riego a fin de conseguir buena humedad en el entorno radicular y un buen contacto con el cepellón.

2.10.3 Poda

Esta práctica se lleva a cabo para delimitar el número de tallos con los que se desarrollará la planta, que normalmente van de 2, 3 ó más. Ya que existen variantes de poda de acuerdo con el sistema de cultivo, tamaño de la variedad y densidad de plantas. En los casos necesarios se realiza una limpieza de las hojas y brotes que se desarrollen bajo la “cruz” (Ruiz, 2002; Infoagro, 2003a):

Los objetivos de podar son los siguientes:

- Formar y acomodar la planta.
- Regular y dirigir el desarrollo de la planta.
- Lograr más eficiencia del control sanitario.
- Facilitar el guiado.
- Obtener mayores rendimientos, tanto de calidad, como de volumen.
- Mejorar aireación y evitar incidencia de enfermedades.

2.10.4 Tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida. Pueden considerarse dos modalidades, (Infoagro, 2003a):

Tutorado tradicional:

Consiste en colocar hilos de polipropileno (rafia) o palos en los extremos de las líneas de cultivo de forma vertical, que se unen entre sí mediante hilos horizontales pareados dispuestos a distintas alturas, que sujetan a las plantas entre ellos. Estos hilos se apoyan en otros verticales que a su vez están atados al emparrillado a una distancia de

1,5 a 2 m, y que son los que realmente mantienen la planta en posición vertical.

Tutorado holandés:

Cada uno de los tallos dejados a partir de la poda de formación se sujeta al emparrillado con un hilo vertical que se va liando a la planta conforme va creciendo.

2.10.5 Aporcado

Práctica que consiste en cubrir con tierra o arena parte del tronco de la planta para reforzar su base y favorecer el desarrollo radicular. En terrenos enarenados debe retrasarse el mayor tiempo posible para evitar el riesgo de quemaduras por sobrecalentamiento de la arena (Infoagro, 2003a).

2.10.6 Combate de maleza

Métodos preventivos y labores culturales.

El cultivo se debe mantener libre de mala hierba que compita por agua, luz, y nutrientes. Si se realizan eficientemente las labores del cultivo, la presencia de maleza será insignificante y se convierte en problema después del cierre del cultivo.

Una vez que se establece el riego, cuando ya no es posible efectuar cultivos mecánicos debido al desarrollo de las plantas y por humedad del suelo, es necesario efectuar deshierbe manual con rozadera, aunque elevan los costos de producción.

Control químico. El uso de herbicidas es una opción para controlar la maleza cuando no se cuenta con mano de obra disponible. Para el control de zacate, se puede utilizar el herbicida Assure (Quizolofop-etil CE 9.6) en dosis de 1.5 lts/ha; para el control de quelite y verdolaga, Decthal W-75% (Clortal-dimetil PH 75) en dosis de 10 a 12 kg/ha.

Cualquiera de los productos se debe disolver en 500 a 600 lts de agua para lograr el cubrimiento total del suelo. La aplicación se debe dirigir al suelo sin dañar el follaje de las plantas de chile, tratando de cubrir toda la superficie del surco donde se encuentra la maleza, (Macías y Valdez, 1998).

2.10.7 Deshojado

El deshojado es una práctica cuyo objetivo es facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, es recomendable tanto en las hojas senescentes como en hojas enfermas, eliminando así la fuente de inóculo de plagas y enfermedades, (Infoagro, 2003a).

2.10.8 Densidad de siembra

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El marco más frecuentemente es de 1 m entre líneas y 0.5 m entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio y según el tipo de poda de formación, es posible aumentar la densidad de plantación a 3 - 5 plantas por metro cuadrado. También es frecuente disponer líneas de cultivo pareadas, distantes entre sí 0.80 m y dejar pasillos de 1.2 m entre cada líneas con objeto de favorecer la realización de las labores culturales, evitando daños indeseables al cultivo, (Infoagro, 2003a).

2.10.9 Polinización

Consiste en el transporte del grano de polen hasta la superficie del estigma. El estigma suele estar receptivo un poco antes de que el polen esté completamente maduro.

El sistema reproductivo varía considerablemente con la especie y la variedad, ya que la longitud del estilo y la posición relativa del estigma con las anteras condicionan considerablemente con este sistema.

La temperatura óptima para la germinación del polen de chile es similar o ligeramente superior al polen de tomate, entre 20 – 25 °C, (Nuez *et al.*, 1996).

El cuajado de muchos cultivos protegidos y al aire libre a menudo necesita alguna ayuda, para su óptima polinización.

2.10.10 Cuajado del fruto

Todas las flores se desarrollan en frutos, (Nuez *et al.*, 1996). Considerándose que hay desarrollo del fruto cuando es evidente un engrosamiento del ovario.

La proporción de cuajado depende del genotipo. Así, los tipos de fruto pequeño suelen cuajar mucho más que los de fruto grueso.

La presencia de frutos en desarrollo disminuye el porcentaje de cuajado. También la radiación incidente modifica este porcentaje. Sin embargo, la temperatura es el factor más importante, ya que a temperatura diurna por encima de los 30 °C el cuajado es muy escaso, teniendo como óptimo alrededor de los 20 °C.

2.10.11 Cosecha

La cosecha de chile con fines de verdeo se inicia entre los 110 a 120 días después del trasplante, se realiza de cuatro a cinco cortes a partir de la segunda quincena de julio y todo agosto. Cuando la producción se destina para el deshidratado, los cortes se van realizando a medida que los frutos cambian de verde a rojo, (Macías y Valdez, 1998).

El productor cosecha los frutos de acuerdo con la demanda y los precios del mercado, si este no se ha saturado y los precios son atractivos, el productor vende su producción en verde, pero cuando los precios se declinan, deja madurar el fruto en la planta y luego lo seca por deshidratación. Una vez en seco el fruto se puede almacenar y vender la producción en forma gradual, en busca de mejores precios, (Hernández, 1982).

Tradicionalmente la cosecha se realiza a mano tirando de los frutos, aunque se puede realizar con tijeras para no dañar los frutos, los pedúnculos e incluso la planta. Sin embargo, esto les lleva más tiempo a los operarios. Los rendimientos medios pueden oscilar entre los 8 y 10 kg/m², (Nuez *et al.*, 1996).

2.11 Riego por goteo

2.11.1 Origen

Inició en Alemania en 1860 con tuberías de arcilla. En los años 20's, O.E. Robey experimentó con tubería porosa de tela en la UM. El goteo moderno se dio en Israel por SimchaBlass y su hijo Yeshayahu, usaron tuberías más amplias y más largas con menor velocidad del agua en un emisor de plástico.

El primer sistema experimental fue en 1959, creación de Netafim, posterior se desarrolló y patentó el 1er emisor exterior de goteo y a final de los 60's se desarrolló en Australia, América del Norte y en América del Sur, (INIFAB)

2.11.2 Definición

El riego por goteo consiste en la aplicación del agua gota a gota a una presión casi

nula, en el área radicular de la planta, por medio de un sistema de mangueras que tiene acoplados o insectos unos dispositivos llamados “goteros”, colocados a distancias relativamente cortas.

2.11.3 Importancia de la tecnología de riego por goteo

La importancia del sistema de riego por goteo radica en que los productores del país que posean condición para implementar el riego, podrán tener acceso a la tecnología de bajo costo en el momento que lo deseen, ya que combina materiales y accesorios convencionales de riego con otros que no han sido diseñados para tal fin, como el poliducto. Su versatilidad de uso en los cultivos permite tener más aplicación en la finca.

2.11.4 Ventajas

A continuación se presentan algunas de las ventajas para un sistema de riego por goteo según, (INIFAB; CENTA, 2002) son:

- Aplicación del agua en la zona radicular en tiempo y espacio.
- Eficiencias de aplicación alrededor del 95%.
- Automatización del sistema con menor mano de obra.
- Agua con mayor salinidad, siempre en suspensión.
- Aplicación más eficiente de productos químicos (fertirrigación).
- Adaptabilidad topográfica.
- Mayor uniformidad en el riego.
- Bajo costo de inversión

- Bajo costo de mantenimiento
- Se requiere mínima presión para su operación.
- Fácil de operar y elaboración.
- Ahorro en labores culturales
- Menor presencia de maleza.
- Ahorro de agua.

2.11.5 Desventajas

Las desventajas para un sistema de riego por goteo según (LIOTTA. Mario A., 2000) son a continuación:

- Costo elevado de adquisición e instalación
- Consumo de energía
- Dependencia de la electricidad
- Necesidad de bomba de repuesto.
- Necesidad de un sistema de filtrado
- Necesidad de mantenimiento y limpieza del sistema
- Acumulación de sales en zonas áridas y bajas precipitaciones.
- Necesidad de mano de obra especializada.
- Necesidad de un buen diseño.
- Compactación, (INIFAB)

2.11.6 Componentes del sistema

Un equipo de riego presurizado básicamente consiste en:

- La fuente de abastecimiento de agua
- Cabezal principal
- Tuberías de conducción principales
- Tuberías terciarias
- Cabezales de campo
- Laterales de riego con emisores

a) Fuentes de abastecimiento de agua

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

En las zona con derecho de riego: el turno se almacena en reservorios, cuyas dimensiones dependen de la superficie a regar; su función es la de abastecer de agua en forma permanente al sistema.

Existen varios tipos de reservorios, los más comunes son aquellos cubiertos con una membrana impermeable. Se utiliza membrana de polietileno resistente a los rayos ultravioleta con un espesor entre 500 micrómetros y 3 mm. El reservorio más económico es una excavación sin impermeabilización.

b) Cabezal de riego

Es el conjunto de elementos que dominan toda la instalación y sirve para proveer presión y caudal al sistema, filtrar el agua, inyectar fertilizantes medir volúmenes. Los componentes principales son:

- El equipo de bombeo: que provee el caudal y la presión suficiente para el funcionamiento del equipo.
- Sistema de filtrado: compuesto por uno o varios filtros de acuerdo al caudal e impurezas y válvulas de retrolavado.
- Unidad de fertilización.
- Aparatos de control y medición.
- Válvulas de aire, reguladores de presión, de alivio, etc.

c) Equipo de bombeo

Está constituido por una o más bombas cuyo tamaño y potencia depende de la superficie a regar. El dimensionamiento de la bomba debe ser tal que la presión requerida sea suficiente para vencer las diferencias de cota y las pérdidas de carga de todo el sistema. Las más utilizadas son de acción centrifuga abastecidas por energía eléctrica y en menor grado las accionadas con motores a explosión, (LIOTTA. Mario A., 2000)

d) Sistema de filtrado

Es una parte clave del sistema y uno de los problemas más graves que suele presentarse en las instalaciones de riego por goteo, por el menor diámetro de los orificios de salida. Las obstrucciones se pueden producir por:

- Partículas minerales en suspensión (arcilla, limo y arena).
- Materia orgánica

- Precipitados (carbonatos).

Para evitar la entrada de estos elementos al sistema se deben tomar precauciones como:

- Rejillas o decantadores: se usan en las acequias a la entrada del agua al reservorio para retener grandes elementos tales como ramas y hojas.
- Prefiltrado en la succión: en la zona de succión debe protegerse en la válvula de retención antes de ingresar al cabezal y puede lograrse con un canasto construido con malla fina que impide el ingreso de partículas, algas, piedras que puedan ser succionado y deteriorar la turbina de la bomba.

Clasificación de filtros:

- Hidrociclones: se utiliza para separar gravillas y arenas, tiene forma de un cono invertido donde el agua ingresa por un costado en forma inclinada y sale por la tapa superior.
- Filtros de grava: son tanques metálicos o de plástico reforzado que contiene arena o grava tamizadas de un determinado tamaño, el agua se filtra al pasar por el estrato de arena/grava.
- Filtros de malla y anillas: el filtro de malla es una carcasa que aloja en su interior un cartucho con malla de diferentes diámetros u orificios; los filtros de anillas solo el conjunto filtrante está constituido por una serie de discos o anillas con ranuras en ambas caras que forman los conductos de paso del agua, (LIOTTA, 2000)

e) Unidad de fertilización

Se emplea para inyectar al sistema fertilizantes, ácido clorhídrico, fosfórico, etc.

Consiste en dos partes:

El depósito de almacenamiento:

Son tanques resistentes a la corrosión, de polietileno, fibra de vidrio o fibrocemento. El tamaño depende de las necesidades del sistema. Por lo general son de 200 a 1000 litros.

La inyección o fertilización:

Es realizada por distintos dispositivos para inyectar las soluciones al sistema. Los más usados son:

- Tanque de fertilización: Estos tanques van conectados a la tubería con una entrada que se extiende hasta el fondo para mezclar el fertilizante y una salida superior por donde sale la solución fertilizante preparada y que se inyecta a la tubería.
- Venturi: Es una pieza en forma de T con un estrechamiento que acelera la velocidad del agua provocando una depresión que succiona la solución fertilizante, inyectándola a la tubería
- Bombas de inyección: se conecta al tubo de succión (Antes del ingreso a la bomba), otro tubo proveniente de un tanque fertilizador. Con una válvula esférica común se regula la velocidad de inyección de la solución

f) Aparatos de control y medición

- Manómetros: es un componente que permite determinar la presión en los puntos que se desee, tanto en el cabezal como en el campo.

- Contadores: Cumplen la función de medir el caudal instantáneo y totalizado y se instala en el cabezal a la salida de los filtros. El más conocido es el contador Woltman
- Controlador de riego. Automatización: principalmente en instalaciones grandes presenta ventajas son: mejor control de la frecuencia y láminas de riego, programación del retro lavado y fertirrigación, control de fallas y averías, almacenamiento de datos de riego, ahorro de tareas manuales.

g) Tuberías de conducción

Las tuberías más empleadas son de cloruro de polivinilo (PVC) y de polietileno. El PVC usa en diámetros superiores a 50 mm para las líneas de distribución primaria, secundaria y terciaria. Los diámetros más comunes son de 40, 50, 63, 75, 90, 110 y 160 mm. Las tuberías se clasifican por clase en relación a la presión que son capaces de soportar Por ejemplo 2, 2,5, 4, 6, 8, 10, etc. que es la presión nominal expresada en kg/cm², (LIOTTA, 2000)

h) Laterales de riego

Son las tuberías que se ubican dentro del cultivo a lo largo de la hilera de plantas y a una cierta distancia en el caso de doble línea. Normalmente son de 16 y 20 mm en función del caudal a distribuir y la longitud de riego. Los laterales de riego se conectan a las tuberías terciarias a través de conectores iniciales que son dispositivos muy prácticos

i) Cabezales de campo

Son las válvulas que se instalan en el campo para suministrar el agua a las diferentes unidades de riego. Pueden ser simples (tipo esféricas) para operación manual o hidráulicas. Se diferencian dos tipos: Normalmente abiertas que cierran al recibir la señal hidráulica o normalmente cerradas que abren al recibir la señal hidráulica

Las tuberías terciarias llevan al final un elemento terminal que se denomina “purgador” cuya función es purgar y limpiar el tramo correspondiente.

j) Accesorios

Es el conjunto de piezas que se utilizan para pegar y ensamblar las tuberías y construir los cabezales de campo. Se utilizan accesorios de PVC, tales como té, codos curvas, coplees, mangos de reducción.

k) Emisores

Son las válvulas que se instalan en el campo para suministrar el agua a las diferentes unidades de riego. Pueden ser simples (tipo esféricas) para operación manual o hidráulicas. Se diferencian dos tipos: Normalmente abiertas que cierran al recibir la señal hidráulica o normalmente cerradas que abren al recibir la señal hidráulica

Las tuberías terciarias llevan al final un elemento terminal que se denomina “purgador” cuya función es purgar y limpiar el tramo correspondiente. Son los dispositivos instalados en el lateral que controlan la salida del riego (LIOTTA, 2000).

Los emisores se clasifican de la siguiente forma:

- **Goteros:** Su principal función es para disipar la presión. Los más utilizados operan con caudales entre 1 y 4 litros/hora. Los principales goteros que se usan en la actualidad son: de laberinto y tipo Vortex

- **Cintas:** poseen emisores, normalmente espaciados entre 0,20 a 0,60 m. Su uso es más frecuente en cultivos de temporada (hortalizas) y trabajan con presiones inferiores a 10 m (1 kg/cm²). La pared de la cinta puede ser muy delgada (0,1-0,2 mm) por esta razón tienen bajo costo.

- **Difusores (microaspersores y microjets):**

Proyectan el agua en forma de lluvia fina y desde unos 30 cm de la superficie del suelo a través del aire a una distancia de 1 a 2,5 m, mojando una superficie de 2 a 5 m de diámetro. Los caudales se encuentran en el orden de 25 a 120 l/h. Los difusores pueden mojar por sectores de círculo: 280°, 270°, 180°, 90°, 40°, etc. Existen fundamentalmente dos tipos:

- Microaspersores: Poseen una bailarina giratoria donde el chorro va rotando.
- Microjets. Emiten el agua en forma de rayos (jets) sin rotar. Es estático (no poseen partes móviles).

Los emisores se clasifican según los mecanismos de regulación de presión en:

- Autocompensados: tienen la particularidad de mantener el mismo caudal aunque varíe la presión.

- No autocompensados: no tiene mecanismo de regulación de caudal y varía en función de la presión, (LIOTTA, 2000)

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica

La comarca lagunera se localiza en las coordenadas geográficas de 103° 25' 55" de altitud oeste al meridiano de Greenwich y 24° 22' 00" de latitud norte con una altura de 1120 msnm. (CNA, 2002).

3.2 Localización del sitio Experimental

El presente trabajo se realizó en el periodo primavera-verano, entre los meses de mayo-julio de 2011 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna (UAAAN-UL) ubicada entre el Periférico "Raúl López Sánchez" y carretera Santa Fe km 4, Esta se encuentra ubicada entre los paralelos 24°05' y 26°45' de latitud norte, Torreón Coahuila, México.

3.3 Clima

El clima de la Comarca Lagunera es tipo desértico con escasa humedad atmosférica, precipitación pluvial promedio entre 200 y 300 mm anuales, en la mayor parte de la región y de 400 a 500 mm en la zona montañosa oeste, con una evaporación anual promedio de 2,600 mm. Una temperatura promedio anual de 20 °C y en promedio fluctúa entre los 28 y 40 °C. En este último aspecto, el área de la llanura y gran parte de la zona montañosa, presenta dos periodos bien definidos: el primero comprende siete meses, desde abril hasta octubre, en los que la temperatura media mensual excede los 20 °C; el segundo abarca de noviembre a marzo en que la temperatura media mensual varía entre los 13.6 °C y los 19.4 °C. Los meses más fríos son diciembre y enero con un promedio de

temperatura más baja de 5.8 °C aproximadamente (CNA, 2002).

3.4 Genotipo utilizado

La variedad de chile chilaca utilizado fue el Anaheim.

3.5 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue bloque al azar con tres tratamientos y tres repeticiones, la superficie utilizada para el experimento fue de 268.65 m².

3.6 Prácticas culturales.

Se inicio con la preparación del terreno que consistió en un barbecho, rastreo y bordeo para después hacer el levantamiento de camas a una distancia de 59.7 m de largo, 1.5 de ancho y separación en cama de 1 m, posteriormente la instalación del sistema de riego por goteo a doble cintilla con una separación de 40 cm.

3.7 Trasplante

El trasplante fue directo y se realizó el día 06 de mayo de 2011, en el campo experimental de la UAAAN-UL utilizando tres camas, el riego se inicio un día antes, las plántulas tenían de cinco a seis hojas verdaderas, con la ayuda de unas piezas de madera (estacas) previamente marcadas a una distancia de 30 cm entre planta y planta, se colocó una planta en cada uno de los agujeros a doble hilera, procurando que el agujero coincidiera con el tamaño del cepellón de la plántula, una vez colocada la plántula se da un ligero apretón al suelo húmedo alrededor del cepellón.

Figura 1. Características de las camas UAAAN-UL.



3.8 Manejo del cultivo

El control de maleza por lo regular se realizo después de la aplicación de riego cada 9 a 11 días o cuando el cultivo lo necesitaba.

El aporque se inicio el día 09 de mayo de 2011, se realizo manualmente utilizando las herramientas como: azadón, pala, machete, se prosiguió con el aporque cada vez que la planta lo requería.

3.9 Riego

Se utilizo un sistema de riego por goteo tipo cintilla marca eurodrip - 16 mm, calibre 6000, regando cada 3 días, en la cantidad de agua a aplicar era dependiendo de las condiciones climáticas de evaporación y evapotranspiración diaria, teniendo una distancia entre emisores de 0.20 m de separación, teniendo un gasto de 0.73 lph por gotero. La determinación de riego fue en base a cada tratamiento que fue (60, 80 y 100%) de la ETp del tanque evaporímetro tipo "A".

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

- Se midió la evaporación del tanque (Ev_T) de tres días anteriores
- Se realiza la suma de estos, se multiplica por el factor tanque ($K_T= 0.75$).

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

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

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

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

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

- Teniendo el área del terreno a regar, se calcula el volumen de agua a utilizar, multiplicar área del terreno por lámina de riego en (m) de cada tratamiento.

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

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

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

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

$$\text{Tr}_{1,2 \text{ y } 3} = \frac{\text{Vol}(1,2,3)}{Q_{\text{cama}}} = \text{hr, min}$$

3.10 Fertilización

La fertilización se realizó en cada etapa fenológica del cultivo. La cual se realizo manualmente a un lado de la planta haciendo una zanja con una profundidad de 5 cm y después de la aplicación se cubría con tierra para evitar la evaporación de dicho fertilizante. Los fertilizantes utilizados fueron Fosfonitrato (33-03-00), MAP (11-52-00) y Nitrato de Potasio (13-00-45).

La primera fertilización se aplicó el día 12 de mayo de 2011 a un 33% que comprende plantación y desarrollo. La segunda se aplicó el día 11 de junio de 2011 a un 66% en la etapa de floración y cuajado y la última fertilización se realizó el día 29 de junio de 2011 al 100% comprendiendo la maduración y cosecha de chile chilaca.

En el cuadro 6 se presentan los fertilizantes utilizados, así como las cantidades aplicadas según fase de desarrollo.

Cuadro 6. Fertilizantes utilizados y cantidades para cada etapa fenológica de la planta de chile chilaca.

FERTILIZANTE	12-may-11			11-jun-11			29-jun-11		
	Plantación-Desarrollo 33%			Floración-Cuajado 66%			Maduración-Cosecha 100%		
	KG/PARC. UTIL	KG/M ²	KG/HA	KG/PARC. UTIL	KG/M ²	KG/HA	KG/PARC. UTIL	KG/M ²	KG/HA
P₂NO₃ (33-03-00)	5.485	0.023	231.728	10.97	0.046	463.456	16.455	0.070	695.184
MAP (11-52-00)	3.599	0.015	152.049	7.198	0.030	304.098	10.797	0.046	456.147
KNO₃ (13-00-45)	1.042	0.004	44.022	2.084	0.009	88.044	3.126	0.013	132.066

3.11 Plagas y enfermedades

En la aplicación de productos para el control de plagas y enfermedades que se realiza al cultivo fue considerado la etapa de desarrollo y grado de infestación, realizando manualmente con una bomba mecánica. Para detectar las plagas y enfermedades, se hicieron revisiones visuales en el cultivo.

Las plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo fueron: la mosquita blanca y pulgón fueron controlada mediante la aplicación de Metan (insecticida), Triple 20 a razón de 41.5 ml y Captan 14 g en 20 lts de agua en la primera etapa del cultivo, pero

estas plagas continuaron y se volvió aplicar los mismos productos pero en vez del Captan se aplicó Bayleton 34g en 20lts, a los 16 días después del trasplante (ddt) se volvió aplicar la misma dosis. Después se presento el gusano soldador a los 45 (ddt) se controlo con Metam a razón de 0.5 l/ha, y a mediados de la cosecha (63 ddt) se volvió a combatir contra pulgón cada 6 días, finalizando la ultima aplicación el día 21 de julio de 2011.

Cuadro 7. Producto utilizado para la prevención y/o control de organismos dañinos en chile chilaca de la Comarca Lagunera 2011.

PRODUCTO	ORGANISMO DAÑINO	DOSIS
Captán	Tizón temprano, tizón tardío, antracnosis.	41.5 ml/20 lts
Metam	Mosquita blanca, trips, chicharrita, gusano soldado.	41.5 ml/20 lts
Bayleton	Cenicilla.	34 g/20lts
Insect soap	Minador de la hoja, mosquita blanca, pulgón, Trips.	

3.12 Cosecha

La primera cosecha de chile chilaca variedad Anaheim se realizo 56 días después del trasplante, iniciando el día 01 de julio, con un intervalo de corte de 7 a 10 días entre corte, concluyendo la última cosecha el día 25 de julio de 2011 siendo 80 ddt.

En la cosecha se realizaron 4 cortes de chile chilaca por tratamiento y repetición, midiendo peso por bloque, número de chile por bloque y peso promedio por chile, la forma de corte fue manual y recolectado en contenedores de 20 kilos.

3.13 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron el rendimiento por corte, rendimiento total (ton/ha) y eficiencia en uso de agua (EUA) (kg/m³) de chile chilaca variedad Anaheim.

3.14 Análisis estadístico

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

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Rendimiento por corte

El análisis de varianza encontró diferencia significativa entre tratamiento (Cuadro 8). El tratamiento que presento el mayor rendimiento fue 100% de ETp con 27.788 ton/ha superando a 80 y 60% de ETp que presentaron rendimientos similar de 19.647 y 19.163.

Cuadro 8. Rendimiento por corte (ton/ha) de chile chilaca a campo en primavera-verano 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2012.

%ET	CORTES (Ton/Ha)				REND. CORTE (Ton/Ha)
	1	2	3	4	
100%	16.271	17.357	32.775	44.749	27.788 a
80%	10.856	14.684	18.978	34.069	19.647 b
60%	8.173	14.996	20.225	33.256	19.163 b
D.M.S.					4.9527

En la hilera y columna, medias con la misma letra son estadísticamente iguales (*Tukey* ≤ 0.05).

Los rendimientos obtenidos en el estudio fueron similares a los reportados por Aguilera (2003) en estudio realizado en condiciones de invernadero reporta un rendimiento de 27.1 ton/ha.

4.2 Rendimiento total

El rendimiento total obtenido bajo los diferentes tratamientos se presenta en (Cuadro 9), estadísticamente encontró diferencia significativa. El tratamiento que presento el mayor rendimiento fue 100% de ETp con 37.051 ton/ha, mientras los tratamientos 60% y 80% de ETp presentaron rendimiento similar con 25.550 y 26.196 ton/ha.

Los rendimientos obtenidos en el estudio son bajos comparados a los obtenidos en estudio realizado por INEICA (2012) que reporta un rendimiento de 48.677 ton/ha en 4 cortes.

4.3 Eficiencia en uso de agua (EUA)

La eficiencia en uso de agua (EUA) bajo los diferentes tratamientos evaluados se presenta en el cuadro 9.

El análisis estadístico realizado para este parámetro no encontró diferencia significativa por lo tanto los resultados son iguales.

Cuadro 9. Rendimiento total (ton/ha) y eficiencia en uso de agua EUA (kg/m³) de chile chilaca a campo en primavera-verano 2011 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2012.

%ET	REND. TOTAL	EUA
	Ton/Ha	(kg/m ³)
100%	37.051 a	1.0897 a
80%	26.196 b	0.963 a
60%	25.550 b	1.2527 a
D.M.S.	7.408	0.3339

En la hilera y columna, medias con la misma letra son estadísticamente iguales (*Tukey* ≤ 0.05).

La EUA obtenido en este estudio es inferior a los obtenidos por, (Farrell-Poe y Martin 2008) reporta una EUA de 1.4 y 5.5 kg/m³ en chile chilaca a cielo abierto.

V.- CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que el rendimiento por corte entre tratamientos fue diferente.

El mayor rendimiento se presento en el tratamiento de 100% de ETp.

La eficiencia en uso de agua fue similar en los diferentes tratamientos.

VI.- LITERATURA CITADA

- Aguilera, G., S. 2003. Efecto de la vermicomposta en chile Chilaca (*Capsicum annuum L.*) bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. UAAAN-UL. Torreón Coah. Méx.
- Alpi, A.; Tognoni, C. 1991. Cultivo en invernadero. Tercera edición. Ediciones mundi Prensa. Madrid, España. Pp. 76-81.
- Anaya R., S.; Romero N., J. 1999. Hortalizas. Plagas y enfermedades. Editorial trillas, S. A de C. V. México, D. F. pp. 40-44;128-131; 149-162;
- Ángeles, V. (1999). Fundamentos de hidráulica para diseño y revisión de riego presurizado. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Cano, A., F.M. 1998. El cultivo de chile (*camsicum spp*). Potencial exportable de chiles en fresco, de una zona libre de plagas.
<http://www.monografias.com/trabajos/cultivochiles/cultivochiles.shtml>.
- Casseres, E. 1984. Producción de Hortalizas. 3 ed. 1^a. Reimpresión, IICA, San José Costa Rica.
- Castañón, C., M. 1993. Horticultura. Manejo simplificado. Universidad Autónoma de Chapingo. Edo. De México. pp. 39-41; 288-298.
- Castilla, P., N. 1995. Manejo del cultivo intensivo con suelo. *In*: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp. 1991-225.
- CENTA. 2002. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Sistema de Riego por Goteo.6 p.
- CNA. 2002. Comisión Nacional del Agua. Gerencia regional. Cuencas Centrales del Norte. Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila
- Dangler, J. M. y S.J. Locascio. 1990. External and internal blotchy ripening and fruit elemental content of trickle-irrigated tomatoes as affected by N and K application time. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115: 547 - 549.
- Domínguez, A. 1993. Fertirrigación. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 217 p.
- García, E. 1981. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. 3^a edición. Instituto de Geografía, UNAM, México, D.F. 252 p.
- Elizondo, P., A. 2002. Chile picante Mercanet, (SIM Servicio de Información de Mercados)-CNP (Consejo Nacional de Producción). Septiembre 2002. pp. 1-2. Boletín 2, año 1. http://www.mercanet.cnp.go.cr/SIM/FRUTAS_y_Vegetales/documentospdf/Chilepicante

- FAOSTAT ProdSTAT Crops. 2009. FAO.
<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. (Consulta: 18 de mayo de 2010).
- Fernández, Ma. D. 2000. Necesidades hídricas y programación de riegos en los cultivos hortícolas en invernadero y suelo enarenado de Almería. Tesis de doctorado. España.
- GEZ, 1998. Guía práctica de los principales cultivos del estado. Gobierno del Estado de Zacatecas. 41 p.
<http://www.faxsa.com.mx/semhort1c60ch001.htm>.
- Infoagro, 2003a. El cultivo del pimiento. <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.asp>.
- Infoagro, 2003b. Chile picante. <http://www.faxsa.com.mx/semhort1c60ch001.htm>.
- Institución de Enseñanza e Investigación de Ciencias Agrícolas. 2012. Fertilización orgánica Vs mineral en el rendimiento y contenido de capsaicina en chile manzano (*capsicum pubescens* R. y P.). pp.67.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 1995. Coordinación de tecnología de riego y drenaje, Proyecto RD-95062 “Pronóstico de riego en tiempo real”.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) 1995b. Coordinación de tecnología de riego y Drenaje, Proyecto RD-95062 “Diagnóstico de la salinidad en el Distrito de Riego 076, Valle del Carrizo, Sinaloa”.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAB). 2001. Sistema de riego presurizado y monitoreo de la humedad. P.3
- Instituto Politécnico Nacional IV (IPN). 2009. Estimación de la evapotranspiración de cultivo y requerimientos hídricos del tomate (*Solanum lycopersicum* Mill. c.v El cid) en invernadero.
- Lacasa, P., A. y J. Contreras G. 2001. Las plagas. pp. 387-463. En: F. Nuez (Ed). El cultivo de Tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México
- L. Tijerina; E. Canudas y R. Acosta. 1999. Evaluación y desarrollo experimental de un sistema de riego con cintillas de goteo en pasto Taiwan (*Pennisetum purpureum* Schum). Agrociencia. 33: 123 - 131.
- LIOTTA, Mario A. 2000. Los sistemas de riego por goteo y microaspersión. INTA San Juan. Mayo de 2002. pp. 3-20.
- Macías, V. L. Y Valdez M. C. 1998. Guía Para cultivar chile en Aguascalientes, folleto No. 23.

<http://www.aguascalientes.gob.mx/agro/produce/23.html>

Nuez, F., R., G. Ortega y J. Costa. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 94-105; 117-122; 156-177; 409-414; 438-441.

Pérez, G., M., F. Márquez S. y A. Peña L. 1998. Mejoramiento Genético de Hortalizas. Editorial Mundi-Prensa. México. pp. 113-117.

Pozo, O. 1991. Avances en los estudios de los recursos filogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética, AC. Chapingo, Mex. P.219, 226-228.

Ramírez, J. 2002. El Chile.

http://www.conabio.gob.mx/institucion/conabio_espanol/doctos/chile.html.

Rodríguez R., R., J. Tabares R y J. Medina S. 1997. Cultivo Moderno del tomate. Segunda Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 65-85.

Romero H., A. 1999. El chile. <http://campus.fortunecity.com/auburn/868/elchile/>.

Rosegrant, M., S. Msangi, T. Sulser y C. Ringler. 2007. Escenarios de Futuro para la Agricultura: Posibles Situaciones Futuras hasta 2030 y las Principales Tendencias en el Crecimiento Agrícola. Documento de antecedentes elaborado para el informe sobre sobre el desarrollo mundial 2008.

Ruiz, R., J. D. 2002. Poda en hortalizas. Apuntes de producción de hortalizas II. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Unidad Laguna. Torreón, Coahuila. México.

SAGARPA. 2002. Anuario estadístico. Sistema de información de estadísticas agropecuarias. <http://www.sagarpa.mx>.

Sakata, 2003. Paquete tecnológico del chile verde "Caballero".

<http://www.sakata.com.mx./paginas/ptchile.htm>

Sánchez, C., M. 2001. Manejo De enfermedades del tomate. *In*: Curso del INCAPA "Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa". Guadalajara, Jalisco, México. pp 22-39.

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

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2010. www.siap.gob.mx. Consultada en octubre de 2010.

Valadez, López A. 1997. Producción de hortalizas. Editorial Limusa. Noriega Editores.

México D.F.

Wattsagro, 1999. El cultivo de chile poblano (*Capsicum annuum* L). Consulta de la página de Internet: <http://www.wattsagro.com>.

APENDICE

Cuadro 1A. Análisis de rendimiento por corte (ton/ha), bajo los diferentes tratamientos evaluados.

FV	GL	SC	CM	F	P> F
TRATAMIENTOS	2	187.884933	93.942467	11.470	0.0089
BLOQUES	3	1153.069500	384.356500	46.910	0.0001
ERROR	6	49.162416	8.193736		
TOTAL	11	1390.116849			

C.V = 12.89 %

DMS = 4.9527

Cuadro 2A. Análisis de eficiencia en uso de agua EUA (kg/m³), bajo los diferentes tratamientos evaluados.

FV	GL	SC	CM	F	P> F
TRATAMIENTOS	2	0.126520	0.063260	2.92	0.1655
BLOQUES	2	0.014212	0.007106	0.33	0.7384
ERROR	4	0.086792	0.021698		
TOTAL	8	0.227524			

C.V = 13.37 %

NS = No Significativo

DMS = 0.3339

Cuadro 3A Análisis de rendimiento total (ton/ha), bajo los diferentes tratamientos evaluados.

FV	GL	SC	CM	F	P> F
TRATAMIENTOS	2	250.528148	125.2640741	11.73	0.0212
BLOQUES	2	4.6756202	2.3378101	0.22	0.8124
ERROR	4	42.714074	10.6785186		
TOTAL	2	297.917843			

C.V = 11.04028 %

DMS = 7.408