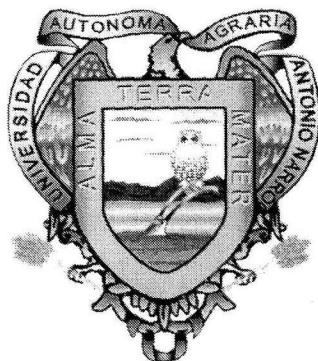


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FRUTO DE NUEVE
GENOTIPOS DE CHILE (*Capsicum annuum* L.) BAJO
CONDICIONES DE INVERNADERO.**

POR:

MARIANO SEVILLA ENRÍQUEZ

T E S I S

**Presentada como requisito parcial
para obtener el título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS

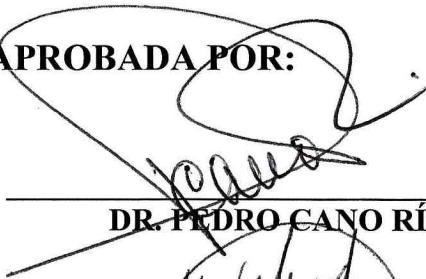
**RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FRUTO DE NUEVE
GENOTIPOS DE CHILE (*Capsicum annuum* L.) BAJO CONDICIONES
DE INVERNADERO**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

**ELABORADO POR:
MARIANO SEVILLA ENRÍQUEZ**

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL



DR. PEDRO CANO RÍOS

ASESOR



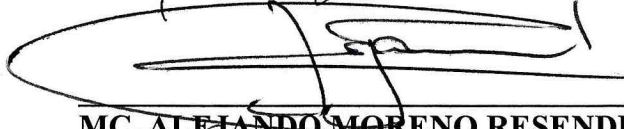
ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR



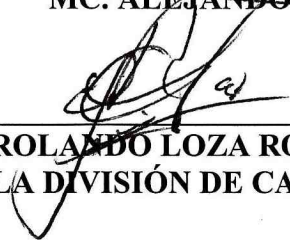
MC. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

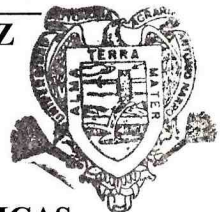
ASESOR



MC. ALEJANDRO MORENO RESENDEZ

**ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**





**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS
UAAAN UL**

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

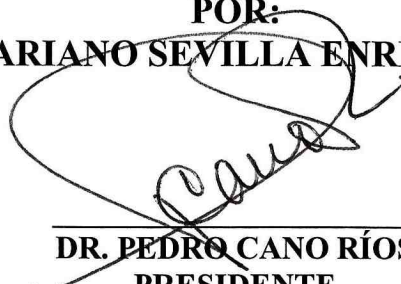
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

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


INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

POR:

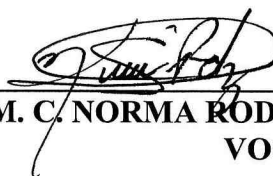
MARIANO SEVILLA ENRÍQUEZ



**DR. PEDRO CANO RÍOS
PRESIDENTE**



**ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
VOCAL**



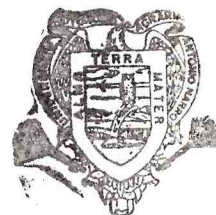
**M. C. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS
VOCAL**



**VOCAL SUPLENTE
M. C. ALEJANDRO MORENO RESENDEZ**



**ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**COORDINACION DE LA DIVISION
DE CARRERAS AGRONOMICAS
LAGUNA UL**

DEDICATORIA

A mi madre, Julia Enríquez Antonio, por guiarme y apoyarme en todos los momentos de mi vida, sé que cuento contigo ayer, hoy y siempre.

A mi padre, Francisco Sevilla Sánchez, por apoyarme a salir adelante siempre te recordaré como el gran padre que fuiste. Gracias.

A todos mis Hermanos, en especial a mi hermana Maura Sevilla Enríquez y Domingo Sevilla Enríquez que siempre me brindaron su apoyo incondicional, para seguir adelante y terminar la carrera.

A mi cuñado Pánfilo Sevilla Cardozo, por su apoyo incondicional durante mi carrera.

A toda mi familia, y la gente de mi pueblo que me vio nacer los quiero mucho.
Gracias.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme estar en este lugar y momento del mundo donde. Y conocer gente interesantes e importantes en mi vida.

A MI ALMA MATER, por brindarme la oportunidad para realizarme como profesionista y por haber proporcionado el invernadero y apoyo en este experimento.

Al la Fundación PRODUCE Coahuila, Fundación PRODUCE Durango y al Patronato para la Investigación y Fomento de Sanidad Vegetal de la Comarca Lagunera, por haber proporcionado el financiamiento para la realización de la presente investigación.

Al Ph. Dr. Pedro Cano Ríos, gracias por brindarme la oportunidad de realizar esta investigación y su apoyo total durante la misma.

A la M. C. Norma Rodríguez Dimas, por su enseñanza y colaboración para realizar esta investigación.

Al Ing. Víctor Martínez Cueto por su apoyo y colaboración el trabajo de campo y en la elaboración de la tesis.

Al M. C. Alejandro Moreno Resendez por apoyarme de manera incondicional en la revisión de este trabajo de tesis .

Al Ph. Dr. Urbano Nava Camberos, por su apoyo y soporte incondicional para realizar el trabajo de tesis.

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del estado de Coahuila (COECYT); por haberme proporcionado el financiamiento económico para poder realizar y concluir con el trabajo de investigación.

A mis profesores del Departamento de Horticultura que transmitieron sus conocimientos en esta etapa de mi carrera profesional.

A mis compañeros y amigos del grupo y generación, por sus amistades y compañerismo durante la estancia en esta universidad y todos mis compañeros de generación.

En especial a mi novia María del Refugio Ramírez Caldera por su apoyo y los momentos bonitos que siempre me brindó.

A mis amigos: Víctor Hugo Gonzáles Verdeja, Buonfilio Acosta Bautista, José Fabián Murcia, Mayra Nevarez, Antonio Anaya, Daniel Andrade Webe, Juan Carlos Castillo, Jorge Rivera Maya, por sus consejos y amistades incondicional.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Justificación.....	2
1.2	Objetivo	3
1.3	Hipótesis.....	3
1.4	Metas	3
2	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1	Generalidades del chile	4
2.1.1	Origen	4
2.2	Clasificación taxonómica del chile	5
2.3	Características morfológicas del chile.....	6
2.3.1	Morfología	6
2.3.2	Raíz.....	6
2.3.3	Tallo	7
2.3.4	Hoja.....	7
2.3.5	Flor.....	7
2.3.6	Fruto.....	8
2.3.7	Composición química	9
2.4	Generalidades del invernadero.....	9
2.4.1	Ventajas de la producción en invernaderos	10
2.4.2	Desventajas de la producción en invernaderos	10
2.5	Exigencias del clima para el cultivo de chile	11
2.5.1	Generalidades	11
2.5.2	Temperatura.....	11

2.5.3	Humedad relativa (H. R.).....	13
2.5.4	Luminosidad en el invernadero.....	14
2.5.5	Radiación en invernadero.....	15
2.5.6	Dióxido de carbono (CO ₂).....	16
2.6	Elección del material vegetal	16
2.7	Labores culturales para el cultivo de chile bajo condiciones de invernadero.	18
2.7.1	Producción de plántulas	18
2.7.2	Transplante	19
2.7.3	Poda de formación	20
2.7.4	Tutorado.....	20
2.7.5	Aporcado.....	21
2.7.6	Deshojado	21
2.7.7	Densidad de siembra.....	21
2.7.8	Polinización	22
2.7.8.1	Cuajado del fruto.....	23
2.7.9	Fertirrigación	23
2.8	Clasificación de los sistemas de cultivos sin suelo	26
2.9	Sistema de producción del cultivo en hidroponía	27
2.10	Generalidades del sustrato.....	27
2.10.1	Características que debe reunir un sustrato para los sistemas de producción hidropónica.....	28
2.10.2	Arena.....	30
2.11	Plagas y enfermedades del cultivo de chile	30
2.11.1	Plagas	30
2.11.1.1	Minador de la hoja Liriomyza sp.....	30

2.11.1.2	Mosquita blanca (Homoptera: Aleyroididae)	31
2.11.1.3	Gusanos soldado <i>Spodoptera exigua</i> (Hubner).....	33
2.11.1.4	Ácaros.....	34
2.11.2	Enfermedades	36
2.11.2.1	Damping Off o secadera de plántulas.....	36
2.11.2.2	Tizón tardío <i>Phytophthora infestans</i> (Mont) De Bary	37
2.11.2.3	Tizón temprano <i>Alternaria Solani</i> (Ell. y Martín) Jones y Grout.....	38
2.11.2.4	Marchites o secadera tardía (<i>Phytophthora capsici</i>).....	39
2.12	Cosecha	40
2.13	Antecedentes de producción de Chile en condiciones de invernadero	41
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	44
3.1	Localización del sitio Experimental	44
3.2	Clima	44
3.3	Características del invernadero	44
3.4	Genotipos evaluados.....	45
3.5	Diseño experimental.....	45
3.6	Medios de crecimiento.....	46
3.7	Manejo del cultivo.....	47
3.8	Riego y fertilización	48
3.9	Plagas y enfermedades	49
3.10	Cosecha	50
3.11	Variables evaluadas	50
3.12	Análisis estadístico	51
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
4.1	Altura de plantas.....	52

4.2	Nudos de planta	52
4.3	Inicio de floración.....	53
4.4	Calidad de frutos	53
4.4.1	Peso Promedio de frutos	53
4.4.2	Diámetro ecuatorial	54
4.4.3	Diámetro polar.....	55
4.4.4	Numero de lóculos.....	55
4.4.5	Pungencia	56
4.5	Rendimiento del fruto.....	57
5	CONCLUSIONES	59
6	RESUMEN	61
7	LITERATURA CITADA.....	63
8	APÉNDICE.....	66

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1	Producción mundial de chiles frescos en los países productores. UAAANUL-CELALA, 2003.....	4
Cuadro 2.2	Composición química del Chile. UAANUL-CELALA, 2002.....	9
Cuadro 2.3	Temperaturas críticas para el cultivo del Chile en las distintas fases de su desarrollo. UAAANUL-CELALA, 2003.	13
Cuadro 2.4	Nutrientes para el cultivo de chile bajo condiciones de invernadero. UAAANUL-CELALA, 2003.....	25
Cuadro 2.5	Concentración de elementos nutritivos en el agua de riego en ppm al gotero. UAAANUL-CELALA, 2003.....	26
Cuadro 2.6	Productos para el control de mosquita blanca y sus dosis. UAAANUL-CELALA, 2003.	33
Cuadro 2.7	Rendimiento y número de frutos de chile morrón en altas densidades bajo condiciones de invernadero UAAANUL- CELALA 2002.	41
Cuadro 3.1	Genotipos de chile evaluados bajo condiciones de invernadero en el ciclo de primavera-verano del 2002 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2003.	46
Cuadro 3.2	Fertilizantes y cantidades para la solución nutritiva concentrada en 18 litros de agua para cada fase de desarrollo de la planta. UAAAN-UL, 2003.....	48
Cuadro 3.3	Escala arbitraria para medir la pungencia de los genotipos de Chile evaluados. UAAAN-UL, 2003.....	51
Cuadro 4.1	Variables del desarrollo vegetativo de 6 genotipos de chile evaluados bajo condiciones de invernadero en primavera-verano en 2002 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2003.	53
Cuadro 4.2	Variable peso promedio del fruto de nueve genotipos de chile evaluados bajo condiciones de invernadero en primavera-verano de 2002 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2003.....	54
Cuadro 4.3	Variables diámetro ecuatorial y polar de nueve genotipos de chile evaluados bajo condiciones de invernadero en primavera-verano de 2002 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2003.	55
Cuadro 4.4	Variables número de lóculos y pungencia de nueve genotipos de chile evaluados bajo condiciones de invernadero en primavera-verano en 2002 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2003.	56

Cuadro 4.5	Variable rendimiento en ton/ha de nueve genotipos de chile evaluados bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2003.	58
-------------------	--	----

ÍNDICE DE APÉNDICE

Cuadro 1A.	Cuadrados medios y significancia de las alturas, nudos e inicio de floración tomadas en los genotipos de chile evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2003.....	67
Cuadro 2A	Cuadrados medios y significancia para peso del fruto, diámetro ecuatorial, diámetro polar, número de lóculos y pungencia de los genotipos de chile evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2003.	67
Cuadro 3A	Cuadrados medios y significancia para rendimiento de los genotipos de chile evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2003.	67
Cuadro 4A	Gráfica de Temperaturas registrada en el invernadero en primavera-verano 2002. UAAAN-UL, 2003.	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro utilizado en el presente estudio. UAAAN-UL, 2003.....	45
Figura 2.	Características de las macetas, con sustrato de arena. UAAAN-UL, 2003	47
Figura 3 y 4.	Manejo de poolinización y tutoreo de plantas. UAAAN-UL, 2003	48
Figura 5.	Fertilización en el sistema de riego con venturi. UAAAN-UL, 2003	49

1 INTRODUCCIÓN

En México, el chile (*Capsicum annum* L.) junto con el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) son las hortalizas, que más se emplea en la alimentación del pueblo mexicano. Nuestro país cuenta con la mayor diversidad genética de *Capsicum*, pero curiosamente no es el productor más importante debida a los bajos rendimientos que genera.

El cultivo de chile en México, se encuentra dentro de los principales cultivos hortofrutícolas, ocupando el 2º lugar después de China en cuanto a la superficie nacional con 157,400 has, de las cuales se obtienen una producción de alrededor de 1,670,000 ton con rendimiento promedio de 11.3 ton/ha (Elizondo, 2002).

La producción de chile en México se encuentra bastante diseminada y las zonas productoras se distinguen de acuerdo al tipo de chile que producen, así por ejemplo, los chiles de tipos anchos, mulatos y pasillas se siembran en el bajío, Aguascalientes, Zacatecas y Jalisco; el tipo serrano en Nayarit, Veracruz, San Luis Potosí, Coahuila y Nuevo León; los chiles de exportación y picantes se producen en Sonora y Baja California; el de tipo mirasol en Aguascalientes, Durango, San Luis Potosí, y Zacatecas, mientras que el chile tipo jalapeño se cultiva en los estados de Veracruz, Oaxaca y Chihuahua (Ramírez, 2002).

A nivel mundial existen alrededor de 140 variedades botánicas diferentes de chiles, de los cuales 15 se cultivan y comercializan en México. Produciéndose anualmente más de 500 mil toneladas de chiles frescos y alrededor de 60 mil toneladas de chiles seco. (Mexassit, 1995; Elizondo, 2002).

Este cultivo ha sido de gran importancia económica y social en la Región Lagunera durante los últimos años, las principales variedades e híbridos que se siembran son: chile

ancho, de los tipos jalapeños: Early (variedad), Jalapa verdeño (híbrido), jalapeño M (variedad), Mitla (híbrido) y del tipo serrano la variedad Tampiqueño 74 (Sagarpa, 2002).

La problemática que se tiene, con el constante aumento de la población demanda consigo la diversidad de productos alimenticios, el incremento en el volumen y de mejor calidad; para ello, es necesario crear y adecuar nuevas alternativas en la producción agrícola.

Las áreas a mejorar en el campo agrícola para cubrir las demandas de la población actual, serían: la mecanización en las labores culturales, la fertirrigación y la producción en condiciones controladas (invernaderos), teniendo en consideración en todos los aspectos la inocuidad alimentaria (Garza, 1997).

En la actualidad únicamente al chile morrón se explota bajo condiciones de invernadero, sin embargo, es probable que existan otros tipos de Chile susceptibles de ser cultivados bajo estas condiciones con fertirriego.

1.1 Justificación

El rendimiento por hectárea de chile bajo condiciones de campo durante el ciclo 2002 fue de 11.34 ton/ha. sin embargo existen prácticas y técnicas agrícolas cuyo propósito es obtener mayores rendimientos y mejor calidad de producción. Tal es caso del manejo de fertirriego y cultivo bajo condiciones de invernadero. Por tal motivo, en el presente trabajo se utiliza la fertirrigación para producir, es una técnica compleja y eficiente. La utilización del fertirriego en condiciones de invernadero presupone conocer el o los genotipos de chile apropiados para ser explotados bajo estas condiciones, por lo que al estudiar la diversidad de chiles bajo condiciones de invernadero es importante considerar las características de calidad que hacen atractivo el producto en el mercado.

1.2 Objetivo

Evaluar nueve diferentes genotipos de chile para rendimiento y calidad de fruto bajo condiciones de invernadero con fertirriego en sustratos de arena.

1.3 Hipótesis

Existe diferencia en el rendimiento y calidad de fruto entre los genotipos chile en estudio bajo condiciones de invernadero con fertirrigación.

1.4 Metas

En un periodo de un año conocer de manera preliminar los genotipos de chile más productivos bajo condiciones de invernadero.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del chile

El chile (*Capsicum annum* 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 2.1) (Elizondo, 2002).

Cuadro 2.1 Producción mundial de chiles frescos en los países productores. UAAANUL-CELALA, 2003.

Principales países productores. Toneladas métricas, 2001				
País	Superficie cultivada (miles ha)	Rendim. (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 *chill* y 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 chiles, (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

De acuerdo a Pérez et al. (1998) la taxonomía aceptada generalmente es la siguiente:

División: Angiospermae

Clase: Dicotyledneae

Subclase: Metachmydeae

Orden: Tubiflorae

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum*

Especie: *annuum*

Nombre científico: *Capsicum annum*

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 chiles, ya sean cultivados o silvestres (Ramírez, 2002).

Entre los chiles más populares destacan el guajillo o mirasol, el piquín, el de árbol, el serrano, el jalapeño, el poblano, y el 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 presenta 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 mas 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 forman 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, placineas ovales 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, en forma cónica. Tienen de 2 a 10 cm de longitud, con cuerpo cilíndrico y epidermis lisa; presenta de dos a tres lóculos. 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).

La variación morfológica de la planta no está relacionada con el tipo del fruto que produce. En general, los frutos se clasifican por su forma y tamaño en tres categorías que se describen a continuación (Romero, 1999):

Balín.- Son frutos de 2 a 4 cm de longitud, de forma cónica o alargada, muy firmes y de poca aceptación en el mercado en fresco. Sin embargo, la industria enlatadora tiene preferencia por este subtipo.

Típico.- Los frutos son alargados, de 4 a 8 cm de largo, rectos, lisos, de ápice agudo o redondeado. Actualmente es el subtipo de mayor aceptación en el mercado nacional para consumo en fresco.

Largo.- Frutos con longitud mayor de 8 cm son puntiagudos y encorvados. Este subtipo tiene poca aceptación en el mercado fresco o industrial.

2.3.7 Composición química

En el Cuadro 2.2 se puede apreciar la composición química del fruto de Chile, el principal componente es agua con 93% seguido por los carbohidratos con 5.3%.

Cuadro 2.2 Composición química del Chile. UAANUL-CELALA, 2002.

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 Generalidades del invernadero

Rodríguez y Jiménez (2002) han definido a un invernadero como una construcción cubierta artificialmente, con materiales transparentes, con el objeto de proveer un medio ambiente favorable para el desarrollo de los cultivos en cualquier época del año. Un cultivo forzado o protegido se define como aquél que durante todo el ciclo productivo o en una parte del mismo crece en un microclima acondicionado por un invernadero. A pesar de que se hace hincapié en la modificación del ambiente climático, el cultivo forzado también incluye las técnicas de manejo, fertirrigación, densidad y época de siembra, sanidad vegetal, etc. Las cuales son prácticas que inciden notoriamente en los objetivos que se persiguen en un

cultivo protegido tales como: incremento de la producción, precocidad y mayor calidad de la cosecha. Además de lo anterior el cultivo se orienta a la producción de plantas de diferente origen climático del ambiente natural donde se desea cultivarlas.

2.4.1 Ventajas de la producción en invernaderos

Sánchez y Favela (2000) destacan las ventajas de establecer un cultivo bajo condiciones de invernadero, entre las cuales se pueden citar las siguientes:

- Programación de las cosechas de acuerdo a la demanda y precio del producto.
- Precocidad en el ciclo del cultivo, lo que hace posible el logro de hasta tres cosechas por año.
- Mayor calidad de flores, frutos, y hortalizas y aumento en el rendimiento hasta en un 300%, respecto a los cultivos desarrollados a la intemperie.
- Mejor control de plagas y enfermedades.
- Ahorro de agua (riego por goteo, microaspersión y subirrigación), que puede llegar a recuperar hasta 60-80% del agua aplicada que se evapotranspira.
- Balance adecuado de agua, aire y elementos nutritivos.
- No depende de fenómenos meteorológicos.

2.4.2 Desventajas de la producción en invernaderos

Igualmente Sánchez y Favela (2000) resaltan las desventajas para producir bajo condiciones de invernadero:

- Requiere una alta especialización para su manejo

- Representa una elevada inversión inicial
- Puede favorecer el desarrollo de plagas y enfermedades
- La automatización del invernadero es necesaria para el control del ambiente.

2.5 Exigencias del clima para el cultivo de chile

2.5.1 Generalidades

Los límites productivos de los cultivos están determinados por la potencialidad genotípica de cada especie vegetal y por 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.

2.5.2 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 las semillas
- 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 temperaturas superiores 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).

Las bajas temperaturas 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. Las bajas temperaturas también inducen 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 2.3 se aprecian las temperaturas óptimas según las fases de desarrollo del cultivo (Infoagro, 2003b).

Cuadro 2.3 Temperaturas críticas para el cultivo del Chile en las distintas fases de su desarrollo. UAAANUL-CELALA, 2003.

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

2.5.3 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 altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados (infoagro, 2003a)

Castaños (1993) señala que la protección de los cultivos bajo invernaderos y túneles reduce la pérdida de humedad, atenuando los efectos de algunos factores ambientales, tales como:

El viento. La pérdida de agua causada por este factor cesa casi totalmente, conservándose por más tiempo la humedad del terreno.

Intensidad de radiación y temperatura del aire. La relación entre estos dos factores es muy estrecha; generalmente las variaciones de la temperatura ambiental se asocian con la radiación recibida. La magnitud de éstos influye en la proporción en que la evaporación y transpiración se lleve a cabo.

El mismo autor, menciona que la temperatura del volumen de aire contenido dentro de los invernaderos casi siempre es mayor que la del exterior, originando una alta y constante evapotranspiración dentro de las estructuras. Sin embargo, esta humedad no se

pierde porque el vapor de agua emitido por las plantas y el suelo se adhiere a la capa interior del material plástico, donde posteriormente se condensa, cayendo nuevamente sobre el suelo y las plantas, formándose así un pequeño ciclo hidrológico.

2.5.4 Luminosidad en el invernadero

Abcagro (2003a) describe que la planta de chile es muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración. Añade también que a mayor luminosidad en el interior del invernadero se debe aumentar la temperatura, la HR y el CO₂, para que la fotosíntesis sea máxima; por el contrario, si hay poca luz pueden descender las necesidades de otros factores. Para mejorar la luminosidad natural se usan los siguientes medios:

- Usar materiales de cubierta con buena transparencia.
- Establecer una orientación adecuada del invernadero.
- Emplear materiales que reduzcan el mínimo las sombras interiores.
- Aumentar del ángulo de incidencia de las radiaciones solares sobre las cubiertas plásticas.
- Incluir acolchados del suelo con plástico blanco.

En verano, para reducir la luminosidad en los invernaderos se emplean:

- Blanqueo de cubiertas.
- Mallas de sombreo.
- Acolchados de plástico negro.

Es interesante destacar el uso del blanqueo ya que esta labor está en función del desarrollo del cultivo y de las temperaturas, y tiene efectos contradictorios que hay que conocer para hacer un correcto uso. Hay que tener presente que la planta sombreada se ahila y se producen abortos de flores en determinadas especies sensibles a la luz (especialmente tomate, pimiento y berenjena), por lo que el manejo del riego y de la solución nutritiva tiene que ir unida al efecto que produce el blanqueo. Los plásticos sucios o envejecidos provocan el mismo efecto que el blanqueo (Alpi y Tognoni 1999; Rodríguez y Ibarra, 1991).

2.5.5 Radiación en invernadero

La radiación en invernadero, el fotoperíodo y la nubosidad son los factores naturales que determinan la radiación diaria. Sin embargo la orientación del invernadero, la forma de la techumbre y la pendiente de la cubierta pueden modificar la luminosidad en su interior, además de la influencia que pueden tener los materiales de cubierta elegidos (Bouzo y Garinglio, 2002).

En relación con la radiación hay tres factores de importancia, la transmisión, la reflexión y la absorción que define cómo responde cada material a la radiación que recibe.

La radiación que incide sobre una cubierta de un invernadero son de varios tipos: ultravioleta, visible, fotosintética, infrarroja corta, infrarroja larga o calorífica. Los cuatro primeros tipos forma parte de la radiación solar, y el último tipo es la radiación térmica que emite un cuerpo caliente, como por ejemplo el suelo del invernadero después de absorber calor durante el día, la propia estructura metálica y las plantas (Martínez y Bimbo, 2002).

2.5.6 Dióxido de carbono (CO₂)

Ferreira (2002) resaltó que el CO₂ es la variable de la producción que más limitaciones impone en los invernaderos, y que es posible añadirlo gratuitamente a las plantas a partir del humo del calentamiento. Pero desafortunadamente, las necesidades de la planta de CO₂ y los periodos en que necesita la calefacción no son los mismos. Los factores que limitan la fotosíntesis son el agua y CO₂, elementos base, pero también la luz, fuente de energía que permite la síntesis de los azúcares. Una hectárea de invernadero tiene alrededor de 4000 m³ de aire, es decir 14 m³ o 27 Kg. de CO₂ por una hora de fotosíntesis a 350 w/m², sin ventilación. El enriquecer con CO₂ cuando la luz es insuficiente no debe realizarse porque no se aprovecharía. En el verano, el aporte de CO₂ es mayor, dado que la luz es más intensa. Pero, como es necesario airear permanentemente, se deberá utilizar un porcentaje bajo de CO₂, para evitar pérdidas. Para llegar a niveles elevado, es decir 1000 a 1500 ppm, se deben inyectar de 70 a 100 Kg. de CO₂ por hectárea de invernadero.

Alpi y Tognoni (1991) destacan que en la mayoría de los casos, en cultivos bajo techo el CO₂ siempre ha sido un factor limitante. La concentración de CO₂ de la atmósfera es de 340 ppm aproximadamente, sin embargo esta cantidad puede variar de 200 a 400 ppm y más aún en el interior de un invernadero. En las primeras horas de la mañana en un día despejado la concentración de CO₂ es más alta que en la atmósfera. En cuanto aumenta la intensidad luminosa y, por lo tanto, el proceso de fotosíntesis, hay una baja rápida de CO₂ que alcanza niveles bajos, casi a 200 ppm.

2.6 Elección del material vegetal

Principales características que se deben considerar para la elección del genotipo que se va a producir, para garantizar una buena producción (Infoagro, 2003a):

Características de la variedad comercial:

- Vigor de la planta
- Características del fruto
- Resistencias a enfermedades.
- Mercado de destino.
- Estructura de invernadero.
- Clima.
- Calidad del agua de riego.

Para su uso se pueden clasificar en tres principales grupos de variedades del Chile:

Variedades dulces. Son las que se cultivan en los invernaderos. Presentan frutos de gran tamaño para consumo en fresco e industria conservera.

Variedades de sabor picante. Muy cultivadas en Sudamérica, suelen ser variedades de fruto largo y delgado.

Variedades para la obtención de pimentón. Son un subgrupo de las variedades dulces.

Dentro de las variedades de fruto dulce se pueden diferenciar tres tipos de Chile:

Tipo California: frutos cortos (7 - 10 cm), anchos (6 - 9 cm), con tres o cuatro cascotes bien marcados, con el cáliz y la base del pedúnculo por debajo o a nivel de los hombros y de carne más o menos gruesa (3 - 7mm). Son los cultivares más exigentes de temperatura, por

lo que la siembra se realiza temprano (desde mediados de mayo a comienzos de agosto, dependiendo del clima de la zona), para alargar el ciclo productivo y evitar problemas de cuajado con el descenso excesivo de las temperaturas nocturnas.

Tipo Lamuyo: denominado así en honor a la variedad obtenida por el INRA francés, con frutos largos y cuadrados de carne gruesa. Los cultivares pertenecientes a este tipo suelen ser más vigorosos y menos sensibles al frío que los de tipo California, por lo que es frecuente cultivarlos en ciclos más tardíos.

Tipo dulce italiano: frutos alargados, estrechos, acabados en punta, de carne fina, más tolerantes al frío, que se cultivan normalmente en ciclo único, con siembra tardía en septiembre u octubre y recolección entre diciembre y mayo, generando rendimiento que oscilan de 6 - 7 kg/m².

2.7 Labores culturales para el cultivo de chile bajo condiciones de invernadero.

2.7.1 Producción de plántulas

Para producir plántulas en invernadero, se pueden utilizar charolas de unicel de 200 cavidades, así como los substratos: 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 transplantar 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 temperaturas entre

los 18 °C y 24 °C. Temperaturas por debajo de los 11 °C inducirán reducciones de producción precoz y total (GEZ, 1998).

2.7.2 Transplante

El transplante bajo invernadero debe realizarse cuando la plántula este preparada para el transplante (alrededor de 35 dds) con cepellón y con los siguientes cuidados (Castilla 1995; Rodríguez *et al.*, 1997):

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

Realizar el transplante en los momentos de menos calor, para obtener así una mejor sobre vivencia, ya que la época de plantación es generalmente en pleno verano.

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

2.7.3 Poda de formación

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 realizará 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.

2.7.4 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 si 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. Esta variante requiere una mayor inversión en mano de obra con respecto al tutorado tradicional, pero supone una mejora de la aireación general de la planta y favorece el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales, lo que repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

2.7.5 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).

2.7.6 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, las cuales se deben de sacar inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo de plagas y enfermedades (Infoagro, 2003a).

2.7.7 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 empleado en los invernaderos 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).

2.7.8 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. Esta polinización se puede realizar de diversas formas. Una de las más utilizadas actualmente es el empleo de abejorros polinizadores. La introducción de estos insectos en los cultivos de tomate bajo plástico desde finales de los años ochenta y comienzos de los noventa ha presentado un gran incremento y aceptación por parte de los agricultores debido principalmente a su bajo costo y a su inmejorable trabajo en la polinización de las flores Abcagro (2003b).

Los pimientos polinizados por los abejorros contienen más semillas. Tienen mejor forma y un pericarpio más grueso. Una sola colonia basta para polinizar de 3000 a 5000 m² durante 6 a 8 semanas .

2.7.8.1 Cuajado del fruto

Nuez *et al.* (1996) resalta que no todas las flores se desarrollan en frutos. 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 temperaturas diurnas por encima de los 30 °C el cuajado es muy escaso, teniendo como óptimo alrededor de los 20 °C.

2.7.9 Fertirrigación

Cadahía (1998) resalta que el riego localizado presenta numerosas ventajas respecto al sistema de riego tradicional en relación a la utilización de aguas salinas y al ahorro de agua. Ya que en los últimos años se ha demostrado que las mayores posibilidades de este sistema se centra en su utilización como vehículo de una dosificación racional de fertilizantes; ofreciendo la posibilidad de realizar una fertilización día a día, en función del proceso fotosintético y exactamente a la medida de un cultivo, un sustrato y un agua de riego determinados y para unas condiciones ambientales definidas.

La fertirrigación ha sido dirigida principalmente a los cultivos hortícolas, frutícolas y forrajeros, básicamente con los siguientes objetivos:

Incrementar sustancialmente el rendimiento de cosechas en condiciones de alcalinidad y salinidad tanto del agua como del suelo, propios de zonas semiáridas y áridas.

Mejorar la eficiencia de aplicación, y la utilización del agua y los nutrimentos por los cultivos (fertirrigación superficial y subsuperficial).

Estudiar las condiciones nutrimentales del suelo y la planta sometidos a prácticas de fertirrigación.

El mismo autor señala las siguientes ventajas del sistema de fertirrigación:

- Dosificación racional de los fertilizantes.
- Mayor eficacia y rentabilidad de los fertilizantes.
- Nutrición del cultivo optimizada y por lo tanto aumento en rendimiento y calidad de los frutos.
- Adaptación de los fertilizantes a un cultivo, sustrato, agua de riego y condiciones climáticas, durante todos y cada uno de los días del ciclo de cultivo.
- Un ahorro considerable de agua.
- Automatización de la fertilización.
- Utilización de agua incluso de mala calidad.
- Control de la contaminación

Desventajas:

- Alto costo inicial de la infraestructura.
- Obturación de goteros
- Necesidad de personal especializado para su manejo.

Nuez *et al.* (1996) mencionan que para lograr una alta eficacia en este sistema, es necesario conocer las necesidades de agua de riego del cultivo y las extracciones de nutrientes de la misma durante su ciclo. Ya que en la aportación de nutrientes está fundamentada a la concentración y equilibrios periódicos, en los parámetros biológicos de la planta y en las características del medio de cultivo.

Rincón *et al.* (1993) efectuando los cálculos necesarios, de acuerdo a la curva de absorción de nutrientes. Un cultivo de chile bajo condiciones de invernadero, requiere las siguientes cantidades en kg/ha:

Cuadro 2.4 Nutrientes para el cultivo de chile bajo condiciones de invernadero. UAAANUL-CELALA, 2003

Fertilizantes	Cantidad (kg/ha)
PO ₄ H ₃ (Ácido fosfórico)	140.74
NO ₃ K (Nitrato de potasio)	1045.45
(NO ₃) ₂ Ca (Nitrato de calcio)	605.00
SO ₄ Mg (Sulfato de magnesio)	669.37
NO ₃ NH ₄ (Nitrato de amonio)	179.70

* Fuente: Rincón *et al.* (1993).

Si embargo, Zaidan y Avidan (1997) y Rodríguez *et al.* (1997) destacan la importancia de la relación N/K a lo largo de todo el ciclo del cultivo, que suele ser de 1/1 desde el transplante hasta la floración, cambiando hasta 1/2 e incluso 1/3 durante el periodo de recolección. En la practica se divide el ciclo de crecimiento del cultivo según las etapas fenológicas y se definen las diferentes concentraciones o cantidades de elementos nutritivos a aplicarse, con sus respectivas relaciones. Para este cultivo se consideran cuatro etapas: Establecimiento, floración, cuajado de frutos, maduración a primera cosecha, primera cosecha a fin. En cada etapa, las concentraciones de N y K van aumentando, y la relación N/P va disminuyendo, ya que el potasio es absorbido en gran cantidad durante la etapa reproductiva del cultivo.

Para conseguir que la planta tome los nutrientes de forma óptima es necesario que estos se encuentren en concentraciones y relaciones adecuadas en la disolución fertilizante. De esta forma se evitan fenómenos negativos como efectos osmóticos y antagonismos que perturban la absorción de nutrientes por la planta (Cadahía, 1998).

Cuadro 2.5 Concentración de elementos nutritivos en el agua de riego en ppm al gotero. UAAANUL-CELALA, 2003.

Estado de la planta	Elementos nutritivos (ppm)				
	N	P	K	Ca	Mg
Plantación y establecimiento.	100 - 120	40 - 50	150 - 160	100 - 120	40 - 50
Floración y cuajado.	150 - 180	40 - 50	200 - 220	100 - 120	40 - 50
Inicio de maduración y cosecha.	80 - 200	40 - 50	230 - 250	100 - 120	40 - 50
Cosecha (Verano)	130 - 150	35 - 40	200 - 200	100 - 120	40 - 50

Fuente: Zaidan y Avidan (1997).

2.8 Clasificación de los sistemas de cultivos sin suelo

Los cultivos sin suelo se pueden en clasificar en tres grandes grupos dependiendo del medio en el que se desarrollen las raíces: cultivos en sustrato, cultivos en agua o hidropónicos y cultivos en aire o aeropónicos (Magan, 2003).

Dentro de los cultivos en sustrato podemos distinguir a su vez tres tipos en función de su manejo (Magán, 2003):

Aquellos sistemas que funcionan por inundación periódica del sustrato mediante subirrigación y en los que posteriormente se realiza la recogida de los sobrantes, como es el caso de las bancadas de grava.

Los sistemas que utilizan un sustrato con una baja capacidad de retención de agua y una elevada aireación (grava, arlita, etc), de forma que requieren un aporte muy frecuente de solución nutritiva a nivel superficial para asegurar un suministro adecuado de agua y elementos nutritivos para el cultivo.

Por último están los sistemas convencionales que emplean algún sustrato con una capacidad de retención de agua importante (lana de roca, perlita, fibra de coco, arena, etc), de forma que requieren el aporte de riegos puntuales en función de las necesidades hídricas del cultivo, con el fin de lograr una adecuada relación agua / aire en el mismo (Magán, 2003)

2.9 Sistema de producción del cultivo en hidroponía

Cadahía (1999) menciona que con el uso del sistema hidropónico en la producción se evitan fenómenos negativos como efectos osmóticos y antagonismos que perturban la absorción de nutrientes por la planta, que además permite desarrollar un cultivo sin factores limitantes de un suelo o un sustrato.

La hidroponía se ha enfocado a la producción de hortalizas, frutillas, flores, básicos, forraje y plantas forestales, mediante módulos hidropónicos rústicos con distribución de agua (solución nutritiva) por subirrigación y recirculación. Buscando los siguientes propósitos (Cadahía, 1999):

- Incrementar el ahorro del agua sin demérito de la producción agrícola.
- Obtener mayor calidad y cantidad de la producción agrícola por unidad de superficie.
- Manejar los cultivos en forma intensiva y con prácticas agronómicas adecuadas

2.10 Generalidades del sustrato

El término se aplica a todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando un papel de soporte para la planta. Los sustratos pueden ser orgánicos e inorgánicos. Dentro del primer grupo se encuentran:

turbas, sphagnum, fibra de coco, subproductos agroindustriales, residuos forestales y subproductos orgánicos compostados. En la actualidad el cultivo hidropónico de hortalizas se basa en el empleo de arena, perlita o lana de roca como sustratos. (Durán *et al.*, 2000; Infoagro, 2003b).

Las principales razones de una sustitución del cultivo tradicional en el suelo por el cultivo fuera del suelo, se viene originando por los siguientes condicionantes (Cadaña, 1998):

La necesidad de transportar las plantas de un lugar a otro.

La existencia de factores limitantes para la continuidad de los cultivos intensivos en el suelo natural, particularmente salinización, enfermedades y agotamientos de los suelos agrícolas y

La fuerte intensificación cultural que facilita el cultivo hidropónico y en sustrato, al permitir un control riguroso del medio ambiente radicular, especialmente de los aspectos relacionados con el suministro de agua y elementos nutritivos.

La finalidad de cualquier sustrato de cultivo es producir una planta/cosecha de calidad en el más corto período de tiempo, con los más bajos costos de producción.

2.10.1 Características que debe reunir un sustrato para los sistemas de producción hidropónica

Burés (1997) y Cadaña (1998) indican que en la caracterización de los sustratos se suelen distinguir tres tipos de propiedades: físicas, químicas y biológicas. El conocimiento de las mismas dependerá del manejo que se le de en la fertilización y el riego, ya que son

indispensables para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas.

Propiedades físicas

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire
- Distribución del tamaño de las partículas que mantengan las condiciones antes mencionadas.
- Baja densidad aparente.
- Elevada porosidad total
- Estructura estable, que impida la concentración (o hinchazón) del sustrato

Propiedades físico-químicas y químicas

- Salinidad reducida.
- Suficiente nivel de nutrientes asimilables
- Baja capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente.
- pH ligeramente ácido y moderada capacidad tampón.
- Mínima capacidad de descomposición.

2.10.2 Arena

Es un material de naturaleza silícea ($\text{SiO}_2 > 50\%$) y de composición variable, dependiendo de los constituyentes de la roca silicatada original; que pueden proceder de canteras (granito, gneis, basalto, etc.) o de ríos y ramblas. Las arenas procedentes de canteras son más homogéneas y están constituidas por partículas angulosas con aristas vivas, mientras que las arenas de ríos y ramblas son más heterogéneas, ya que resultan de la mezcla de distintos materiales erosionados y transportados por las aguas, y sus partículas son redondeadas (Cadahía, 1998).

Cadahía (1998) mencionan que en todos los casos, para un óptimo aprovechamiento como sustrato de cualquier cultivo, la arena debería estar exenta de limos, arcillas y carbonatos de calcio, con tamaño de partícula de medio a grueso (0.6 mm – 2.0 mm).

Abad (1993) estableció que las propiedades físicas de la arena varían en función del tamaño de las partículas, la densidad aparente de la arena es superior a 1.50 g/cm^3 , siendo el espacio poroso total inferior al 50% del volumen y su pH puede variar entre 4 y 8, ya que son inertes desde el punto de vista químico, siempre y cuando esté exenta de limos, arcillas, carbonato de calcio, etc. Su capacidad de intercambio catiónico es nula o muy baja (inferior a 5 meq/100 g) en el suelo.

2.11 Plagas y enfermedades del cultivo de chile

2.11.1 Plagas

2.11.1.1 Minador de la hoja *Liriomyza sp.*

Castaños (1993) y Anaya y Romero (1999) describieron a esta plaga:

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 a 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: *Orius insularis* (Hymenoptera: Bracnidae); *Brachymeria sp*, *Sympiesis sp* (Hymenoptera: Entodontidae); *Chrysocharis parkis* Crawf., *Crysocharis sp* (Hymenoptera: Entodontidae); etc.

2.11.1.2 Mosquita blanca (Homoptera: Aleyroididae)

Vector de virus en hortalizas Castaños (1993) y Anaya y Romero (1999) describieron a este insecto.

Distribución y daños. A nivel mundial se reportan 1200 especies, incluidas 126 géneros; sin embargo, en México sólo son reconocidas como especies de importancia económica *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum* y más recientemente *Bemisia argentifolii*, las cuales se encuentran presentes en territorio nacional atacando cultivos como jitomates, chile, algodón, melón, sandía, frijol, col y cítricos entre otros.

El mayor daño de estos insectos está relacionado con la transmisión de enfermedades de tipo viral. Ya que provocan pérdidas considerables en la cantidad y calidad en las cosechas.

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 las malas hierbas en drenes, 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: *Encarsia formosa*, *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 2.6 Productos para el control de mosquita blanca y sus dosis. UAAANUL-CELALA, 2003.

Producto	Formulación	Dosis/ha
Diazinon	CE 60	0.5- 0.65 l/ha
Endosulfan	CE	2 a 3 l/ha
Metamidofos	LM 50	1 l/ha

2.11.1.3 Gusanos soldado *Spodoptera exigua* (Hubner)

Castaños (1993), Nuez *et al.* (1996) y Lacasa y Contreras (2001) describen 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: *Spodoptera litoralis*, *Plusia chalcites*, *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 las malas hierbas y los alrededores.

En invernadero, se colocan mallas contra insectos en ventanas y puertas.

Control biológico. Depredadores como: *Chrysoperla carnea*, *Coccinella septempunctata* así como la chinche pirata *Orius* y la chinche ojona *Geocoris*.

Hongos entomopatógenos como: *Beauveria bassiana* y *Nomurea rileyi*.

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

2.11.1.4 Ácaros

Los ácaros que producen daños en el cultivo de chile pertenecen a la familias *Tetranychidae* y *Tarsonemidae*. De las especies identificadas de *Tetranychidos* 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 venga contaminadas de los semilleros.

Eliminar los restos vegetales anteriores de cosechas, así como las malas hierbas del interior y exterior del invernadero.

Control biológico. Destacan algunos ácaros *Fitoseidos* como *Phytoseiulus perimilis* y *P. Macropilis* y algunos *Tisanóptros* como *Scolotrips longicornis* y *S. sexmaculatas*.

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

2.11.2 Enfermedades

2.11.2.1 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. Las semillas se pueden 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.

En invernadero se deben usar materiales estériles y mejorar la ventilación. El tratamiento de las semillas con captan, Dichlone y Thiram; y las aspersiones con Metalaxyl y Captán, pueden ser de gran ayuda en el control de esta enfermedad (Sánchez, 2001; Anaya y Romero, 1999).

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

Es considera de la enfermedad más destructiva del tomate y la 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-AI, Cymoxanil, y otros.

2.11.2.3 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, peciolos, hojas, flores y frutos (Sánchez, 2001).

Etiología y epidemiología. El agente causal del tizón temprano del tomate y chile es el hongo *Alternaria solani*. 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 mas 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 las fructificaciones del hongo.

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

2.11.2.4 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. *Phytophthora capsici* 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 recomiendan evitar humedades altas en las proximidades del cuello de la planta, mediante la utilización de parcelas bien drenadas y niveladas. También es posible la utilización de cultivares resistentes, tales como la variedad mexicana Serrano Criollo de Morelos (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 de la ventilación y el riego.
- Cubrir la balsa y las conducciones, evitando regar con agua portadora de esta enfermedad.
- -Solarización.

Control químico. Aplicación de etridiazol, metalaxil, nabam, quinosal.

2.12 Cosecha

Nuez *et al.* (1996), para la producción del ciclo de primavera, se cosechan a mediados de marzo, pudiendo prolongarse según sea el estado del cultivo, calidad de los

frutos y los precios en el mercado. También se puede anticipar si hay un excesivo cuajado de frutos que puede afectar el desarrollo de la planta. En dicho caso, se recogen los frutos en la cruz principal y de las segundas cruces, permitiendo alcanzar una mejor calidad a los frutos que quedan en la planta.

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 le lleva más tiempo a los operarios. Los rendimientos medios pueden oscilar entre los 8 y 10 kg/m².

2.13 Antecedentes de producción de Chile en condiciones de invernadero

Cruz *et al.* (2002) evaluando rendimiento del fruto de chile morrón en altas densidades de población bajo condiciones de invernadero, encontraron que peso promedio del fruto fue afectado al incrementar la densidad de población. Las plantas crecidas a 3.3 plantas/m² produjeron 2.5 frutos grandes (calidad) y las crecidas a 14 plantas/m² produjeron 0.9 frutos por planta, que el incremento de la población de planta aumenta el rendimiento/ m² de invernadero, debido al mayor número de frutos medianos (comercial), pero se redujo la proporción de frutos grandes, de mayor calidad. Al final de la cosecha en la densidad de 3.3 el 50% del rendimiento total correspondió a frutos grandes. El peso promedio fue para 3.3 planta/m² de 170g, en 8 planta/m² de 149 g y para 14 planta/m² de 135 g.

Cuadro 2.7 Rendimiento y número de frutos de chile morrón en altas densidades bajo condiciones de invernadero UAAANUL- CELALA 2002.

Fecha de corte	Rendimiento			N° de frutos		
	Densidad de plantas/m ²					
	3.3	8	14	3.3	8	14
1° corte	365 a	961 a	834 a	3.7 c	6.7 a	6.1 a
Rend. Temprano	1,848 c	3,474 b	4,292 a	12.0 c	26.1 b	35.8 a
Rend. Final	3,072 c	5,530 b	6,459 a	23.2 c	46.0 b	55.9 a

Acosta (2003) evaluando pimiento morrón y chile jalapeño en invernadero y con niveles de vermicomposta encontró en chile jalapeño cv Tula para la variable rendimiento, mostró diferencia altamente significativa, el promedio fue de 15.39 ton/ha. El tratamiento que presentó mayor rendimiento fue el testigo (solución nutritiva con 0 de vermicomposta) con 20.83 ton/ha, El análisis de varianza para esta variable peso de fruto, mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos, con una media general de 24.6 g y con un coeficiente de variación de 14.7%.obtuvo valores que varia de 28.3 a 20.7 gramos. Para la variable pungencia encontró una media de 3.3 mientras que para El diámetro polar promedio fue de 7.3 cm. El rendimiento, número de frutos y número de lóculos en el testigo, superó a los tratamientos con vermicomposta.

El rendimiento en el cultivo de chile morrón Red night con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002 muestra valores de 22.6 a 11.4 ton/ha. en el peso promedio del fruto no encontró diferencias significativas La media fue de 126.95 g y un coeficiente de variación de 8.90. en la variable diámetro ecuatorial Se encontró una media de 8.36 cm. En chile morrón variedad Red night, solo se detectaron diferencias en las variables rendimiento y grosor de pulpa. Para las variables peso, número de lóculos, diámetro polar, diámetro ecuatorial no existieron diferencias entre tratamientos.

Aranda (2003) evaluando chile chilaca bajo condiciones de invernadero con niveles de vermicomposta no encontró diferencia significativa en rendimiento en los tratamientos evaluados (estiércol de caballo + estiércol de cabra con paja de alfalfa), esta mezcla, en diferentes niveles es la que mejor funcionó y de todos el 12.5% presentó mejores resultados en lo que se refiere al rendimiento con una media de 27.92 toneladas por hectárea en el cultivo de chile chilaca en invernadero.

Aguilera (2002), evaluando el efecto de la vermicomposta en Chile Chilaca bajo condiciones de invernadero reporta un rendimiento de 27.14 ton/ha en el testigo (sin vermicomposta pero con solución nutritiva, dentro de las variables de calidad encontró diferencia altamente significativa para diámetro ecuatorial, número de fruto y rendimiento, no encontró diferencia significativa en las variables de altura de plantas y diámetro polar.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del sitio Experimental

El presente trabajo se realizó en los meses de enero-agosto de 2002 en el invernadero del Departamento de Horticultura. la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna (UAAAN-UL) ubicada en carretera Santa Fe km 4, Torreón Coahuila, México. La Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna se localiza en las coordenadas geográficas de 103° 25' 55" de longitud oeste al meridiano de Greenwich y 25° 31' 11" de latitud norte con una altura de 1123 msnm. (CNA, 2002).

3.2 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. 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).

3.3 Características del invernadero

El invernadero utilizado fue de tipo semicircular (Figura 1), cubierto con plástico transparente y malla sombra al 50%, con estructura metálica, ventilaciones en los laterales en forma natural y cubierto con mallas antiáfidos. Con dimensiones de: 9 m de ancho, 23 m

de largo y 4.5 m de alto; cuenta en el interior con piso de grava, sistema de riego por goteo automatizado, con bomba (venturi) para inyectar fertilizantes.



Figura 1. Invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro utilizado en el presente estudio. UAAAN-UL, 2003.

3.4 Genotipos evaluados

En el mes de enero-agosto de 2002 se evaluaron nueve diferentes genotipos de Chile de crecimiento indeterminado. En el Cuadro 3.1 se pueden observar los genotipos y sus tipos de uso:

3.5 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el bloque al azar con nueve tratamientos y tres repeticiones y la unidad experimental fue de tres plantas por genotipo para evaluar calidad y cinco para evaluar rendimiento, la superficie sembrada fue de alrededor de 100 m².

Cuadro 3.1 Genotipos de chile evaluados bajo condiciones de invernadero en el ciclo de primavera-verano del 2002 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2003.

Genotipo	Tipo de Chile
Grande	Jalapeño/mercado/fresco
Inferno	Anahein amarillo
Red Naght	Bell pepper o Morrón
Tula	Jalapeño/mercado en fresco
Papriace	Tipo para pigmento
Santa Fe grande	Tipo caribe
Cherry bumb	Chile redondo
Chocolate	Beacty (Morrón)
Ancho san Martín	Tipo ancho

3.6 Medios de crecimiento

La siembra se realizó el 31 de enero de 2002 en charolas de 200 cavidades, usando como sustrato Musgo Canadiense (COSMOPEAT nombre comercial), el transplante se efectuó el 12 de abril del 2002, cuando las plántulas tenían de cinco a seis hojas verdaderas. Se reutilizaron macetas de bolsas negras de 40 x 40 cm (Figura 2), en las cuales se había producido tomate utilizando como sustrato arena de río. Dichas maceta con arena fueron desinfectadas con una mezcla de agua más hipoclorito al 5%. Las macetas se colocaron a doble hilera con arreglo de tresbolillo espaciados a 0.30 m entre plantas y 1.60 m entre pasillos.



Figura 2. Características de las macetas, con sustrato de arena. UAAAN-UL, 2003

3.7 Manejo del cultivo

En las plantas se realizaron podas de las hojas basales y guiadas a todos los tallos secundarios para obtener una mayor aireación, se en tutoró sosteniendo los tallos con hilos de rafia (Figura 4), cuando éstas no podían sostenerse por sí solas. Cuando inició la etapa de floración se procedió a la polinización con un vibrador eléctrico (cepillo dental eléctrico), el cual se pasaba por el pedúnculo de la flor cuando estuvieran receptivas (Figura 5), ésta práctica se realizó diariamente de las 10:00 AM a 1:00 PM. Durante la fructificación se eliminaron de las hojas viejas que no realizan fotosíntesis y una inmediata cosecha de los frutos maduros para evitar una acumulación de etileno en las plantas.

Para poder reducir la temperatura del invernadero y aumentar la humedad relativa se regaba los pasillos de tres a cuatro veces por día, buscando lograr disminuir los abortos que se presentaba en la etapa de floración.



Figura 3 y 4. Manejo de poolinización y tutoreo de plantas. UAAAN-UL, 2003

3.8 Riego y fertilización

Se aplicó riego por goteo de cinco a seis veces por día dependiendo de las condiciones climáticas, la fertilización se realizó una vez por día. La solución nutritiva fue la generada por Zaidan y Avidan (1997). En el Cuadro 3.2 se puede observar los fertilizantes utilizados, así como las cantidades aplicadas según fase de desarrollo, se realizaron algunos ajustes de acuerdo a como lo fuera requiriendo la planta. También se aplicó riegos pesados cada mes para lixiviar las sales que se acumulaban en las macetas.

Cuadro 3.2 Fertilizantes y cantidades para la solución nutritiva concentrada en 18 litros de agua para cada fase de desarrollo de la planta. UAAAN-UL, 2003.

Fertilizantes aplicadas	Plantación y desarrollo	Floración y cuajado	Maduración y Cosecha
Ca ₂ NO ₃	994.7 g	606.0 g	994.7 g
Mg(NO ₃) ₂	525.0 g	312.0 g	360.0 g
KNO ₃	684.0 g	543.0 g	684.0 g
Quelatos	40.0 g	30.0 g	40.0 g
H ₃ PO ₄	462.5g	246.0 g	393.7 g



Figura 5. Fertilización en el sistema de riego con venturi. UAAAN-UL, 2003

3.9 Plagas y enfermedades

Las plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo fueron: la mosquita blanca, el minador de la hoja y araña roja. Para detectar las plagas se utilizaron trampas amarillas, para las enfermedades se hicieron revisiones visuales en las plantas.

La mosquita blanca fue controlada durante todo el ciclo del cultivo, mediante aplicación de imidacloprid (Confidor) a razón de 1L/ha, al momento de transplantar inyectándole a través del sistema de riego y posteriormente la aplicación de Endosulfan a razón 5 mL. por litro de agua combinado con Mitac de 3mL por Litro de agua. El minador de la hoja del chile se logró controlar con Trigard PH a razón de 10 g en 20 L. de agua. Ésta plaga se consideró como la principal causa del mayor daño que se tuvo en el cultivo, por lo tanto se tuvo que aplicar otro producto de amplio espectro como el malatión a razón de 3 mL por Litro de agua, para eliminar completamente la plaga en estado adulto. Posteriormente

apareció la araña roja, pero esta plaga se logró controlar con el metamidofos a razón de 3 mL por Litro de agua.

La única enfermedad que se presentó al inicio del cultivo fue el Dampin-Off, la cual se controló mediante la aplicación del funguicida sistémico Tecto 60 a las plantas en las charolas. Posteriormente volvió a parecer cuando las plantas estaba en desarrollo y se aplicó el Ridomil Gold en concentración de 20 g disuelto en 10 L de agua a través del sistema de riego.

3.10 Cosecha

La cosecha se realizó cada ocho días aproximadamente o bien cuando el 40% de los frutos por planta presentaban cierto grado de madurez para cada genotipo y la forma de identificar un fruto maduro fue a través de simple observación y cuando se aprieta el fruto y cruje.

3.11 Variables evaluadas

Las variables evaluadas en el presente trabajo fueron: altura de planta, número de nudos, inicio de floración, calidad y rendimiento en ton/ha. La altura se midió con una cinta métrica y al mismo tiempo se contabilizaron los números de nudos, éstos datos se tomaron cada 15 días y para inicio de floración se contaron los días después del transplante hasta floración. Para obtener la variable de calidad del fruto se midió el diámetro polar y ecuatorial, peso, pungencia, número de lóculos; para esto se tomaron datos de cada uno de los frutos de las plantas identificadas para medir estas características de calidad de fruto. Para medir dichas variables se utilizaron los siguientes materiales: vernier, refractómetro, bascula de precisión, regla milimétrica y tabla de colores de la Real Sociedad de Horticultura

de Londres. Para medir la pungencia se utilizó una escala arbitraria, misma que aparece en el Cuadro 3.3.

Cuadro 3.3 Escala arbitraria para medir la pungencia de los genotipos de Chile evaluados. UAAAN-UL, 2003

N i v e l e s				
1	2	3	4	5
Ligero	Moderado	Regular	Picoso	Picoso excesivo

3.12 Análisis estadístico

Para el presente trabajo se aplicó un análisis de varianza considerando cada una de las variables evaluadas, cuando se encontraron diferencias significativas se realizó una comparación entre medias utilizando la diferencia mínima significativa (DMS) al 5%. Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión, 6.12.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Altura de plantas

Se tomó alturas de plantas a los 115 días después del trasplante. Para los genotipos de chile evaluados, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para altura (Cuadro 1A), parámetro medido a través del ciclo de cultivo

Mostrando una media de 98.5 cm de altura y un coeficiente de variación de 25.3, la comparación de medias permite afirmar que el genotipo de mayor altura fue Ancho san Martín con 220.89 cm mientras que los genotipos de menor altura y estadísticamente iguales fueron Cherry Bomb y Grande con 57.0 y 51.1 cm respectivamente (Cuadro 4.1).

Para el chile Morrón cv Red night y Chocolate en este experimento superaron las alturas de plantas obtenidos por Acosta (2003) el cual indica una altura promedio de 49.3 cm, mientras que los obtenidos en este trabajo fueron de 75.7 y 94.1 cm respectivamente. Para los chiles jalapeño en nuestros resultados no superaron a los obtenidos por Acosta (2003), quien reportó una altura de 83 cm.

Para el chile tipo Chilaca, en el presente experimento superaron a la altura reportada por Aguilera (2002), quien reporta una altura de 45 cm (Cuadro 4.1).

4.2 Nudos de planta

Para la variable nudo de plantas el análisis de varianza encontró diferencias altamente significativas entre genotipos (Cuadro 1A) mostrando una media de 13.4 nudos con un coeficiente de variación de 15.7. El genotipo con mayor nudos fue Ancho san Martín con 18 nudos mientras que los genotipos de menor cantidad fueron Cherry Bomb y Grande la con 10.5 y 9.5 nudos respectivamente (Cuadro 4.1).

4.3 Inicio de floración

Para esta variable el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre los genotipos y solo significativos para la interacción genotipos por repetición (Cuadro 1A). Se encontró una media de 23.4 días después del transplante (DDT) con un coeficiente de variación de 12.7, los genotipos más precoces y estadísticamente iguales fueron Grande y Cherry Bomb con 18.1 y 16.6 DDT respectivamente, encontrando al genotipo Papiace como el más tardío con 29.5 DDT, al como se indica en el siguiente (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1 Variables del desarrollo vegetativo de 6 genotipos de chile evaluados bajo condiciones de invernadero en primavera-verano en 2002 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2003.

Genotipo	Altura	Nudo	Inicio de floración
Ancho san martín	220.9 a	18.0 a	23.2 c
Santa fe grande	124.0 b	16.1 ab	24.6 bc
Papiace	116.0 bc	13.7 bc	29.5 a
Chocolate	94.1 cd	15.7 ab	27.8 ab
Inferno	79.5 de	12.6 cd	22.2 c
Red night	75.7 def	12.0 cde	25.5 abc
Tula	69.8 def	12.1 cd	22.6 c
Cherry bomb	57.0 ef	10.5 de	16.6 d
Grande	50.1 f	9.5 e	18.1 d
CV	25.38	15.7	12.7
DMS	27.2	2.5	4.04

4.4 Calidad de frutos

4.4.1 Peso Promedio de frutos

En esta variable, el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativa entre genotipos (Cuadro 2A) arrojando un peso promedio de 22.4 gramos y un coeficiente de variación de 42.8. Los genotipos que presentaron mayor peso fueron Red night y Chocolate con 114.2 y 95.5 g respectivamente, mientras que los genotipos de menor peso lo presentaron Cherry bomb y santa fe grande con 12.3 y 11.8 g respectivamente (Cuadro 4.2). En el presente experimento, el peso del fruto para los chiles morrones no superar a los

obtenidos por Acosta (2003), quien reporta un peso promedio de 127 g. El bajo peso del fruto registrado en este experimento, es causado por el estrés de la planta debido a altas temperaturas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo que no fueron posibles controlar (condiciones no controladas en el invernadero) y al daño provocado por el minador de la hoja.

Cuadro 4.2 Variable peso promedio del fruto de nueve genotipos de chile evaluados bajo condiciones de invernadero en primavera-verano de 2002 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2003.

Genotipo	Peso promedio (g)
Red night	114.2 a
Chocolate	95.5 b
Ancho san martín	37.2 c
Inferno	28.2 d
Tula	20.6 e
Papriace	19.1 ef
Grande	17.7 f
Cherry bomb	12.3 g
Santa fe grande	11.8 g
C. V.	42.8
Media	22.4

4.4.2 Diámetro ecuatorial

En ésta variable se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos (Cuadro 2A) mostrando un valor promedio de diámetro de 2.76 cm con un coeficiente de variación de 18.2 los genotipos que presentaron mayor diámetro fueron Red night y Chocolate con 6.8 y 6.3 cm respectivamente, mientras que los genotipos de menor diámetro fueron Santa fe grande y Papriace con 2.4 y 2.3 cm respectivamente (Cuadro 4.3).

En los resultados obtenidos en este experimento solo en el chile tipo Chilaca, concuerda con los obtenidos por Aguilera (2002), quien reporta un diámetro de 2.2 cm, sin embargo, los chiles tipo jalapeño y Morrón fueron inferiores a los obtenidos por Acosta (2003) quien reporta para chile jalapeño un promedio de 2.56 cm y para chile morrón un diámetro de 8.9 cm

4.4.3 Diámetro polar

En esta variable el análisis presentó diferencias altamente significativas entre los genotipos (Cuadro 2A), mostró una media de 7.8 cm y un coeficiente de variación de 17.5. los genotipos que presentaron mayor diámetro polar fueron Inferno y Papriace con 14.6 y 12.6 cm respectivamente mientras que los genotipos de menor diámetro lo presentó el Cherry bomb con 2.7 cm (Cuadro 4.3). Estos resultados concuerdan con los citados por Acosta(2003) quien reporta en el testigo (arena sin vermicomposta) un diámetro polar en chile morrón de 8.9 cm y un diámetro para chile jalapeño de 6.9 cm de longitud.

Cuadro 4.3 Variables diámetro ecuatorial y polar de nueve genotipos de chile evaluados bajo condiciones de invernadero en primavera-verano de 2002 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2003.

Genotipo	Diámetro ecuatorial cm.	Diámetro polar cm.
Red night	6.8 a	8.2 e
Chocolate	6.3 b	9.0 d
Ancho san martín	4.5 c	10.1 c
Cherry bomb	2.9 d	2.7 i
Tula	2.6 e	6.7 f
Inferno	2.6 e	14.6 a
Grande	2.5 f	6.2 g
Santa fe grande	2.4 g	5.6 h
Papriace	2.3 g	12.6 b
C. V.	18.2	17.5

4.4.4 Numero de lóculos

En esta variable se encontró diferencia altamente significativa entre los genotipos (Cuadro 2A), arrojando una media de 2.5 lóculos y un coeficiente de variación de 19.3. Los genotipos que presentaron mayor número de lóculos fueron Red night y Chocolate ambos con 3 lóculos, mientras que los genotipos de menor número de lóculos fueron el Inferno y Ancho san martín ambos con 2.2 lóculos (Cuadro 4.4). Los resultados del presente experimento no superan con Acosta (2003) el cual reporta para chile morrón 4 lóculos por

fruto, mientras que para chile jalapeño encontró una media de 2.6 lóculos en este tipo de chile si concuerdan con los resultados obtenidos.

Cuadro 4.4 Variables número de lóculos y pungencia de nueve genotipos de chile evaluados bajo condiciones de invernadero en primavera-verano en 2002 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2003.

Genotipo	Número de Lóculos	Niveles de pungencia del fruto
Red night	3.3 a	1.0 f
Chocolate	3.1 a	1.0 f
Tula	2.9 b	4.0 a
Grande	2.7 c	4.0 a
Santa fe grande	2.4 d	3.0 b
Papriace	2.4 de	2.0 e
Cherry bomb	2.3 e	3.0 bc
Inferno	2.2 f	3.0 c
Ancho san martin	2.2 f	2.0 d
C. V.	19.3	1.5
	2.5	3.1

4.4.5 Pungencia

En esta variable se tomaron como referencia los niveles de (1 – 5), el análisis de varianza encontró diferencias altamente significativas entre los genotipos (Cuadro 2A), mostrando una media de 3.1 nivel de pungencia y un coeficiente de variación de 1.5 (Cuadro 3.3). Los genotipos de mayor pungencia fueron Tula y Grande ambos con 4 niveles mientras que los de menor pungencia fueron Chocolate y Red night ambos con 1 nivel (Cuadro 4.4).

Para esta variable en el presente experimento, superó en lo picante a lo obtenido por Acosta (2003), quien reporta una pungencia de 3.2 para chile jalapeño cv Tula.

4.5 Rendimiento del fruto

En esta variable, el análisis de varianza detectó diferencia significativa únicamente en las repeticiones y no significativo entre genotipos (Cuadro 3A). Presentó una media de 11.3

ton/ha. Los genotipos que presentaron mayor rendimiento fueron el Tula y Papriace con 17.15 y 15.4 ton/ha respectivamente mientras que los de menor rendimiento fueron los genotipos Cherry bomb y Grande con 7.02 y 4.47 ton/ha, tal como se muestra en el siguiente (Cuadro 4.5).

Para esta variable en el presente experimento se obtuvieron rendimientos bajos a los obtenidos en otros estudios realizados en condiciones de invernadero; Acosta (2003) quien reporta rendimientos para chile Jalapeño cv Tula de 20.8 ton/ha, mientras que para chile Morrón muestra rendimiento de 22.7 ton/ha, Aguilera (2003) en chile Chilaca reporta rendimiento de 27.1 ton/ha y Cruz (2002) para chile Morrón reporta 30.7 ton/ha con la densidad de plantas similar al presente experimento.

Este bajo rendimiento se debe principalmente a que en la etapa floración (alrededor de 25 días DDT) se presentó un ataque de minador de la hoja (*Liriomyza spp*) la que ocasionó una defoliación en las plantas, debido a este daño se obtuvo menor tamaño de fruto, peso y altura de planta. También se presentaron altas temperaturas que no fueron posibles controlar en el invernadero. Dicha situación causó estrés en la planta (ocasionando aborto de flores y frutos).

Es importante mencionar que influyen algunos factores como: Plagas y enfermedades: el minador de la hoja al inicio de floración, Dampin-off al momento del transplante y las altas temperaturas, Esta situación causo estrés en la planta, con esto se comprueba que cualquier variación de los factores ambientales (temperatura, humedad relativa) ocasiona una disminución significativa en la calidad y en rendimiento. Sade (1998) menciona que el cultivo de chile se desarrolla en forma natural, siempre y cuando sus necesidades de suelo, luz, temperatura, humedad relativa, anhídrido carbónico, macro y micro nutrimentos sean satisfechas.

Cuadro 4.5 Variable rendimiento en ton/ha de nueve genotipos de chile evaluados bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002 en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2003.

Genotipo	Rendimiento en ton/ha	
Tula	17,155	a
Papriace	15,446	a
Chocolate	14,293	ab
infernó	12,084	abc
Santa fe grande	10,780	abc
Ancho san martín	10,771	abc
Red night	9,808	abc
Cherry bumb	7,022	c
Grande	4,477	c
C. V. (%)	39.95	

Es importante mencionar que las condiciones del invernadero en el que se desarrollo el experimento no fueron las optimas para producir chile, por esta razón dichos rendimientos está por debajo del potencial de rendimiento para que cada genotipo pudiera expresar al máximo su potencial.

5 CONCLUSIONES

En base en los datos de las diferentes variables evaluadas del cultivo se concluye lo siguiente.

Para la variable altura de planta el genotipo Ancho sanmartín presentó la mayor longitud con 220.89 cm, mientras que los de menor altura estadísticamente iguales fueron Cherry Bomb y grande con 57 y 51.1 cm respectivamente.

En la variable nudos de planta el genotipo Ancho san martín fue quien presento mayor número de nudos y los genotipos de menor cantidad fueron Cherry Bomb y Grande con 10.5 y 9.5 nudos respectivamente.

Para inicio de floración los genotipos más precoces fueron los que presentaron menor altura, mostrándose Grande y Cherry Bomb con 18.1 y 16.6 días después del transplante y el más tardío lo registró el Papriace con 23.2 días.

Dentro de las variables de calidad de fruto en el presente experimento se encontró para peso, diámetro ecuatorial, polar, número de lóculos y pungencia, diferencias altamente significativa entre los genotipos.

El genotipo que presentó mayor rendimiento fue Tula con 17.1 ton/ha. y el genotipo de menor rendimiento fue grande con 4.4 ton/ha.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede recomendar el cv tula para producir en condiciones de invernadero, ya que puede desarrollarse bajo condiciones adversas.

Para este año la evaluación se cumplió con el objetivo de evaluar el cultivo de chile bajo condiciones de invernadero y se acepta la hipótesis de que existen diferencias entre los

genotipos en las variables de calidad, sin embargo se rechaza la hipótesis para rendimientos entre genotipos.

6 RESUMEN

El chile (*C. 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. El chile es poco cultivado en invernadero, entre otros factores por el desconocimiento de tecnologías de cultivo y fechas de plantación que permitirán mejorar la rentabilidad y la productividad. La utilización del fertirriego en condiciones de invernadero presupone conocer el o los genotipos de chile apropiados para ser explotados bajo estas condiciones, por lo que estudiar la diversidad de chiles bajo condiciones de invernadero es importante considerar las características de calidad que hacen atractivo el producto en el mercado.

El presente experimento se realizó con fin de evaluar nueve diferentes genotipos de chile para rendimiento y calidad de fruto bajo condiciones de invernadero con fertirriego con sistema de riego por goteo en sustrato de arena.

La siembra se realizó el 31 de enero 2002 en charolas de 200 cavidades, usando como sustrato Musgo Canadiense (COSMOPEAT), fue transplantado el 12 de Abril del 2002 en macetas de 25 kg. Usando como sustrato arena previamente desinfectada y lavada, se instalaron en doble hilera con arreglo a tresbolillo espaciadas a 30 cm entre planta y 80 cm entre pasillos. El diseño experimental utilizado fue el bloque al azar con tres repeticiones y la unidad experimental fue de tres plantas por genotipo para evaluar calidad y 5 para evaluar rendimiento, la superficie sembrada fue de alrededor de 100 m².

Se evaluaron nueve genotipos de diferentes tipos de chile: Grande, Inferno, Red Night, Tula, Papriace, Santa Fe grande, Cherry bomb, Chocolate y Ancho san martín.

Para este estudio se obtuvieron los siguientes resultados: para las variables de calidad de fruto se encontró para peso, diámetro ecuatorial, polar, número de lóculos y pungencia, mostraron diferencia altamente significativa entre los genotipos. Aunque no se encontró diferencia significativa en la variable rendimiento, el genotipo que presentó mayor rendimiento fue Tula con 17.1 ton/ha. y el genotipo de menor rendimiento se mostró el grande con 4.4 ton/ha.

Para variable de altura el genotipo Ancho sanmartín presentó la mayor altura con 220.89 cm, mientras que los de menor altura estadísticamente iguales fueron Cherry Bomb y grande con 57 y 51.1 cm respectivamente.

Para inicio de floración los genotipos más precoces fueron los que presentaron menor altura, mostrándose Grande y Cherry Bomb con 18.1 y 16.6 días después del transplante y el más tardío lo registró el Papriace con 23.2 días.

Las plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo fueron: la mosquita blanca, el minador de la hoja, araña roja las cuales fueron controladas con sus respectivos insecticidas. El minador se consideró como plaga principal por lo que se tuvo el mayor daño en el cultivo.

La enfermedad que se presentó al inicio del cultivo fue el Dampin-Off, la cual fue controlada mediante la aplicación del funguicida sistémico Tecto 60 y posteriormente se aplicó el Ridomil Gold en concentración de 20 g en 10 lt de agua.

7 LITERATURA CITADA

- Abad, B. M. 1993. Inventario y características sustratos. 71-72. Cultivo sin suelo. Curso Superior de Especialización del 8-9 noviembre de 1993. Centro de Investigación y Desarrollo Hortícola (CIDH). La Mojonera Almería, España. Instituto de estudios Almerienses (FIAPA).
- Abcagro. 2003a. Control climático en invernaderos. http://www.abcagro.com/industria_auxiliar/control_climatico.asp
- Abcagro. 2003b. Aspectos técnicos de la polinización con abejorros. http://www.abcagro.com/agriculturas_alternativas/polinizacion_abejorros.asp
- ✓ Acosta B., B. 2003. Producción orgánica de hortalizas con vermicomposta bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis de licenciatura. UAAAN-UL. Torreón Coah. Méx. 93 p.
- Aguilera G., S. 2002. 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;
- Aranda S., J. M. 2003. Comportamiento fenológico del chile chilaca (*Capsicum annuum* L.) en sustratos de vermicomposta bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coah., México. 46 p.
- Bouzo C., A. y F. Garinglio. 2002. Invernaderos. Aspectos generales a tener en cuenta. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Cultivos intensivos. Kreder 2805. (30) 80 Esperanza, Santa Fe, Argentina.
- Burés S. 1997. Sustratos. Ediciones Aegrotécnicas S. L. pp. 49.
- Cadahía L., C. 1998. Fertirrigación cultivos hortícolas y ornamentales. Ediciones mundiprensa. Madrid-Barcelona-México. pp. 65-68, 289, 307-323.
- CNA. 2002. Comisión Nacional del Agua. Gerencia regional. Cuencas Centrales del Norte. Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila.
- Cano A., F.M. 1998. Potencial exportable de chiles en fresco, de una zona libre de plagas. <http://www.monografias.com/trabajos/cultivochiles/cultivochiles.shtml>
- Castaños C., M. 1993. Horticultura. Manejo simplificado. Universidad Autónoma de Chapingo. Edo. de México. pp. 39-41; 288-298.

- Castellanos J., Z. y J. J. Muñoz R. 2003. Curso Internacional sobre la Producción de Hortalizas en Invernadero. Celaya, Gto. Del 19 al 21 de febrero. 2003. pp. 195.
- Castilla P., N. 1995. Manejo del cultivo intensivo con suelo. *In*: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp. 199-225.
- Cruz H., N, Ortiz. C. J, Sánchez del. C. F y Ma. del C. Mendoza C. 2002. rendimiento de chile de Morrón cultivadas en altas densidades de población. XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Saltillo Coah. Méx. p. 286.
- Durán M., J, Martínez E. y C. Navas M. 2000. Los cultivos sin suelo: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad politécnica de Madrid. Vida Rural número 101. Madrid, España,
- 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.pdf.
- Ferreira C., C. 2002. El CO₂ elemento indispensable para la producción de vegetales. Asociación interregional de investigación y Experimentación Hortícola. <http://www.ediho.es/horticom/tem-aut/flores/co22.html>.
- Garza C., R. 1997. Efecto del ethrel en la institución floral del cultivo de calabacita Grey Zucchini. Morín N.L. *In*: Programa y Memorias del IV Congreso Nacional de Horticultura. Marzo. Culiacán Sinaloa, México.
- GEZ, 1998. Guía práctica de los principales cultivos del estado. Gobierno del Estado de Zacatecas. 41 p.
- Infoagro, 2003a. El cultivo del pimiento. <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.asp>
- Infoagro, 2003b. Chile picante. <http://www.faxsa.com.mx/semhort1c60ch001.htm>
- Infoagro, 2003b. Sistema de cultivo en sustrato. http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.asp
- 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
- Long S., J. y A. Lomelí. 2000. El chile. fruto/especia nacional. Fondo y Cultura Económica. México. http://lectura.ilce.edu.mx:3000/sites/fondo2000/vol2/20/htm/SEC_13.html
- Magán C., J. J. 2003 Sistemas de cultivo en sustrato, a solución perdida y con recirculación del lixiviado. *In*: Cultivos sin Suelo II. Curso Superior de Especialización. Almería, España Pp. 173 - 205. (<http://www.infoagro.com/abonos/9917.asp>)
- Martínez P., F. y B. Bimbo. 2002. Invernaderos. Materiales plásticos para cubierta de invernadero. Revista. Agrored. 30 (3): 22-29

- Mexassist. 1995. Especies mexicanas de chiles. MexAssist. S.A. de C.V. http://www.starnet.net.mx/mexassist/chile/species_sp.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.
- Ramírez J. 2002. El Chile. http://www.conabio.gob.mx/institucion/conabio_espanol/doctos/chile.html
- Rincón, L., Sáez, J., Balsalobre, E. y M. Pellicer, C. 1993. Nutrición del pimiento grueso de invernadero. Hortofruticultura 5: 37- 41.
- 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.
- Rodríguez M., R. y F. Jiménez D. 2002. Manejo de invernaderos, pp. 68-87: *In*: J. : Martínez R., D. Escobedo L., J. Martínez t. Y A. Martínez R. (ed) Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango.
- Rodríguez P., A. y J. Ibarra L. 1991. Semiforzado de cultivos mediante el uso de plásticos. Editorial Limusa. México. pp. 15 – 18.
- Romero H., A. 1999. El chile. <http://campus.fortunecity.com/auburn/868/elchile/>
- 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. Delegación en Región Lagunera. Subdelegación de Planeación y desarrollo Rural. Enero. Torreón Coahuila, México
- 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.
- Sánchez B., F. y E. Favela. 2000. Construcción y manejo de invernaderos. *Manual*. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna. pp 45.
- Zaidan, O. y A. Avidan,(1997).Tomates en invernadero. CINDACO. Curso Internacional sobre producción de hortalizas bajo diferentes condiciones ambientales. Shefayim, Israel.

8 APÉNDICE

Cuadro 1A. Cuadrados medios y significancia de las alturas, nudos e inicio de floración tomadas en los genotipos de Chile evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2003.

Fuente de variación	Grados de libertad	Altura DDT	Nudo final DDT	Inicio de floración DDT
Genotipo	8	24446.38 **	69.00 **	157.0 **
Repetición	2	281.03 NS	5.04 NS	4.30 NS
Repetición*Genotipo	16	740.59 NS	6.41 NS	16.41*
Error	54	625.91	4.41	8.92
C. V. (%)		25.38	15.69	12.77

*,** = Significativo al 5% y 1%, respectivamente.
NS = No significativo

Cuadro 2A Cuadrados medios y significancia para peso del fruto, diámetro ecuatorial, diámetro polar, número de lóculos y pungencia de los genotipos de Chile evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2003.

Causas de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios				
		Peso	Diámetro ecuatorial	Diámetro polar	Lóculos	Pungencia
Genotipo	8	6436.95**	158.32**	2148.98 **	14.30**	106.66**
Repetición	2	24.44 NS	.22 NS	1.65 NS	2.15**	0.00035 NS
Racimo	14	872.08 **	1.75 **	8.87 **	.18 NS	0.00033 NS
Error	1383	91.95	.25	1.84	.23	0.0021
C. V. (%)		42.85	18.17	17.46	19.35	1.50

*,** = Significativo al 5% y 1%, respectivamente.
NS = No significativo

Cuadro 3A Cuadrados medios y significancia para rendimiento de los genotipos de Chile evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2003.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios del rendimiento
Genotipo	8	48254774.41 NS
repetición	2	86834586.37 *
Error	16	20434957.04
C. V. (%)		39.95

*, NS = Significativo al 5% y no significativo respectivamente.

Cuadro 4A

Gráfica de Temperaturas registrada en el invernadero en primavera-verano 2002. UAAAN-UL, 2003.

