

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



Crecimiento y producción de chile rayado (*C. annuum var annuum L.*) bajo diferentes sustratos en invernadero.

Por:

JOSEFINA PÉREZ GREGORIO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Torreón, Coahuila, México
Marzo 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

Crecimiento y producción de chile rayado (*C. annuum var annuum L.*) bajo
diferentes sustratos en invernadero.

Por:

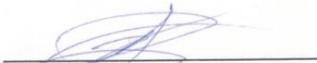
JOSEFINA PÉREZ GREGORIO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Aprobada por el Jurado Examinador:


Ph. D. Vicente De Paul Alvarez Reyna
Presidenté


Ing. Eliseo Raygoza Sánchez
Vocal


Ing. Juan Manuel Nava Santos
Vocal


M.C. Edgardo Cervantes Alvarez
Vocal suplente


M.E. Víctor Martínez Cueto
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Marzo 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

Crecimiento y producción de chile rayado (*C. annuum var annuum L.*) bajo
diferentes sustratos en invernadero.

Por:

JOSEFINA PÉREZ GREGORIO

TESIS

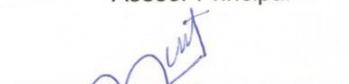
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

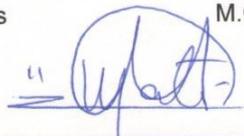
Aprobada por el Comité de Asesoría:


Ph. D. Vicente De Paul Alvarez Reyna
Asesor Principal


Ing. Eliseo Raygoza Sánchez
Coasesor


Ing. Juan Manuel Nava Santos
Coasesor


M.C. Edgardo Cervantes Alvarez
Coasesor


M.E. Víctor Martínez Cueto
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Marzo 2018

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haberme cobijado en su hogar, el apoyo brindado durante mi carrera profesional, sintiéndome orgullosa de mi alma terra mater.

A mis compañeras de todos los días que compartimos muchas risas, enojos, travesuras pero siempre estuvimos unidas; Carolina Pérez Ferrera Y Andrea Morga de la Rosa, gracias por estar conmigo, sus consejos y sobre todo porque siempre tenían tiempo para escucharme, yo sé que tomaremos caminos diferentes pero nuestros corazones siempre nos mantendrán unidas, y siempre serán personas especiales para mí.

A mi comité de asesores: Ph. D. Vicente De Paul Alvarez Reyna, Ing. Eliseo Raygoza Sánchez, Ing. Juan Manuel Nava Santos y M.C. Edgardo Cervantes Alvarez: por su tiempo brindado durante mi investigación en campo y sobre todo en la redacción de esta tesis gracias por todo.

A mis profesores del departamento Riego y Drenaje: Por sus enseñanzas, su dedicación en las aulas, sobre todo porque siempre me brindaron su apoyo, sus consejos y su amistad.

A mi familia: Pérez León, Escalona León y Gregorio Juana, por su apoyo moral durante mi carrera profesional, gracias.

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico principalmente:

A DIOS: Por permitirme culminar esta etapa de mi vida, y haber logrado uno de mis sueños, darme fuerza al estar lejos de mi familia y guiarme en mí camino.

A MI MADRE: Catalina Gregorio Juana: Por darme la vida, su apoyo incondicional, buenos consejos, trabajo y sacrificio, escucharme siempre que necesitaba algún consejo, y que siempre tenga presente que la AMARE MAMÁ.

A MI PADRE: Bartolo Pérez León: Por su esfuerzo y trabajo constante, para poder yo culminar mis estudios profesionales, apoyo a cada instante y demostrarme que a pesar de las adversidades siempre se podía seguir adelante gracias PAPÁ.

Mi más grande admiración y respeto, me han enseñado que en la vida se tiene que luchar y seguir adelante ante cualquier situación sobre todo a permanecer unidos en el camino, tengan siempre presente que este logro es de ustedes y para ustedes LOS AMO.

A MIS HERMANOS: Roberto Pérez del Ángel y Maurilio Pérez Gregorio; a pesar de la distancia siento aquí en mi corazón que siempre tuve su apoyo.

A MI HIJO: Ían Tadeo Bravo Pérez: Porque eres la razón y motivo de seguir superándome venciendo cualquier obstáculo que se presente.

A MI ESPOSO: Berzain Bravo Salas Por estar siempre conmigo apoyándome en las buenas y las malas, darme motivos y seguir adelante ante las dificultades.

A MIS ABUELOS: Leonila León Hernández, José Gregorio Pacheco y María Juana: Gracias por apoyarme, darme buenos consejos y sobre todo porque al estar lejos siempre se preocupaban por mí. Los quiero mucho.

RESUMEN

Los sistemas de producción agrícola enlazan en la práctica los conocimientos involucrados directamente o indirectamente que se otorga a la agronomía. Estos saberes surgen con el afán de aplicar los conocimientos adquiridos para beneficio a la sociedad en cuanto al cultivo de chile jalapeño rayado siendo este de muy alto costo, lo que trae como consecuencia el riesgo de extinción en la sierra del estado de Veracruz. La práctica tradicional se ha dejado de realizar por los riesgos del establecimiento del cultivo, ya que son severamente afectados por plagas, enfermedades y el cambio climático. Ante a esta situación se planteó el presente trabajo con el objetivo de evaluar el crecimiento y producción de este cultivo bajo sustratos compuestos por vermicompost, arena y perlita en invernadero; materiales presentes en la región, para que sea adaptado a la comarca lagunera y los productores tengan otro nuevo cultivo para el mercado, beneficiando a las zonas de Veracruz aportándole alternativas para producir más sin tener que dejar de cultivarlo. Para tal fin en el ciclo otoño-invierno del año 2017, bajo condiciones de invernadero se evaluaron 3 tratamientos y un testigo: T1 (40% vermicompost, 50% arena y 10% perlita), T2 (30% vermicompost, 60% arena y 10% perlita), T3 (20% vermicompost, 70% arena y 10% perlita), T4 (90% arena y 10% perlita regada con solución Steiner). Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de bloques al azar, con 10 repeticiones. Las variables evaluadas fueron; altura de la planta, número de flores, número de frutos, peso de fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto, espesor de pulpa y rendimiento.

Los resultados indicaron que el cultivo de jalapeño rayado obtuvo un comportamiento favorable con el tratamiento compuesto de 40% de vermicompost, 50% de arena y 10 % de perlita.

Palabras Clave: *C. annuum var annuum* L., sustrato, solución nutritiva, rendimiento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE IMAGENES	ix
I.- INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.2.- JUSTIFICACIÓN	4
1.3.- HIPÓTESIS	4
II.-REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1.- Origen	5
2.1.1.- Domesticación	5
2.2.- Clasificación Taxonómica	6
2.3.- Características Botánicas De Capsicum	6
2.4.- Características Morfológicas	7
2.4.1.- Sistema radicular	7
2.4.2.- Tallo principal	7
2.4.3.- Hoja	7
2.4.4.- Semilla	7
2.4.5.- Flor	8
2.4.6.- Fruto	8

2.5.- Principales Regiones Productoras De Chile Jalapeño	8
2.6.- Variedades Del Chile Jalapeño	11
2.6.1.- Crecimiento	11
2.6.2.- Rendimiento	13
2.6.3.- Requerimientos nutricionales del cultivo del chile rayado	13
2.6.4.- Picor del chile (capsicina)	15
2.6.5.- Propiedades nutricionales	15
2.6.6.- Uso del chile	15
2.6.7.- Importancia económica	16
2.7.- Condiciones Edafológicas Para El Cultivo De Chile Jalapeño Rayado.	17
2.7.1.- Temperatura	17
2.7.2.- Humedad relativa	17
2.7.3.- Luminosidad	18
2.7.4.- Suelo	18
2.8.- Importancia De La Agricultura Orgánica	18
2.9.- Solución nutritiva	19
2.9.1.- Sustrato	20
2.9.2.- Perlita	20
2.9.3.- Vermicompost	21
2.10.- Producción De Hortalizas En Invernadero	22
2.10.1.- Generalidades de los invernaderos	22
2.10.2.- Control de temperatura en Invernadero	23
2.11.- Almacigo o semillero	24
2.12.- Particularidades Del Cultivo	25
2.12.1.- Fecha de siembra	25

2.12.2.- Trasplante	25
2.12.3.- Aporcado	26
2.12.4.- Tutoreo	26
2.12.5.- Riego	26
2.12.6.- Fertilización	26
2.12.7.- Cosecha	27
2.12.8.- Control de maleza	27
2.13.- Principales Plagas Del Chile	27
2.13.1.- Mosquita blanca (<i>Bemisia tabaco</i>) y (<i>Bemisia argentifoli</i>).	27
2.13.2.- Barrenillo de chile (<i>Anthonomus eugenii</i>)	28
2.13.3.- Araña roja (<i>Tetranychus urticae. Uribe</i>)	28
2.13.4.- Gusano soldado (<i>Spodoptera exigua. Luna</i>)	29
2.14.- Principales Enfermedades Del Chile	29
2.14.1.- La peca bacteriana (<i>Xanthomonas campestres</i>)	29
2.14.2.- Sclerotinia (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	29
2.14.3.- Cenicilla (<i>Leveillulataurica</i>).	30
2.14.4.- Mancha gris por (<i>Stemphyliumsolani</i>).	30
III.-MATERIALES Y METODOS	31
3.1.- Localización Geográfica	31
3.2.- Localización del sitio experimental	31
3.2.1.-Clima	31
3.3.- Genotipo utilizado	31
3.4.- Diseño experimental	32
3.5.- Producción de plántula	32
3.6.- Preparación de sustratos	33

3.7.- Trasplante	33
3.8.- Preparación de la solución nutritiva	34
3.8.1- Riego	34
3.9.- Plagas	35
3.10.- Variables evaluadas.	35
3.10.1.- Altura de la planta	35
3.10.2.- Número de flores	36
3.10.3.- Número de frutos por planta	36
3.10.4.- Peso de fruto	37
3.10.6.- Longitud de fruto	37
3.10.7.- Diámetro de fruto	37
3.10.8.- Espesor de pulpa	38
IV.- RESULTADOS Y DISCUSION	39
4.1.- Altura de planta	39
4.2.- Número de hojas	39
4.3.- Número de flores	40
4.4.- Número de frutos	40
4.5.- Longitud de fruto	41
4.6.- Diámetro de fruto	41
4.7.- Espesor de pulpa	41
4.8.- Peso de fruto	42
4.8.- Rendimiento	42
V.- CONCLUSIONES	43
VI.- BIBLIOGRAFÍA	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Estadística de producción mundial.....	9
Cuadro 2. Elementos esenciales para la mayoría de las plantas superiores y concentraciones internas que se consideran adecuadas	14
Cuadro 3. Principales características del compost y vermicompost.	22
Cuadro 4. Requerimientos de temperatura para el chile.....	24
Cuadro 5. Fertilizantes utilizados en la solución nutritiva Steiner al 100%.	34
Cuadro 6. Altura y número de hojas, de jalapeño rayado bajo diferentes sustratos en invernadero UAAAN-UL.	39
Cuadro 7. Número de flores y frutos, de jalapeño rayado bajo diferentes sustratos en invernadero UAAAN-UL.	40
Cuadro 8. Longitud, diámetro y espesor de pulpa, de jalapeño rayado bajo diferentes sustratos en invernadero UAAAN-UL	41
Cuadro 9. Peso de fruto y rendimiento (ton/ha), de jalapeño rayado bajo diferentes sustratos en invernadero UAAAN-UL.....	42

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1. Almacigo	32
Imagen 2. Germinación de plántula	32
Imagen 3. Bolsas con distintos porcentajes de sustratos	33
Imagen 4. Tratamientos	33
Imagen 5. Altura de planta para trasplante	33
Imagen 6. Riego en cada tratamiento	34
Imagen 8. Caída de hojas	35
Imagen 9 . Daños en la hoja	35
Imagen 10. Toma de datos de altura de la planta	36
Imagen 11. Inicio de floración	36
Imagen 14. Peso de fruto	37
Imagen 15. Longitud de fruto	37
Imagen 16. Diámetro de fruto	38
Imagen 17. Corte horizontal del fruto	38
Imagen 18. Grosor de la pulpa	38

I.- INTRODUCCIÓN

La producción hortícola en México ocupa un lugar importante dentro del sector agrícola debido a la fuerte cantidad de ingresos y fuentes laborales que en su totalidad genera. Entre los 10 cultivos hortícolas más importantes del país, se encuentra la calabaza (*cucurbitae pepo*), chile (*capsicum annum*), melón (*cucumis melo*), pepino (*cucumis sativus*) y sandía (*citrullus lannatus*) por la extensión que de estos se siembra y producción que se obtiene (Mata, 2004). El género *Capsicum* pertenece a la familia de las solanáceas y comprende 20 a 30 especies, todas ellas originarios del trópico y subtropico de América, de las cuales algunas son de importancia económica ya que se utilizan principalmente en la alimentación humana (Salinas *et al.*, 2010). En México se encuentra una gran variedad de chile de diferente tipo en cuanto a forma, color, sabor, tamaño y pugnencia (Mojarro & Moreno, 1995).

El chile jalapeño rayado predomina en la huasteca Veracruzana siendo semi domesticado sembrado en traspatio y en reducidas áreas de milpas (Ramírez *et al.*, 2015). En México la región huasteca se encuentra enclavada en el noroeste del país, cubriendo parte del norte de Veracruz, oriente de San Luis Potosí y noroeste de Hidalgo. En sus áreas de vegetación natural se localiza abundante variación de chile (Tabasco), pico de paloma (ozuluamero) mirador pico de pájaro y rayado. En menor escala se localizan variantes de jalapeños espinaltecos y cuaresmeños. Se realizan colectas de los diferentes tipos biológicos para caracterizarlos morfológicamente; en el cual fueron identificadas y caracterizadas 102 accesiones de tipo domesticados y silvestres pertenecientes a 10 grupos raciales, sobresaliendo por su abundancia el piquín y piquín huasteco (Ramírez *et al.*, 2015).

El chile es una de las especies cultivadas más importantes en México y otros países. Uno de los problemas más trascendentes que enfrenta no solo este cultivo, si no la agricultura general es la capacidad del suelo para sostener los cultivos en su máximo desarrollo debido a la pérdida sostenida de su fertilidad (Muñoz *et al.*, 2014). En las últimas décadas, el uso de abonos orgánicos ha

cobrado más importancia por diversas razones, desde el punto de vista ecológico se ha incrementado la preocupación por fomentar las prácticas agrícolas que armonicen con el cuidado del medio ambiente, dándoles un valor agregado a los productos que se obtienen, su precio es mayor que los de la agricultura convencional (Nieto *et al.*, 2002). En nuestro país pocos estudios se han hecho sobre la producción de hortalizas (incluyendo al Chile) bajo invernadero, utilizando sistemas semi-hidropónicos y sustratos autóctonos en contenedores del tipo bolsa del vivero. El uso de sustratos de la región presentan una buena alternativa para la producción hortícola bajo invernadero y más aún porque la disponibilidad de estos se obtiene con facilidad y bajo costo (Mojarro & Moreno, 1995). En este sistema de producción, para proveer a los cultivos de nutrientes necesarios se utilizan fuentes orgánicas propias de la región en nuestro caso que es la Comarca Lagunera los subproductos de la industria ganadera (estiércol) este material debe ser tratado y se puede tener compost, vermicompost y el lixiviado de vermicompost. Estos materiales pueden ser utilizados como abonos y sustratos orgánicos, y también pueden ser utilizados en la elaboración de una solución nutritiva orgánica, por lo cual puede adaptarse a sistemas intensivos de producción en invernadero (Ramírez, 2012).

La modelación del crecimiento de las plantas se ha convertido en una actividad relevante de investigación en la agricultura. Permite tener una forma cuantitativa de la interacción de procesos simultáneos en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Hernández *et al.*, 2011). Los estudios detallados del crecimiento de las plantas permiten cuantificar diferentes aspectos del mismo: la duración del ciclo; la definición de las etapas de desarrollo; y distribución de los foto asimilados por órganos (Azofeifa & Moreira, 2004). La influencia de la temperatura sobre el crecimiento y desarrollo vegetal es muy importante, un cambio de pocos grados propicia un cambio significativo en las tasas de crecimiento. Cada especie o variedad, posee en cualquier conjunto determinado de condiciones de estudio, una temperatura mínima umbral debajo de la cual no crece, una temperatura óptima (o rango de temperatura) en la que crece con una tasa máxima y una temperatura

máxima por arriba de la cual no crecerá. En general, el crecimiento de varias especies está adaptado a temperatura de su ambiente natural (INIFAP, 2006).

Esta riqueza genética de Chile regional se debe en gran parte a la diversidad de factores edáficos, climáticos y a la persistencia de los sistemas tradicionales de los cultivos. Los campesinos han manejado su semilla de Chile durante cientos de años en co-evolución con una gran diversidad de patotipos de enfermedades y plagas, bajo el sistema tradicional los agricultores han adquirido un amplio conocimiento local, producto de la estrecha convivencia que han mantenido a través de los años, con los ambientes que viven y trabajan. México está sufriendo una erosión de germoplasma de Chile debido a: a) la pérdida acelerada de los sistemas y tradiciones de la agricultura tradicional, consecuencia de la implementación de proyectos de modernización rural, b) la pérdida de entradas de *Capsicum* en los bancos de germoplasma y c) el desconocimiento de la diversidad genética que conservan los productores en sus parcelas de cultivo (Latournerie *et al.*, 2001).

1.1 OBJETIVO GENERAL

- ✓ Determinar el mejor sustrato para el crecimiento y producción del chile rayado bajo condiciones de invernadero.

1.2.- JUSTIFICACIÓN

En general el chile jalapeño rayado es un cultivo del cual hay poca información local sobre crecimiento y fenología de la planta. Los estudios detallados de crecimiento de las plantas permiten cuantificar diferentes aspectos del mismo: la duración del ciclo, la definición de las etapas del desarrollo, permiten determinar la producción y fundamentar las prácticas de manejo del cultivo; nutrición, riego y estrategias de protección, entre otras.

En la región huasteca de Veracruz este cultivo está en riesgo de extinción, uno de los problemas más trascendente que enfrenta es la capacidad del suelo para sostener el cultivo en su máximo desarrollo debido a la pérdida sostenida de su fertilidad así como también la existencia de la hormiga arriera (*Atta cephalotes*) que afecta el cultivo en consecuencia, sea despertado el interés por realizar investigaciones que conlleven a conservar las poblaciones de dicho recurso y a garantizar su disponibilidad en distintas temporadas del año, además del valor agregado que se le puede dar a este recurso cuando es cosechado y vendido en maduro o al ser pasado por el proceso del ahumado el cual a este nuevo producto es conocido como el chile chipotle al que en la región le denominan chile seco teniendo un impacto socioeconómico potencial que significa mucho para la comunidad.

Es por eso que el objetivo del trabajo es su crecimiento y producción para que se siga cultivando en la región del Estado de Veracruz y por otro parte sea adaptado en este caso en la región lagunera.

1.3.- HIPÓTESIS

Los sustratos compuestos por arena, vermicompost y perlita afectara el crecimiento del cultivo de chile rayado.

II.-REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.- Origen

En México a todas las especies del género “Capsicum” se les conoce con el nombre de chile cuya palabra se deriva del termino Náhuatl “Chili”. Todas las especies que se cultivaron fueron originarias del continente americano (Mojarro & Moreno, 1995).

La región huasteca en México cubre una extensa zona del norte del país, que comprende el sur de Tamaulipas, norte de Veracruz, oriente de San Luis Potosí y parte noroeste del estado de Hidalgo. En esta zona se establece chile jalapeño y serrano (*Capsicum spp*) en forma intensiva con fines comerciales, cubriendo la demanda del mercado nacional en la temporada otoño-primavera. Esta región presenta además una riqueza en materiales de chile semi-domesticados y silvestres con grandes variaciones en tipo y subtipo. El chile jalapeño rayado predomina en la Huasteca Veracruzana siendo los semi domesticados sembrados en traspatio y en reducidas áreas de milpas, entre el 80% y 90% de la producción se destina a la venta en pequeña escala (mercados ambulantes y tiendas) en estado fresco, seco, encurtido, molido o entero. El resto de la producción se utiliza para autoconsumo (Ramírez *et al.*, 2015).

El chile nativo mexicano comúnmente se cultiva en pequeñas parcelas con manejo tradicional o bien son recolectados de plantas que crecen en huertos de traspatio, cercas, áreas de pastoreo, bosques o áreas naturales y por consiguiente su contenido varía entre variedades locales, regiones geográficas y sistemas de producción (Chávez *et al.*, 2016).

2.1.1.- Domesticación

Antiguamente el hombre recolectaba su alimento directamente del campo, al encontrar lugares que le permitían establecerse. Son consideradas tres etapas que ocurren en la domesticación de las plantas, a) selección y recolección de

material silvestre, b) inicio de la agricultura en la que el hombre recoge semillas silvestres, manteniéndolas por propagación, c) una agricultura avanzada, en donde se desarrollan nuevas formas o tipos de plantas de mayor rendimiento y calidad. Debemos considerar que la domesticación de las plantas es un proceso continuo, pues se han seguido introduciendo nuevas plantas al cultivo agrícola. Considerando que las razas silvestres poseen un número de características fisiológicas que las hacen inadecuadas para una cosecha mecanizada, se resuelve llevando a cabo programas de investigación agronómica y cultivo de plantas, que den como resultado técnica y variedades que permitan una producción segura de semilla de alta calidad para usos nutricionales y farmacéuticos (Almanza, 1998).

2.2.- Clasificación Taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: solanales

Familia: Solanaceae

Género: Capsicum

Especie: *Capsicum annuum*

Subespecie: *C. annuum var annuum* L (Chiagro, 2017)

2.3.- Características Botánicas De Capsicum

La familia de las solanáceas incluye cultivos de importancia económica tales como el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), papa (*Solanum tuberosum*), tabaco (*Nicotina tabacum*), berenjena (*Solanum melongena*L.), Petunia (*Petunia hybrida*), y el género *Capsicum* que incluye a los chiles en 33 especies; de ellas, 28 son

silvestres y cinco (*C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* y *C. pubescens*) domesticadas y cultivadas. La clasificación botánica de *Capsicum* ha sido difícil, debido al alto número de variedades, a la falta de características definidas y a que no existen barreras marcadas para la hibridación de algunas especies por lo que los criterios han variado (Pérez , 2010).

2.4.- Características Morfológicas

2.4.1.- Sistema radicular

Pivotante y profundo (dependiendo de la profundidad y textura del suelo), con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 50 cm y 1 m (Cruz, 2011).

2.4.2.- Tallo principal

Son de porte compacto de 40 a 90 cm de altura y follaje con pubescencia intermedia a abundante (Ramírez *et al.*, 2015). A partir de cierta altura mide 2 a 3 ramificaciones (Cruz, 2011). Presentan dos hábitos de crecimiento, las cuatro ramas son largas y crecen en forma de cruz, las cuales pueden estar en forma horizontal o vertical, las plantas presentan pubescencia en los ápices y producen dos o tres cosechas (Rico, 2003).

2.4.3.- Hoja

Entera, grande y peluda rasposa al tacto de color verde más o menos bajo.

2.4.4.- Semilla

Son aplanadas, redondas y lisas, conserva su poder germinativo en tres o cuatro años, se encuentran insertadas en la placenta cónica de disposición central de color amarillo pálido con longitud variable entre 3 a 5 cm (Cruz, 2011). Una de las estrategias de dispersión de la semilla del chile silvestre es su ingesta por aves (Villalón *et al.*, 2013).

2.4.5.- Flor

Las flores son hermafroditas, pequeñas de color blanco, con cinco pétalos, el número de los órganos florales oscila de 5 a 7 (Ramírez, 2012). La floración en condiciones normales de luminosidad y temperatura, dependiendo también de cultivar suele comenzar cuando la planta tiene 10 y 15 hojas (Mojarro & Moreno, 1995).

2.4.6.- Fruto

El nombre de este subtipo de chile se debe al grado de acorchado (contiene rayas) de su pericarpio, que en la mayoría de los casos supera el 90%. Sus frutos son grandes, con una longitud mayor a 8 cm y un diámetro de 2.4 a 4.2 cm, lo que le da un peso que fluctúa de 35 a 60 g por fruto (Ramírez *et al.*, 2015). El color que toma es un verde con rayas cafés, al madurarse se vuelve de color rojo, la longitud de su fruto es de 6 a 12 cm y tiene un diámetro de 3.3 a 4.2 cm, con un grosor de pericarpio de 5 a 8 mm, con placenta bien distribuida en su interior (Aguilar *et al.*, 2010). La corchosisidad evita que la cutícula del fruto se desprenda durante el proceso de encurtido, pero si es excesiva no son aceptados por la industria o por el mercado en fresco, siendo destinados para la elaboración de chipotle (Mendoza, 2013).

Contiene de 3 a 4 lóculos con pericarpio grueso (de 0.4 a 0.6 cm de espesor) el cual da una buena consistencia, tiene un grado de corchosisidad de (80 a 100%) tanto en el sentido trasversal como el longitudinal (Rico, 2003).

2.5.- Principales Regiones Productoras De Chile Jalapeño

El chile es una especie de gran importancia comercial y es cultivado para su consumo en fresco, seco y en productos procesados, la superficie mundial sembrada de chile asciende a 1.7 millones de hectáreas, con una producción de 25.1 millones de toneladas. Después de china, México es el segundo productor a escala mundial, de acuerdo a la producción obtenida en toneladas le sigue Turquía, Estados Unidos, España e Indonesia, representando juntos el 25% del

volumen mundial producido (Vásquez *et al.*, 2011). La producción en México crece a un ritmo de entre 9.5 y 12 % anualmente (Lujan & Chávez, 2003).

Cuadro 1 Estadística de producción mundial.

País	Area (Hectáreas)	Rendimiento (Ton/ha)	Producción (Toneladas)
China	612, 800	20. 45	12, 531,000
México	140, 693	13, 17	1, 853, 610
Turquía	88, 000	19, 83	1, 745, 000
Estados Unidos	34, 400	28, 42	977, 760
España	22, 500	42, 36	953, 200
Indonesia	173, 817	5, 01	871, 080
Otros	624, 681	=====	6, 083, 848
Total	1, 696, 891	14, 74	25, 015, 498

Fuente: Lira, 2015.

En México se siembran aproximadamente 20 mil hectáreas de jalapeño, superficie que se polariza en dos regiones completamente diferentes en cuanto a condiciones climáticas y grado de tecnificación. Una es la zona productora del trópico húmedo, que comprende una buena parte del Estado de Veracruz y porciones territoriales de Campeche, Oaxaca y Quintana Roo que en conjunto suman 12,000 has, lo anterior se debe que dicha área se establece con materiales criollos o indo cultivares cuya semilla se produce en forma artesanal por los productores, en donde predomina la mezcla de subtipos y el cultivo presenta una alta heterogeneidad en cuanto al tipo de planta, ciclo o forma, tamaño y color de fruto, provocando que disminuya su calidad comercial además de tener baja capacidad productiva. En la región del trópico húmedo se cultivan los criollos veracruzanos, la producción es de temporal y el rendimiento oscila entre 6 y 10 toneladas por hectárea, este se consume en verde o también en seco (Rico, 2003).

Las tres zonas productoras más importantes son:

La cuenca baja del Río Papaloapan, la cual comprende parte de los estados de Veracruz (con 6500 ha) y Oaxaca (2500 ha), en donde el sistema de producción

predominante es el temporal y humedad residual. En esta región, el subtipo de jalapeño más generalizado es el denominado típico o rayado, el cual es el de mayor aceptación comercial.

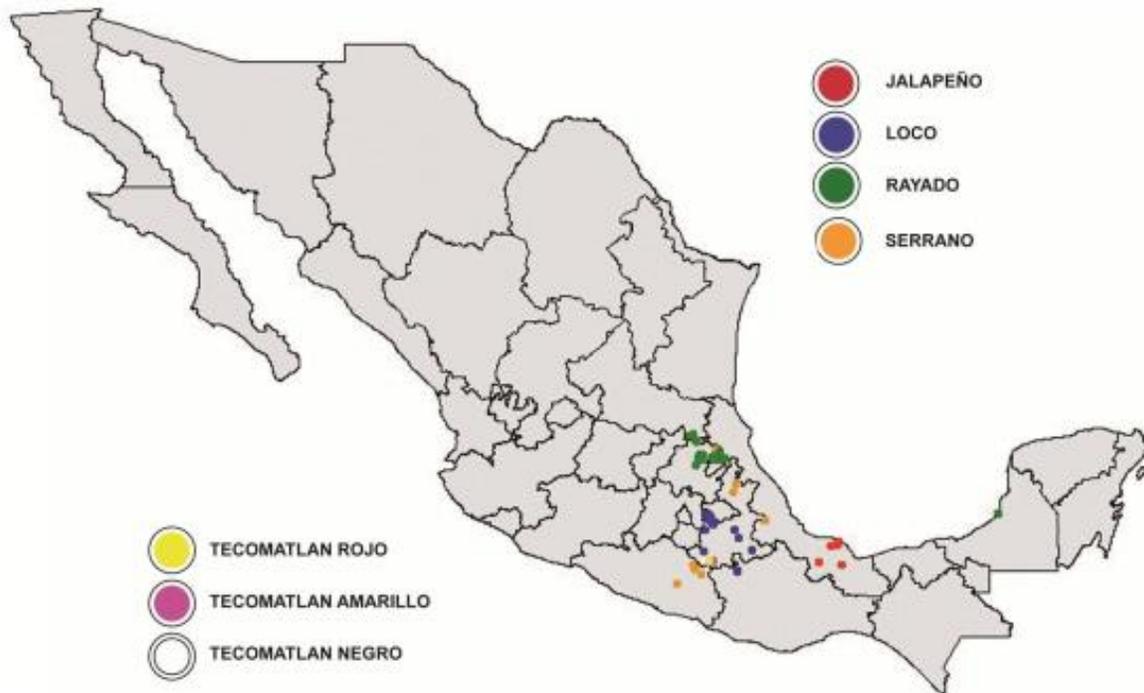
El norte del estado de Veracruz, principalmente en los municipios de Papantla, Espinal y Cazonas en los cuales se siembra una extensión de 3000 ha en humedad residual. En esta zona se siembra el subtipo candelario o peludo y el espinal teco.

La región de Delicias Chihuahua, en donde siembra cultivares de jalapeño procedentes de Estados Unidos de Norteamérica (denominados jalapeño M. Americano y Early jalapeño, y otros en escala menor). Estos chiles se siembran bajo riego (Laborde & Pozo, 1982).

El chile es el segundo cultivo hortícola en importancia económica y social en la comarca lagunera, después del melón, en los últimos cuatro años la superficie plantada se ha incrementado de 911 has en 2002 a 2,384 has, en 2005. La producción de esta superficie de chile tuvo un valor de 98.3 millones de pesos en 2005 y constituye una fuente importante de empleo en la región ya que se necesitan 160 jornales por hectárea por año para su producción (Cruz, 2011). En esta región existen productores de chile con tendencia al uso de fuentes de materia orgánica (MO) como suministro de nutrimentos vegetales, principalmente por la gran cantidad de estiércol, 49 mil toneladas de estiércol seco mensual que en esta región se genera derivado de la producción lechera de cerca de 500 mil cabezas de bovino lechero (Vásquez *et al.*, 2011).

Sin embargo, aun con esa amplia distribución de cultivos y de que México es el país del mundo con la mayor variedad genética de *Capsicum annuum*, curiosamente no es el productor más importante. La baja producción se debe a que casi todas las regiones productoras de chile obtienen muy bajo rendimiento relacionados con el bajo nivel de tecnología y al uso de cultivos criollos. Además los costos en la producción así como el precio del producto de chile son muy altos y hacen que este no pueda competir con el producto de otros países que ofrecen mejores precios (Espinoza, 2010).

Figura 1. Mapa de distribución en México del chile jalapeño, loco, rayado, serrano, tecomatlan-rojo, tecomatlan-amarillo y tecomatlan-negro.



Fuente: Aguilar, 2010

2.6.- Variedades Del Chile Jalapeño

Existe una gran variabilidad entre las poblaciones de chile existentes, predominando siete grandes grupos: el piquín, el piquín huasteco, chilpaya, pico de paloma, mirador, pico de pájaro y rayado. (Ramírez *et al.*, 2015).

2.6.1.- Crecimiento

En general, el chile jalapeño es un cultivo de manejo intensivo del cual hay muy poca información local sobre análisis de crecimiento y fenología de la planta. Los análisis de crecimiento son básicos para comprender mejor los procesos fisiológicos que determinan la producción vegetal y así fundamentar más

racionalmente las prácticas de manejo del cultivo; nutrición, riego, poda, estrategias de protección, entre otras. La obtención de plantas sanas y vigorosas, comienza desde la germinación en el sustrato, que debe tener las condiciones fisicoquímicas y nutrientes adecuadas para su desarrollo (Beltrán *et al.*, 2015).

El crecimiento se define como un incremento constante en el tamaño de un organismo, que está acompañado de dos procesos: morfogénesis y diferenciación. El primero es el desarrollo de la forma o modelo de la célula u órgano. El segundo es el proceso por el cual las células cambian estructuralmente y bioquímicamente para formar o adquirir funciones especializadas. Ambos procesos se pueden medir, la tasa absoluta de crecimiento, en función de la cantidad de materia seca en crecimiento presente y tasa de funcionamiento de esta, en relación con la influencia del ambiente. En la curva de crecimiento de la planta de chile se distinguen 3 etapas: la primera, una fase inicial o logarítmica, donde la planta es joven con un área foliar y un sistema radical reducido. La segunda una fase vegetativa o exponencial donde el crecimiento es rápido y el poder de asimilación de la planta aumenta a medida que sus órganos se desarrollan. La tercera es una fase de estabilización, donde después del inicio de la fructificación ocurre una disminución del crecimiento hasta estabilizarse. La planta reduce su crecimiento vegetativo cuando inicia la fructificación, especialmente cuando los frutos presentan la mayor tasa de crecimiento (Azofeifa *et al.*, 2004).

El crecimiento y desarrollo de las plantas como respuesta a la solución nutritiva del sistema hidropónico, depende de varios factores, el más importante de estos es la concentración de la solución nutritiva, que depende de la cantidad de solutos disueltos (Romero, 2013). Para los efectos del desarrollo y crecimiento deben considerarse los siguientes aspectos: condiciones ambientales del lugar, principalmente clima y suelo; rasgos morfológicos de la variedad (altura y tipo de crecimiento): propósito del cultivo y eficiencia económica de las labores de cultivo (Lujan & Chávez, 2003).

2.6.2.- Rendimiento

El rendimiento es variable de acuerdo, a un conjunto de factores, desde el manejo del cultivo, la variedad sembrada, hasta depender de factores edafoclimáticos donde se situó el área de producción. Para una buena producción es necesario utilizar un sistema de establecimiento, que incluya el trasplante y un arreglo espacial específico, con el fin de asegurar una buena población de plantas (Anguiano, 2010).

El rendimiento y calidad de los cultivos depende de varios factores, entre ellos los internos de la planta, determinados por su genotipo y externos que pueden ser bióticos o abióticos. Los primeros relacionados con las interacciones con los demás organismos del entorno incluso en el subsuelo y factores abióticos como son: clima, suelo calidad del agua y factores nutrimentales, entre otros. Se incluye en los abióticos el factor social como la técnica de producción. De todos ellos algunos salen del control humano (factores ambientales en los cultivos abiertos), otros en alguna medida pueden ser objeto de control de (plagas y enfermedades) (Lira, 2015).

2.6.3.- Requerimientos nutricionales del cultivo del chile rayado

Los criterios principales por los que un elemento puede considerarse esencial o no para cualquier vegetal son dos:

En primer lugar, un elemento es esencial si el vegetal no puede completar su ciclo de vida (esto es, formar semilla viable) en ausencia de tal elemento.

En segundo lugar, un elemento es esencial si forma parte de cualquier molécula o constituyente de la planta que es, en sí mismo esencial para esta (como es el caso del nitrógeno en las proteínas o el magnesio en la clorofila) (Zevada, 2005).

El chile requiere de una aplicación adecuada de fertilizantes para expresar un óptimo rendimiento y calidad (Salazar & Juárez, 2012). Necesita para su crecimiento y desarrollo 17 elementos, conocidos como esenciales, aunque pueden estar constituidos por más de 90 elementos, estos elementos esenciales

se dividen, según la cantidad utilizada por la planta en dos grupos; Macronutrientes que se requieren en grandes cantidades y Micronutrientes necesario en cantidades más pequeñas, los macronutrientes incluyen el carbono (C), Hidrogeno (H), Oxigeno (O), Nitrógeno (N), Fosforo (P). Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S). En el grupo de los micro elementos se encuentra el Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Boro (B), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl), Níquel (Ni) todos ellos son igualmente importantes para el crecimiento de la planta (Ramírez, 2012).

Cuadro 2. Elementos esenciales para la mayoría de las plantas superiores y concentraciones internas que se consideran adecuadas

ELEMENTO	SIMBOLO	FORMA DISPONIBLE AL VEGETAL	CONCENTRACION EN TEJIDO SECO	
			Mg/kg	%
Molibdeno	Mo	MoO_4^{2-}	0.1	0.00001
Níquel	Ni	Ni^{2+}		
Cobre	Cu	Cu^+ , Cu^{2+}	6	0.0006
Zinc	Zn	Zn^{2+}	20	0.0020
Manganeso	Mn	Mn^{2+}	50	0.0050
Boro	B	H_3BO_3	20	0.002
Hierro	Fe	Fe^{3+} , Fe^{2+}	100	0.010
Cloro	Cl	Cl^-	100	0.010
Azufre	S	SO_4^{2-}	1.000	0.1
Fósforo	P	H_2PO_4^- , HPO_4^{2-}	2.000	0.2
Magnesio	Mg	Mg^{2+}	2.000	0.2
Calcio	Ca	Ca^{2+}	5.000	0.5
Potasio	K	K^+	10.000	1.0
Nitrógeno	N	NO_3^- , NH_4^+	15.000	1.5
Oxígeno	O	O_2 , H_2O , CO_2	450.000	45
Carbono	C	CO_2	450.000	45
Hidrógeno	H	H_2O	60.000	6

Fuente: Zevada, 2005.

2.6.4.- Picor del chile (capsicina)

La capsaicina, protagonista principal en la famosa escala Scoville, que mide la intensidad del picor, ha sido objeto de múltiple estudios, programas de cruce y mejoramiento y es de gran importancia para la industria de los alimentos (PAPIME, 2017). Lo da una combinación de alcaloides sin color y olor denominados capsapsinoides o capsicina, que se producen en las glándulas que están en la parte superior de la placenta del chile (Cruz, 2011). Los capsicinoides son compuestos orgánicos de la familia de los alcaloides, los cuales son químicos de origen natural con un grupo funcional nitrogenado básico que se encuentra principalmente en las plantas, la concentración de capsicinoides en chile se mide en unidades Scoville que son el grado de dilución de una solución de azúcar y agua (López *et al.*, 2015).

En la escala de Wilbur Scoville tiene entre 2500 y 10000 unidades, lo que quiere decir que se necesita la misma cantidad de partes de solución para diluir su picor hasta ya no sentirlo en la lengua (ITESO, 2018).

2.6.5.- Propiedades nutricionales

Es una fuente de vitamina A y C, contiene más del doble de vitamina C que los cítricos, además provee de vitaminas E, B1, B2, B3. Tienen alto contenido de potasio y de sodio, además contiene Hierro, magnesio, tiamina, rioflavina y niacina (Zevada, 2005).

2.6.6.- Uso del chile

La mayor parte de su producción es destinada al deshidratado para la elaboración de chipotle. El chipotle se elabora mediante el deshidratado y ahumado lento de los frutos maduros en un horno denominado “copil”, por su aroma y sabor característicos es considerado el chile rayado de muy alta calidad (Aguilar *et al.*, 2010).

Cabe mencionar que el uso del chile no ha sido solo alimenticio. Además se le atribuye algunas propiedades medicinales, pues algunas investigaciones comprueban su efectividad al utilizarlo como anestésico y como estimulantes de la transpiración entre otras. Estimula el apetito, aumenta la orina, aumenta la menstruación y fortalece el estómago, sirve como purgante, seca heridas y llagas infectadas (Zevada, 2005). Actualmente la capsicina se utiliza para combatir el dolor (Cruz, 2011).

Crea en las paredes del estómago una coraza que la protege de los daños que provocan los ácidos y alcohol; existe evidencia que la capsicina puede reducir la presión arterial; en Tailandia encontraron que el chile jalapeño contiene anticoagulantes que permiten a la sangre fluir constantemente reduciendo la posibilidad de un ataque en el corazón. Recientes investigaciones sospechan que la capsicina podría destruir las células cancerígenas antes de que estas causen problemas (Zevada, 2005).

La capsaicina se forma de manera natural y se encuentra en la semilla, venas y el cuerpo del chile. Es usado como repelente en la agricultura y la ganadería menor contra mamíferos depredadores, en la industria tabacalera para mejorar el sabor de ciertas mezclas de tabaco (Aguirre & Muñoz, 2015).

2.6.7.- Importancia económica

Su comercialización en estado verde para consumo directo o para rellenar con diferentes ingredientes, aunque se usa principalmente para la elaboración de chipotle de alta calidad. Entre 80% y 90% de la producción se destina a la venta en pequeña escala (mercados ambulantes y tiendas), en estado fresco, seco, encurtido, molido o entero, el resto de la producción se destina para autoconsumo (Ramírez *et al.*, 2015). A la mayoría de los cultivos domesticados, el chile silvestre no es visto sin valor o inferiores por los agricultores, *C. annuum var. glabriusculum* es cosechada y vendida en el mercado a la par que el chile domesticado con gran aceptación por los consumidores, quienes están dispuestos a pagar precios superiores que los pagan por las especies cultivadas, aun cuando es muy picante porque no provoca irritación ni acidez digestiva (Pérez, 2010).

2.7.- Condiciones Edafológicas Para El Cultivo De Chile Jalapeño Rayado.

El clima es considerado uno de los principales factores que explican los patrones de distribución y variación de muchas especies vegetales, ya sea que actúen directamente sobre los procesos fisiológicos durante el crecimiento y reproducción o indirectamente a través de otros factores ecológicos tales como la competencia por recursos (López *et al.*, 2015).

2.7.1.- Temperatura

El ciclo vegetativo de esta planta depende de la variedad, la temperatura en las diferentes épocas, tales como, germinación, desarrollo, floración, maduración, de la duración del día y de la intensidad luminosa (Ramírez, 2012). El clima predominante es el cálido húmedo con precipitación anual de 600 a 1200 mm, es un subtipo de jalapeño que se distribuye en pequeñas plantaciones ubicadas en altitudes de 100 a 1200 m, como cultivo único (Ramírez *et al.*, 2015). Sin embargo en la temporada de producción es preferible evitar problemas de encharcamiento ya que nos puede ocasionar la aparición de enfermedades fungosas. Se producen en temperaturas cálidas entre 20° C y 29° C y entre 300 a 600 msnm (condiciones óptimas) pero produce buen rendimiento con temperatura de hasta 40°C y desde 60 hasta 1600 msnm (Pérez, 2012).

En el estado de Veracruz, la mayor parte del año se tiene un nivel de humedad relativamente alto por lo que se desconocía si esta condición permitiría la reducción de la temperatura interna y se facilitaría en cambio el desarrollo más dinámico de enfermedades (Puertos *et al.*, 2011).

Con temperatura superior a los 35°C, la fructificación es muy débil o nula, sobre todo si el aire es muy seco (Ramírez, 2012).

2.7.2.- Humedad relativa

La humedad relativa óptima oscila entre el 50% y 70%. Humedad relativa muy elevada favorece el desarrollo de enfermedades aéreas y dificulta la fecundación,

sin embargo la temperatura alta y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y frutos (Pérez, 2012).

2.7.3.- Luminosidad

Es una planta muy exigente en cuanto a luz se refiere, sobre todo en estados de desarrollo y durante a floración (Pérez, 2012). La baja luminosidad incrementa la abscisión floral y afecta la tasa fotosintética, partición de asimilados y metabolismo de azúcar en los tejidos de la fuente (Rivera, 2013).

2.7.4.- Suelo

El suelo sobre el que se desarrolla es de tipo feozem, se caracteriza por su capa superficial rica en nutrientes y materia orgánica, son de profundidad muy variable; cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos se utilizan para siembras de riego o temporal en terrenos, los feozems menos profundos situados en laderas o con ligeros lomeríos, en las faldas y áreas accidentadas montañosas de la sierra madre oriental, en la mayor parte de los casos el suelo es pedregoso (Ramírez *et al.*, 2015).

2.8.- Importancia De La Agricultura Orgánica

La agricultura orgánica se encuentra en una fase de crecimiento desde hace un par de décadas, incrementándose con mayor intensidad en los años más recientes, este sistema de producción utiliza insumos naturales y abonado orgánico como base de las prácticas de manejo (Vásquez *et al.*, 2011). Actualmente se practica en 22.8 millones de hectáreas que se localizan en 106 países dentro de los cuales destacan Australia, Oceanía (10.6 millones de hectáreas), y Argentina (3.2 millones de hectáreas). Se inició en la región de Soconusco en 1993, en la Finca Irlanda localizada en Tapachula Chiapas. Tuvo un crecimiento en superficie bastante acelerado pasando de 54,457 has en 1998 hasta 143,154 has en 2003 (Díaz, 2013).

La agricultura orgánica, mediante la aplicación de abonos elaborados, uso de coberturas verdes, implementación de técnicas de conservación de agua y suelo,

y utilización racional de los recursos disponibles de cada región geográfica, mejora las características químicas, físicas y biológicas del suelo y nutrición de las plantas (Ramírez, 2012). Actualmente se ha hecho gran número de trabajos encaminados a determinar una dosis de composta para la producción de hortalizas, el objetivo general que se persigue en la mayoría de los trabajos, que se han desarrollado a lo largo de las últimas décadas es obtener una dosis de aplicación de abonos orgánicos que iguale o supere los rendimientos del cultivo (Muñoz *et al.*, 2012).

La agricultura orgánica es una alternativa para la producción sostenida de alimentos limpios y sanos puesto que es un sistema de producción, en el cual no se utilizan insumos contaminantes para las plantas, ser humano, agua, suelo y medio ambiente (Rodríguez *et al.*, 2007).

La materia orgánica incorporada al suelo es la responsable de los cambios físicos que se dan en este, particularmente en la estructura, aumento de la porosidad y permeabilidad y por ende la retención del agua. Sin embargo los efectos de la materia orgánica sobre las propiedades físicas y biológicas del suelo son debida principalmente a la actividad de los organismos (fauna y micro biota) que están presentes en esta, y también a las de las poblaciones de organismos en el suelo que se ven afectadas por dicha materia orgánica, la importancia en el suelo es grande no solo mejora las propiedades físicas y químicas de la tierra si no también el desarrollo de los cultivos (Fortis *et al.*, 2012).

2.9.- Solución nutritiva

La solución nutritiva consiste en agua con oxígeno y nutrientes esenciales en forma iónica, es necesario que la solución nutritiva tenga un balance adecuado, para que las plantas absorban los nutrimentos; en caso contrario se producirá un desequilibrio entre los nutrimentos, lo que dará lugar a un exceso o deficiencia de los cultivos y afectara su producción (Ramírez, 2012).

Los fertilizantes de uso más extendido son los abonos simples en forma de solidos solubles (nitrato cálcico, nitrato potásico, nitrato amónico, fosfato mono potásico,

fosfato mono amónico, sulfato potásico, sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico y ácido nítrico), debido a su bajo costo y a que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva, aunque existen en el mercado abonos complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente, solos o en combinación con los abonos simples, a los equilibrios requeridos en las distintas fases del desarrollo (Díaz, 2013).

Esta solución nutritiva clasifica a los nutrimentos según su carga eléctrica. Los aniones (carga negativa) considerados son el fosfato (H_2PO_4^-), el nitrato (NO_3^-) y el sulfato (SO_4^-), mientras los cationes (carga positiva) considerados son (K^+), (Ca^{++}) y magnesio (Mg^{++}). Steiner propuso que debe existir una relación entre estos aniones y cationes para que las plantas puedan aprovecharlas al máximo. La relación entre los aniones deben oscilar entre 50-70% de (NO_3^-), 3-20% (H_2PO_4^-) y 24-40% de (SO_4^-), para el caso de los cationes 30-40% de (K^+), 35-55% de (Ca^{++}) y 15-30% de (Mg^{++}) (Rivera, 2013). El pH apropiado para una solución nutritiva y para el desarrollo óptimo de un cultivo varía entre 5 y 6. La respuesta de las plantas en crecimiento y desarrollo a la solución nutritiva depende de varios factores, el más importante de estos es la concentración total de iones, expresada como presión osmótica de la solución nutritiva (Ramírez, 2012)

2.9.1.- Sustrato

Los cultivos sin suelo requieren de ciertas condiciones y medios para llevar a cabo y lograr un aumento en la producción. El sustrato adecuado para el desarrollo de los cultivos es aquel capaz de retener suficiente agua, aire, elementos nutritivos en forma disponible para las plantas. El uso de sustratos en la agricultura es común en los cultivos intensivos, especialmente en los invernaderos, teniendo como ventajas principales que permiten, el control y monitoreo (Ramírez, 2012).

2.9.2.- Perlita

Para el caso de los sustratos inertes, podemos mencionar la perlita siendo las características siguientes: material de origen volcánico y tiene la capacidad de

absorber de tres a cuatro veces su peso en agua, carece de capacidad de tapón, y de intercambio catiónico, con diámetros de partículas de 0 a 1.5 mm y densidad de 80 a 90 kg m⁻¹ (Ramírez, 2012). La perlita hortícola ha sido utilizada con éxito en muchas aplicaciones como componente de medios de cultivos para una cantidad de cosechas (Mojarro & Moreno, 1995).

2.9.3.- Vermicompost

Entre los abonos orgánicos empleados en diversos sistemas de producción destaca la vermicompost, producida por la ingestión de compuestos orgánicos por lombrices. El uso de vermicompost, generada a partir de diversos residuos orgánicos, se ha incrementado en diferentes regiones del mundo como abono de alta calidad, contiene sustancias activas que actúan como reguladoras de crecimiento, posee gran CIC, así como alto contenido de ácidos húmicos, además de gran capacidad de retención de humedad, porosidad elevada que facilita la aireación, drenaje del suelo y medios de crecimiento (Rodríguez *et al.*, 2007). Los valores más altos de producción de chile jalapeño se obtienen en los tratamientos abonados con vermicompost con 38.2 Mg/ha de producción de chile verde, valor más alto de rendimiento que los tratamientos que son abonados con gallinaza o fertilizados sintéticamente, esto se debe a que los abonos orgánicos proporcionan a la planta algunos beneficios como mayor retención de humedad, el sustrato a base de vermicompost al inicio de la cosecha fue el que menos frutos por planta obtuvo (3.5 frutos por planta en promedio); sin embargo produjo en promedio 13.8 frutos por planta en la tercera cosecha, siendo que ningún otro sustrato sobrepaso los 10 frutos en ninguna cosecha (Ríos *et al.*, 2014). Es un abono de orgánico de alta calidad, que lo hace prácticamente insuperable, y puede incrementar hasta un 300% en el rendimiento, afecta favorablemente la germinación de la semilla y el desarrollo de las plantas. Aumenta notablemente la altura de las especies vegetales en comparación con otros ejemplares de la misma edad (Díaz, 2013).

Cuadro 3. Principales características del compost y vermicompost.

Parámetro	Compost		Vermicompost	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Capacidad de retención de humedad (g agua/100 g)	107	121	166	199
Materia orgánica	6.22	61	8.61	81.8
Humedad (% peso seco)	20	81.1	27.0	89.8
Porosidad Total (%)	40	80	50.2	81
Aireación (%)	10	45	10.04	45
Contenido de C (%)	14.91	70.3	18.5	43.8
Relación C/N	7.05	17.10	8.13	24.4
pH	5.7	8.5	5.3	7.78
CIC (cmol _c kg ⁻¹)	20.30	31.10	8.5	55
CE (dS m ⁻¹)	0.34	13.4	0.78	5.62
N total (%)	0.35	4.63	0.48	3.1
NO ₃ ⁻ (mg kg ⁻¹)	15	769	345	4525
Ca ²⁺ (%)	0.60	11.02	0.62	8.6
Na ⁺ (%)	0.05	0.84	0.08	0.12
Mg ²⁺ (%)	0.27	1.87	0.13	0.80
K ⁺ (%)	0.3	3.3	0.21	6.8
Cl ⁻ (μg g ⁻¹)	523	7207	723	15200
Índice de germinación para berro (%)	54	83	26	95
Densidad aparente (mg m ⁻³)	0.3	0.7	0.33	0.57
Evolución de CO ₂ (mg CO ₂ -C kg ⁻¹ compost-C día ⁻¹)	100	5000	88	4000

Fuente: Márquez, 2012.

2.10.- Producción De Hortalizas En Invernadero

La producción en invernadero permite un mejor control de clima, dentro de esta estructura, mejorando las condiciones para el desarrollo de las especies vegetales, lo que se traduce en una mejora de las condiciones para el desarrollo de las especies vegetales, permite al agricultor el control de la temperatura, y cantidad de luz (Ramírez, 2012).

2.10.1.- Generalidades de los invernaderos

Un invernadero es una instalación cubierta y abrigada artificialmente con material transparente para proteger las plantas de la acción de los fenómenos ambientales, están formados por una estructura o armazón ligero (metálico, madera, hormigón) sobre el cual se asienta una cubierta de material transparente (polietileno, copo

limero, policarbonato, poli cloruro de vinilo, poliéster, cristal), y puertas para el servicio de invernadero (Ramírez, 2012).

2.10.2.- Control de temperatura en Invernadero

El régimen de temperatura registrado durante el periodo del cultivo afecta significativamente el desarrollo y productividad del cultivo de chile por lo que es importante el manejo de temperatura dentro del invernadero, también se debe tratar de mantener una temperatura constante en invernadero de 18 ° a 22° en el día y de 12° a 16° durante la noche (Reveles *et al.*, 2010). La alta temperatura que se alcanza en el interior de los invernaderos durante las horas centrales del día, obliga a realizar un sombreo en las primeras etapas de la plántula, con malla sombra, con el objeto de facilitar el enraizamiento y posterior desarrollo de la planta, cuando la planta ha alcanzado su crecimiento y desarrollo se hace necesario quitar dicho sombreo, ya que se produce desequilibrio entre la temperatura y luz que provoca una caída de flores y un crecimiento aislado de la planta (Mojarro & Moreno,1995).

Cuadro 4. Requerimientos de temperatura para el chile.

REQUERIMIENTO	RANGO
Temperatura mínima de germinación	12-15°C
Temperatura máxima de germinación	20-30°C
Temperatura óptima de sustrato	15-20°C
Temperatura óptima de día	22-28°C
Temperatura óptima de noche	16-18°C
Temperatura mínima letal	0-4°C
Humedad relativa óptima	65-70%
pH del suelo	6.5-8
Días a emergencia	8-10

Fuente: Mojarro y Moreno, 1995.

2.11.- Almacigo o semillero

Un almacigo (también llamado plantero, vivero o semillero) es una parcela de superficie reducida que se localiza en un lugar adecuado con facilidades de manejo y cuidados donde se cultivan plantas para trasplante en el terreno o parcela en que completaran su ciclo productivo, las ventajas es que se pueden sembrar sin preparar el terreno definitivo y de esa manera adelantar las plántulas; la germinación y desarrollo de la plántula se realiza en condiciones de humedad y temperatura adecuada, se puede tener control de crecimiento de la plántula a través de prácticas de manejo (Reveles *et al.*, 2010).

2.12.- Particularidades Del Cultivo

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta que a su vez dependerá de la variedad comercial. La distancia más frecuente empleada entre plantas es de 20.-70 cm y una distancia entre surcos de 60- 1.20 m. Aunque lo más recomendado es de 92 cm entre surcos y 20-30 cm entre plantas, en cultivo bajo invernadero la densidad de plantación suele ser de 20.000 a 25.000 plantas por ha, al aire libre se suele llegar hasta las 60.000 plantas por ha (Rivera, 2013).

2.12.1.- Fecha de siembra

La mejor época de siembra es en el mes de Noviembre en almacigo, y para el trasplante el mes adecuado es en marzo tiempo adecuado por la época de lluvia, solo se siembra cada año.

Para sembrar una hectárea la cantidad de semilla necesaria es de 200 a 400 g (1 g aproximadamente 200 semillas). En los semilleros lo recomendado es sembrar entre 0.5 y 1g de semilla por metro cuadrado de semillero, la semilla se siembra seguida, en hileras separadas entre 15 y 20 cm (DGI EA, 2010). El cultivo de chile se siembra como cultivo único en 90% de área sembrada, el otro 10% se siembra como cultivo asociado, preferentemente maíz y frijol. Con el fin de usar más eficientemente el terreno en las primeras etapas de los frutales perenes (Laborde & Pozo, 1982).

2.12.2.- Trasplante

El chile es trasplantado ya que es más barato, menos peligro por virus y menos problemático que la siembra directa. Las plántulas en almacigo se producen aproximadamente en 90 días, el trasplante es durante la mañana teniendo el suelo húmedo. Se trasplanta cuando ya ha adquirido de 9 a 12 hojas verdaderas y cuando llegan a medir 30 cm de largo. La densidad recomendada en el almacigo es de 500 plantas/m² con el fin de tener plantas vigorosas y sanidad deseable (Montes, 2010). En esta zona se trasplanta el chile en los meses de febrero,

después podemos encontrarlo en asociación con los cultivos de maíz (Manzo *et al.*, 2014).

2.12.3.- Aporcado

Practica que se utiliza en cultivos en suelo y consiste en cubrir con tierra o arena parte del tronco de la planta para reforzar su base, favorece el desarrollo radicular y elimina maleza (Rivera, 2013).

2.12.4.- Tutoreo

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida, que le permite soportar la carga de frutos y evita que las hojas toquen al suelo, mejorando así la aireación de la planta, favoreciendo el aprovechamiento de la radiación (Rivera, 2013)

2.12.5.- Riego

El manejo del agua constituye un factor de vital importancia en el logro de plántulas de calidad, ya que el manejo del riego puede favorecer la aparición de enfermedades (Reveles *et al.*, 2010).

El chile jalapeño rayado es un cultivo de alto requerimiento de agua. Pero tiene el problema que el sistema radicular no es vigoroso y resistente lo cual no le permite ser eficiente en la obtención de agua ni tiene capacidad de soportar exceso. Cada productor elige su sistema de riego o su método, cualquiera es bueno, utilizándose de forma correcta (Cruz, 2011).

2.12.6.- Fertilización

Para obtener un buen rendimiento y calidad de producto la fertilización es importante en los cultivos hortícolas. Esta actividad inicia desde los 5 días después de que la planta ha sido establecida en el campo o cuando inicia la formación de las raíces absorbentes. Algunas de las fórmulas que se aplican son (46-00-00, 15-30-15, 14-48-00, 12-61-00, 18-18-18). En esta etapa el aporte del

fosforo es muy importante ya que la planta lo necesita para la formación de la raíz (Martínez & Moreno, 2009).

2.12.7.- Cosecha

La cosecha se inicia a los tres meses después del trasplante, prolongándose hasta por tres meses más (DGIEA, 2010). La cosecha inicia en el mes de junio terminando en julio, aproximadamente. Es importante mencionar que la cosecha y el secado se va haciendo simultáneamente, evitando que el chile se maltrate y pierda su color. Cuando se cosecha debe maduro denotando en un color rojo y su rayado característico (Manzo *et al.*, 2014).

La cosecha de chile es manual, cuando la producción se destina para el deshidratado, en general los cortes se van realizando a medida que los frutos cambian de verde a rojo (Montes, 2010).

2.12.8.- Control de maleza

Esta labor se realiza con la finalidad de eliminar la maleza que está compitiendo con el cultivo en la absorción de nutrientes y son hospederos de plagas y enfermedades. La maleza se puede eliminar en forma manual, tractor o aplicando algún herbicida selectivo que no cause daño a los cultivos. Los herbicidas más comunes en Chile son Select y Fusilade debido a que son selectivos para maleza de hoja angosta. Otros herbicidas recomendados son el gramoxone y glyphosato para el control de maleza de hoja ancha y angosta (Martínez & Moreno, 2009).

2.13.- Principales Plagas Del Chile

Las plagas aquí mencionadas no son todas las que pueden afectar al cultivo así que siempre hay que monitorear (muestrear al menos 2 veces por semana) sus cultivos para no tener pérdida por algo que pueda ser controlado (Cruz, 2011).

2.13.1.- Mosquita blanca (*Bemisia tabaco*) y (*Bemisia argentifoli*).

La importancia de esta plaga se debe a su capacidad de transmitir enfermedades víricas, que pueden causar la pérdida total o parcial del cultivo cuando las ninfas y

los adultos se alimentan y causan pérdida de rendimiento y calidad de los frutos al excretar mielecilla lo cual propicia el desarrollo del hongo de la fumagina, lo que ha originado la disminución de la superficie sembrada y del cambio a cultivos menos remunerativos con su consecuente problema social (Cruz, 2011).

2.13.2.- Barrenillo de Chile (*Anthonomus eugenii*)

Es una de las plagas más destructivas del Chile, una infestación temprana y severa puede destruir toda la cosecha. El daño primario es causado por las larvas en botones florales y frutos inmaduros. Los síntomas de un fruto infestado son pedúnculos amarillos y cenizos, los cuales llegan a marchitarse en el punto de unión con la planta, lo que ocasiona la caída del fruto, algunos frutos son tan rojos o amarillos prematuramente y pueden quedar deformes y pequeños antes de caer al suelo, estos tienen la semilla y tejidos placentales de color negro como resultado de la alimentación de las larvas. Los adultos también causan daño físico al picar los botones y frutos inmaduros para su alimentación (Cruz, 2011).

2.13.3.- Araña roja (*Tetranychus urticae*. Uribe)

Es la más común en los cultivos hortícolas protegidos en la provincia de Almería, pero la biología, ecología y daños causados son similares, por lo que se abordan tres especies de manera conjunta. Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteas duras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas (Pérez, 2012). Es muy pequeño, de forma ovala, difícil de observar a simple vista y se encuentra en el envés de las hojas, es de color café amarillento con manchas oscuras en el dorso y ataca principalmente las hojas inferiores en las que produce un punteado amarillo a lo largo de las venas (DGIEA, 2010). Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso defoliación. Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos. La temperatura elevada y la escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga (Pérez, 2012).

2.13.4.- Gusano soldado (*Spodoptera exigua*. Luna)

Causa daño al follaje como a los frutos en muchas hortalizas (tomate, chile, tomatillo, melón etc.) aunque el gusano soldado es devorador de follaje también llega a introducirse en el fruto. El adulto es una palomilla de hábito nocturno lo cual oviposita cientos de huevecillos, los cuales eclosionan dando origen a las larvas, las cuales comienzan alimentarse con gran voracidad (Pérez, 2012).

2.14.- Principales Enfermedades Del Chile

Con las enfermedades usamos un manejo distinto al de las plagas ya que la infección inicial de la enfermedad ya pasó mientras que los insectos son más visibles y cuantificables. Por esta razón con las enfermedades seguimos un proceso distinto (Pérez, 2012).

Se realizan aplicaciones preventivas de fungicidas de contacto hasta ver síntomas de enfermedades. Al detectar síntomas de enfermedad se empiezan aplicar fungicidas sistémicos con fungicidas de contacto mezclados (Lardizábal, 2002).

2.14.1.- La peca bacteriana (*Xanthomonas campestris*)

Es una de las enfermedades que atacan al chile y pueden ocasionar la pérdida total del cultivo. Puede atacar al follaje, frutos y tallo si se deja sin control o si el clima es favorable para el desarrollo de esta enfermedad. Como su nombre lo dice es una peca que se forma en el follaje y al juntarse varias de ellas dan un aspecto de quemado. Es tan virulenta esta enfermedad que la planta en defensa seca y bota la hoja afectada (Cruz, 2011).

2.14.2.- Sclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Es un hongo que causa marchitez a la planta pero no daña el sistema radicular como los otros dos tipos de marchitez, si no el tallo de la plántula a nivel de cuello (donde el tallo entra al suelo) (Cruz, 2011).

2.14.3.- Cenicilla (*Leveillulataurica*).

La cenicilla es otra de las enfermedades principales del Chile. Esta enfermedad se caracteriza por el tejido blanco que forman por debajo de las hojas. Es una enfermedad destructiva difícil de poner bajo control; en las hojas principalmente en las inferiores, el hongo produce pequeñas manchas de color blanco de apariencia polvosas compuesta de esporas que emergen en las estructuras del hongo, la falta de follaje impide el desarrollo normal de la planta e incrementa el daño. Si la defoliación es severa, el número y tamaño de frutos se reducirá (Lira, 2015).

2.14.4.- Mancha gris por (*Stemphylium solani*).

Se manifiesta principalmente en las hojas jóvenes, en donde aparecen pequeñas manchas de color café claro de uno o de dos milímetros de diámetro. Al madurar las hojas, las manchas se hacen más grandes y en las orillas de las manchas se presenta un color café rojizo y el centro blanco. Las manchas generalmente tienen un tamaño que fluctúa entre tres a cinco milímetros de diámetro. El clima húmedo y frío de noviembre a febrero, favorece el desarrollo de la enfermedad. En clima árido la enfermedad puede llegar a ser problemática donde hay periodos de rocío o si se riega por aspersión (Lira, 2015).

III.-MATERIALES Y METODOS

3.1.- Localización Geográfica

El municipio de Torreón se encuentra en la zona norte del estado de Coahuila, la posición geográfica que tiene este municipio, es entre las coordenadas 25° 32' 40" latitud norte y 103° 26' 33" longitud oeste. La extensión superficial del municipio de Torreón es de aproximadamente 1,947.7 kilómetros cuadrados. Cuenta con una latitud promedio de 1120 msnm (Inafed, 2017).

3.2.- Localización del sitio experimental

El presente experimento se realizó en el ciclo otoño-invierno del año 2017 en los meses de Noviembre - Junio, en un invernadero de mediana altura con dimensiones de: 23 metros de largo por 9 metros de ancho y 14.70 metros de altura, de base acero galvanizado cubierto de plástico, cuenta con dos extractores para el control de humedad, del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna la cual se localiza en el periférico y carretera a Santa Fe, km 1.5, en Torreón Coahuila, México.

3.2.1.-Clima

El clima en el municipio es de subtipo seco semicálido; la temperatura media anual es de 20° a 22°C y la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 100 a 200 milímetros en la parte noreste, este y suroeste y de 200 a 300 en la parte centro norte y noroeste y la evaporación media anual es 158.55 mm; los vientos predominantes tienen dirección sur con velocidades de 27 a 44 km/h. La frecuencia de heladas es de 0 a 20 días y granizadas de 0 a 1 día en la parte norte-noroeste, sur-oeste, y 1 a 2 días en la parte sureste (Inafed,2017).

3.3.- Genotipo utilizado

La variedad utilizada de jalapeño fue criolla.

3.4.- Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un diseño de bloques al azar, con tres tratamientos y un testigo; con 10 repeticiones cada uno. La parcela experimental fue 40 bolsas de 20 kg. El cultivo de chile rayado fue evaluado bajo 3 tratamientos de arena, vermicompost y perlita y un testigo: T1= 50% arena+ 40% vermicompost + 10% perlita; T2= 60% arena+ 30% vermicompost + 10% perlita; T3= 70% arena+ 20% vermicompost + 10% perlita; Testigo= 90% arena + 10% perlita, el testigo se fertilizo con la solución nutritiva (Steiner) Cuadro 5; 1lt por bolsa y los tratamientos se regaron con 1 Lt de agua natural.

3.5.- Producción de plántula

La germinación de plántulas de chile rayado se realizó en un almacigo en el municipio de Zontecomatlán, Veracruz; que se encuentra ubicado en la zona norte del Estado, en las coordenadas 20° 46´ latitud norte y 98° 20´ longitud oeste, a una altura de 50 msnm, su clima es templado-húmedo con una temperatura promedio de 18°C; su precipitación pluvial media anual es de 1,272.7 mm (Inafed, 2017). Se germino la semilla el 18 de Diciembre del 2016.



Imagen 1. Almacigo



Imagen 2. Germinación de plántula

3.6.- Preparación de sustratos

Se realizaron las mezclas de vermicompost, perlita y arena con los porcentajes mencionados anteriormente, colocándolos en bolsas de polipropileno de 20 Kg, posteriormente se regaron para que tuvieran humedad y poder trasplantar.



Imagen 3. Bolsas con distintos porcentajes de sustratos

3.7.- Trasplante

La fecha de trasplante se realizó el 10 de enero del 2017, cuando las plántulas tenían una altura aproximadamente de 12 a 15 cm, y de 5 a 6 hojas verdaderas. La separación entre hileras fue de 60 cm, se pusieron a hilera sencilla, espaciadas a 30 cm entre planta y planta.



Imagen 5. Altura de planta para trasplante



Imagen 4. Tratamientos

3.8.- Preparación de la solución nutritiva

En la preparación de la solución nutritiva al 100% se utilizaron los fertilizantes comerciales que se presentan en el Cuadro 5. Los cuales se disolvieron en un tambo de 200 litros de agua, se pesaron y se agregaron los nutrientes al tambo disolviéndolo suavemente. Se midió el pH para verificar que estuviera en el rango óptimo de 5.5 a 6.5, al igual se midió la conductividad eléctrica para verificar que estuviera a 2.8 ms cm.

Cuadro 5. Fertilizantes utilizados en la solución nutritiva Steiner al 100%.

Nombre	Formula	gramos de nutrientes
Nitrato de calcio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	46.36
Nitrato de potasio	KNO_3	144.57
Nitrato de magnesio	MgNO_3	54.49
Sulfato de magnesio	MgSO_4	42.944
Ácido fosfórico	H_2fO_4	13.4

3.8.1- Riego

Se aplicó un litro de agua por bolsa todos los días, desde el trasplante al inicio de la floración y 2 litros de agua cada tercer día desde la etapa del inicio de la floración hasta la cosecha, en el caso del testigo se aplicó 1 litro de solución por día.



Imagen 6. Riego en cada tratamiento

3.9.- Plagas

Las plagas que se presentaron durante la etapa de crecimiento y floración de la planta fueron mosquita blanca y araña roja para lo que se aplicó; Diazinon; ingrediente activo, organofosforado no sistémico con actividad insecticida y acaricida; 1 ml por litro de agua aplicándolo en las hojas de la planta. El ataque de la araña roja afectó las hojas pintándolas de puntos cafés ocasionando la caída de las mismas, una baja floración que resulto en menor producción.



Imagen 8 . Daños en la hoja



Imagen 7. Caída de hojas

3.10.- Variables evaluadas.

Las variables evaluadas fueron; altura de planta, número de flores, número de frutos, peso de fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto, espesor de pulpa.

3.10.1.- Altura de la planta

La altura de la planta se tomó semanalmente, utilizando una cinta métrica de 5 metros, la altura se midió desde la base del tallo hasta el punto de crecimiento.



Imagen 9. Toma de datos de altura de la planta

3.10.2.- Número de flores

La floración inicio el 15 de abril del 2017 a los 96 días después de la siembra, se contó el número de flores semanalmente.



Imagen 10. Inicio de floración

3.10.3.- Número de frutos por planta

El número de frutos se obtuvo después de que las flores abrieran, los cuales se contaron cuando estos tenían un tamaño en que ya no se pudieran caer, y observando que tuvieran un grado de (acorchado) es decir que presentara venas o rayas en la superficie de la piel del chile.



Imagen 12. Crecimiento del fruto



Imagen 13. Grado de acorchosidad.

3.10.4.- Peso de fruto

El peso del fruto se obtuvo en una báscula digital, se midió en gramos por fruto.



Imagen 11. Peso de fruto

3.10.6.- Longitud de fruto

Se realizó con un vernier digital, determinando la longitud de cada fruto.



Imagen 12. Longitud de fruto

3.10.7.- Diámetro de fruto

Para obtener este dato se utilizó el vernier.



Imagen 13. Diámetro de fruto

3.10.8.- Espesor de pulpa

El fruto se cortó a la mitad y con un vernier se midió el espesor de la pulpa.



Imagen 14. Corte horizontal del fruto



Imagen 15. Grosor de la pulpa

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.- Altura de planta

La altura de la planta se presenta en el Cuadro 6. El análisis estadístico detectó diferencia altamente significativa entre tratamientos. La mayor altura se presentó en el tratamiento 1 con 81.25 cm, los tratamientos 2, 3 y testigo no presentaron diferencia entre ellos. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Cruz, (2011) que obtuvo la mayor altura de la planta cuando el porcentaje de vermicompost fue alto, obteniendo resultados de 45.33 cm de altura, siendo el tratamiento con 40% de vermicompost el porcentaje más alto aplicado en los tratamientos en este estudio.

4.2.- Número de hojas

La producción de hojas en los tratamientos se presenta en el Cuadro 6. El análisis estadístico encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos. El tratamiento 1 y 3 presentaron el mayor número de hojas con 51.12 y 37.25 respectivamente siendo estadísticamente iguales. El tratamiento 2 y testigo presentaron menor número de hojas con 32.75 y 23.62 respectivamente. Sin embargo fueron estadísticamente similares al tratamiento 3.

Cuadro 6. Altura y número de hojas, de jalapeño rayado bajo diferentes sustratos en invernadero UAAAN-UL.

Tratamiento	Altura (cm)	Número de hojas
T1	81.250 a	51.124 a
T2	52.512 b	32.750 b
T3	61.124 b	37.250 ab
Testigo	52.750 b	23.624 b
CV (%)	24.15	35.44
P-Valor	0.0003	0.0003

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes prueba Tukey<0.01.

4.3.- Número de flores

La producción de flores en los tratamientos evaluados se presenta en el Cuadro 7. El análisis estadístico presentó diferencia altamente significativa. El tratamiento 1 y testigo presentaron número de flores de 5.35 y 4.05 siendo iguales estadísticamente. Los tratamientos 2 y 3 presentaron menor producción de flor con 3.18 y 3.90 respectivamente. Sin embargo fueron estadísticamente similares al testigo.

4.4.- Número de frutos

En número de frutos, el análisis estadístico no detectó diferencia significativa entre tratamientos Cuadro 7. Los tratamientos 1, 2 y 3 presentaron el mismo número de frutos, mientras que el testigo solo presentó desarrollo vegetativo debido al alto contenido de nutrientes y daños originados por la presencia de la araña roja (*Tetranychus urticae*), por lo cual no hubo fructificación.

Cuadro 7. Número de flores y frutos, de jalapeño rayado bajo diferentes sustratos en invernadero UAAAN-UL.

Tratamiento	Número de flores	Número de frutos
T1	5.3540 a	1.200 a
T2	3.1850 b	1.3320 a
T3	3.9050 b	1.000 a
Testigo	4.0510 ab	/
CV (%)	27.73	16.75
P-Valor	0.0016	0.0599

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes prueba Tukey <0.01 (o) Tukey >0.05.

4.5.- Longitud de fruto

La longitud de fruto se presenta en el Cuadro 8. El análisis estadístico encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos. El tratamiento 2 presentó la longitud de fruto mayor con 7.95 cm, siendo igual estadísticamente al tratamiento 1 con 6.92 cm, en cuanto al tratamiento 3 fue igual estadísticamente al tratamiento 1. Resultados superiores a los obtenidos por Lujan & Chávez, (2003) que obtuvieron una longitud de 6.1 cm.

4.6.- Diámetro de fruto

En diámetro de fruto, el análisis estadístico detectó diferencia altamente significativa entre tratamientos Cuadro 8. Los tratamientos 1 y 3 fueron iguales con resultados de 2.51 y 2.50 cm respectivamente, no habiendo diferencia con los resultados obtenidos por Lujan & Chávez, (2003) que obtuvieron un diámetro de 2.4 cm. El tratamiento 2 presentó el menor diámetro de fruto con 2.22 cm.

4.7.- Espesor de pulpa

El análisis estadístico detectó diferencia altamente significativa entre los tratamientos Cuadro 8. El mayor espesor se presentó en el tratamiento 1 con 0.50 cm, mientras que en los tratamientos 2 y 3 no hubo diferencia entre ellos, obteniéndose 0.22 y 0.21 cm respectivamente. Siendo estos inferiores a los obtenidos por Salinas *et al.*, (2010) que obtuvieron un espesor de 0.51 y 0.57 cm.

Cuadro 8. Longitud, diámetro y espesor de pulpa, de jalapeño rayado bajo diferentes sustratos en invernadero UAAAN-UL

Tratamiento	Longitud de fruto (cm)	Diámetro de fruto (cm)	Espesor de pulpa (cm)
T1	6.9206 ab	2.5148 a	0.5065 a
T2	7.9582 a	2.2243 b	0.2215 b
T3	5.9430 b	2.5010 a	0.2130 b
Testigo	/	/	/

CV (%)	9.3499	5.2110	27.50
P-Valor	0.0013	0.0050	0.0004

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes prueba Tukey<0.01

4.8.- Peso de fruto

El peso de fruto se presenta en el Cuadro 9. El análisis estadístico detecto diferencia altamente significativa entre tratamientos. El tratamiento 1 presento el mayor peso con 13.22 gr, en cuanto los tratamientos 2 y 3 fueron iguales estadísticamente con 11.28 y 10.85 gr respectivamente, siendo este peso inferior a los obtenidos por Lujan & Chávez, (2003); que obtuvieron un peso de 16.2 gr.

4.8.- Rendimiento

El rendimiento total obtenido entre tratamientos se presenta en el Cuadro 9. El análisis estadístico detecto diferencia significativa entre tratamientos. El tratamiento 1 presento un mayor rendimiento de 0.88 ton/ha, siendo igual estadísticamente al tratamiento 2 que produjo 0.86 ton/ha. En base a los resultados obtenidos por Fortis *et al.*, (2012) donde menciona que el mejor desarrollo del cultivo se da con porcentajes de vermicompost entre 10 y 20 %.

Cuadro 9. Peso de fruto y rendimiento (ton/ha), de jalapeño rayado bajo diferentes sustratos en invernadero UAAAN-UL.

Tratamiento	Peso de fruto (gr)	Rendimiento (Ton/ha)
T1	13.222 a	0.88 a
T2	11.82 b	0.86 ab
T3	10.85 b	0.60 b
Testigo	/	/
CV (%)	5.1638	20.82
P-Valor	0.0002	0.0308

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes prueba Tukey<0.01

V.- CONCLUSIONES

En base a las condiciones en que se condujo el experimento y los resultados obtenidos en el estudio se concluye:

- El mejor sustrato para el crecimiento y producción de chile rayado fue el sustrato compuesto de 40% de vermicompost + 50% de arena y 10% de perlita.
- El sustrato afecto al crecimiento y producción de chile rayado.

VI.- BIBLIOGRAFÍA

- Anguiano, B. J. C. 2010. Comparación en la respuesta fisiológica en plantas de chile bajo el efecto de tres temperaturas nocturnas. Marín Nuevo León.
- Aguilar, R. V. H., Corona, T. T., López, L. P., Latournerie, M. L., Ramírez, M. M., Villalón, M. H., Aguilar, C. J. A. 2010. Los chiles de México y su distribución. SINAREFI, colegio de postgraduados, INIFAP, IT-Conkal, UANL, UAN. Montecillo. ISBN: 978-607-7533-68-9. pp.114.
- Aguirre, H. & Muñoz. O. V. 2015. El chile como alimento. Pp 1-8
- Almanza, E. J. G. 1998. Estudios ecofisiológicos, métodos de propagación y productividad de chile piquín (*Capsicum annum L.var aviculare Diern*) San Nicolás de los Garza, NL. Pp 1-99.
- Azofeifa, A. M. M. A. 2004. Análisis de crecimiento de chile jalapeño (*Capsicum annum*) en Alajuela, Costa rica. Agronomía costarricense, vol. 28, N° 1. ISSN: 0377-9424. pp 57-67.
- Beltrán, M. F. A., García, H. J. L., Ruiz, E. F. H., Valdez, C. R. D., Preciado, R. P., Fortis, H. M., Gonzales, Z. A. 2015. Efecto de sustratos orgánicos en el crecimiento de seis variedades de chile jalapeño (*Capsicum annum L.*), 3 (7). pp 143-149.
- Cruz, A. D. 2011. Evaluación de Nitrógeno en chile jalapeño (*Capsicum annum L.*) aplicando dosis de fertilización orgánica composta y vermicompost a campo abierto. pp. 1-51.
- Chávez, S. J. L., Vera, G. A. M., Carrillo, R. J. C., Heredia, G. E. 2016. Variación en contenido de minerales en frutos de variedades autóctonos de chile (*Capsicum annum L.*) cultivadas en invernadero. Vitae vol.23, núm. 1. ISSN 0121-4004. Universidad de Antioquia Medellín, Colombia. pp 48-57.

- Chiagro. 2017. www.chiagro.com/empresa/index.php/gabria/acerca-del-chile. 14-09-17.
- DGIEA (Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola). 2010. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de costa rica. Ministerios de agricultura y ganadería.
- Díaz, A. M. D. 2013. Genotipos de tomate (*Lycopersicum esculentum dunal*) bajo tres tipos de nutrición en invernadero comarca lagunera. Torreón Coahuila.
- Espinoza, M. E. A. 2010. Silenciamiento inducido por virus de genes de la ruta de Biosíntesis de carotenoides en frutos de chile (*Capsicum annuum L.*) Centro universitario de ciencias biológicas y agropecuarias. pp 1-103.
- Fortis, H. M., Preciado, R. P., García, H. J. L., Navarro, B. A., Gonzales, J. A., Omaño, S. J. M. 2012. Sustratos orgánicos en la producción de chile pimiento morrón. Revista Mexicana de ciencias agrícolas. Vol. 3 N° 6. ISSN; 2007-0934. Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias del estado de México. pp 1203-1216.
- Hernández, H. F., López, C. J. L., Guevara, G. R. G., Rico, G. E., Ocampo, V. V. R., Herrera, L. G., Gonzales, C. M. M., Torres, P. I. 2011. Simulación del crecimiento y desarrollo de pimiento (*Capsicum annuum L.*) bajo condiciones de invernadero. Revista mexicana de ciencias agrícolas, vol. 2, núm. 3. ISSN: 2007- 0934. Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. Estado de México, México. pp 385-397.
- Inafed.www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMMM05coahuila/municipios/050339.html
- INIFAP, (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, centro de investigación regional norte centro campo experimental, zacatecas). 2006. Tecnología de producción de chile seco. Libro técnico n° 5. ISBN: 970-43-0137-7.

- ITESO, Universidad Jesuita de Guadalajara. <https://magis.iteso.mx/content/el-famoso-jalapeño.26-02-2018>.
- Laborde, C. J. A. & Pozo, C. O. 1982. Presente y pasado del chile en México. Sector Agrícola, INIFAP. Pp 8
- Lardizabal, R. 2002. Manual de producción de chile jalapeño. Centro de desarrollo de Agronegocios. Pp 1-11.
- Latournerie, L., Chávez, J. L., Pérez, M., Hernández, C. F., Martínez, R., Arias, L. M., Castañón, G. 2001. Exploración de la Diversidad morfológica de chiles regionales en yaxcaba, Yucatán México 12 (1): 41-47.
- Lira, M. C. 2015. Producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con fertilización orgánica en el sistema de riego por jarrones porosos. Torreón Coahuila.
- López, E. R. G., Hernández, V., Parra, T., Antonio, P. O., Valdez, A. O., Osuna, E. 2015. Diferencia geográfica de poblaciones de chile silvestre (*Capsicum annuum*. Var. *Glabriusculum*) del norte de México. ISSN 00319457 (2016) 85:131-141.
- Lujan, F. M. y Chaves, S. N. 2003. El arreglo topológico y su efecto en el crecimiento desarrollo y producción del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) Revista fitotecnia mexicana, vol. 26, núm. 2. pp 81-87.
- Manzo, R. F., Franco C. L., Tello, G. E., Pérez, O. A. 2014. El sistema agroalimentario localizado del chile rayado en el municipio de la Misión, Hidalgo. Pp 1-7
- Márquez, Q. C. 2012. Impacto de la fertilización orgánica en la producción de tomate y chile jalapeño bajo condiciones protegidas.
- Mata, G. M. G. 2004. Efecto de N, P, K, Ca y Mg en etapas iniciales de crecimiento de calabaza (*cucúrbita pepo*), chile (*Capsicum annuum*), melón (*cucumis meló*), pepino (*cucumis sativus*) y sandía (*citrullus lannatus*). Zapopan Jalisco. pp 1-90.

- Martínez, J. y Moreno, C. E. 2009. Manual técnico del manejo de chile en campo abierto, Monterrey N.L.
- Martínez, S. D., Pérez, G. M., Rodríguez, D. J. E., Moreno, P. E. 2010. Colecta y caracterización morfológica de chile de agua (*Capsicum annuum* L.) en Oaxaca México. Revista Chapingo Serie Horticultura 16(3). 169-176.
- Mendoza S. G. L. 2013. Propiedades fisicoquímicas y antioxidantes del chile jalapeño (*Capsicum annuum* Var. *Annuum*) Universidad Veracruzana. Pp 1-18
- Mojarro, V. M. G. y Moreno, D. C. H. 1995. Chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en cultivo hidropónico y diferentes sustratos autóctonos bajo condiciones de invernadero. Las agujas, Zapopan Jalisco.
- Montes, H. S. INIFAP. 2010. Recopilación y análisis de la información existente de las especies del genero *Capsicum* que crecen y se cultivan en México.
- Muñoz, V. J. A., Velásquez, V. M. A., Osuna, C. E. S., Macías, R. H. 2014. El uso de abonos orgánicos en la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero. Revista Chapingo serie zonas áridas, vol. XIII, núm. 1. E-ISSN: 2007-526X. Universidad Autónoma de Chapingo, Durango.
- Muñoz, V. J. A., Velásquez, V. M. A., Macías R. H. 2012. Uso de de composta en la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero. Cenid raspa. Agrofaz. Volumen 12, numero 3.
- Nieto, G. A., Murillo, A. B., Troyo, D. E., Larrinaga, M. J., García, H. J. L. 2002. El uso de composta como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum* L.) en zonas áridas. Interciencia, vol.27, núm. 8. ISSN: 0378-1844. Asociación interciencia caracas Venezuela.

- PAPIME. Web.ecologia.unam.mx/OIKOS3.0/index.php/articulos/de-la-cueva-a-la-mesa/8-articulos/221-chiles-en-mexico 27-11-2017.
- Pérez, C .L. M. 2010. Diversidad genética de chiles (*Capsicum spp*) del estado de tabasco México DF.pp1-75.
- Pérez, M. C. 2012. Control biológico de mosquita blanca (*Bemisia tabaco*, *Gennadius*, 1889) en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*). pp1-40.
- Puertos, T. B. y Gastelu, B. E. S. 2011. Evaluación de diferentes dosis de fertilizantes compuestos (N, P, K) en el cultivo de chile jalapeño J-7 (*Capsicum annuum L.*) en la región de Amatlan de los Reyes. pp 1- 36.
- Ramírez, C. E. 2012. Fertilización orgánica de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. pp 1-68.
- Ramírez, M. M., Villalón M. H., Aguilar R. V. H., Corona T. T., Latournerie L. 2015. Caracterización morfológica de chiles silvestres y semidomesticados de la región huasteca de México. Vol.8, N° 1. ISSN 0188-7394. pp 9-15.
- Rodríguez, D. N., Cano, R. D., Favela, C. E., Figueroa, V. C., Alvares, R. V de P., Paloma, G. A., Márquez, H. C., Moreno, R.A. 2007. Vermicompost como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. Revista Chapingo serie Horticultura. 13(2). pp 185-192.
- Romero, E. M. B. 2013. Análisis de crecimiento y dinámico nutrimental de chile mihuateco (*Capsicum annuum L.*) Chapingo Texcoco. pp 1-66.
- Rico, L. E. 2003. Análisis de la producción y ahumado del chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) en la región productora de Escárcega, Campeche, para proponer establecimiento de un horno deshidratado ahumado. pp 1-85.

- Rivera, L. J. C. 2013. Efecto de la concentración de ENDOVIT sobre caracteres agronómicos en chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) Saltillo Coahuila. pp 1-67.
- Ríos, P. J. L., García, H. J. L., Valdez, C. R. D., Troya, D. E., Murillo, A. B., Estrada, L. C. M. 2014. Vermicompost como sustrato orgánico en el desarrollo y rendimiento de chile Tajín (*Capsicum annuum L.*) de reciente introducción a la comarca lagunera en condiciones de invernadero. Congreso nacional de la ciencia de suelo. Ciudad Juárez Chihuahua.
- Salazar, J. F. L. y Juárez, L. P. 2012. Requerimiento macronutremetal en plantas de chile (*Capsicum annuum L.*) Revista Biociencia. ISSN: 2007-3380. pp 27-34.
- Salinas, H. R. M., Liévano, L. E. A., Ulin, M. F., Mercado, J. N., Petit, J. D. 2010. Caracterización morfológica y cambios durante la vida de postcosecha de cuatro tipos de chile amashito (*Capsicum annuum L.*) variedad *glabriusculum* (Dunal) Heiser y Pickersgill. Revista iberoamericana de tecnología postcosecha, vol. 11, núm. 1. ISSN: 1665-0204. Hermosillo México. pp 92-100.
- Vásquez, V. C., García, H. J. L., Salazar, S. E., López, M. J. D., Valdez, C. R. D., Orona, C. I., Gallegos, R. M. A., Preciado R. P. 2011. Aplicación de estiércol solarizado al suelo y la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) Revista Chapingo serie horticultura. Vol. 17, núm. , ISSN: 1027-152X. pp 69.74.
- Villalón, M. H., Medina, M. T. & Ramírez, M. M. 2013. Factores de calidad de la semilla de chile silvestre (*Capsicum annuum L. Var glabriusculum*). Pp 183-187.

Zevada, S. K. J. 2005. Aplicación de nitrógeno y magnesio para estimular el contenido de clorofila y los parámetros de crecimiento de chile jalapeño (*Capsicum annuum*) bajo condiciones de invernadero. CD Obregón Sonora. pp 1-68.