

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE TOMATE INDETERMINADO (*Lycopersicon
esculentum* Mill.) BAJO INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA.**

POR:

TERESA SAAVEDRA CASTILLO

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2013.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

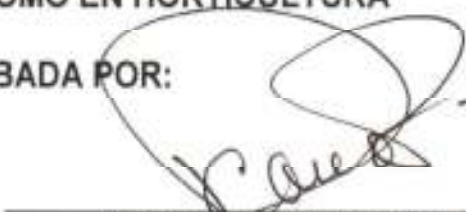
EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE TOMATE INDETERMINADO (*Lycopersicon
esculentum* Mill.) BAJO INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA.

TESIS DE LA C. TERESA SAAVEDRA CASTILLO QUE SOMETE A
CONSIDERACIÓN AL COMITÉ DE ASESORES COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:


Dr. PEDRO CANO RÍOS

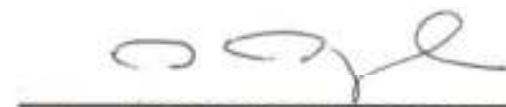
ASESOR:


M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

ASESOR:


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO


ASESOR:


Dr. JOSE LUIS REYES CARRILLO


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

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2013.


Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DE LA C. TERESA SAAVEDRA CASTILLO QUE SE SOMETE A
CONSIDERACIÓN AL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:


INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

PRESIDENTE:


Dr. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL:



M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

VOCAL:


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL SUPLENTE:


Dr. JOSE LUIS REYES CARRILLO


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



de la División de
Carreras Agronómicas

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la oportunidad de llegar hasta este momento tan satisfactorio de mi vida, por darme esta vida con logros alcanzados, derrotas, tristeza, errores, felicidad, amor y sobre todo por regalarme grandiosos padres y una pareja maravillosa.

A tí Madrecita por darme las fuerzas que te pedí para poder seguir adelante cuando más lo necesite.

A mi gran Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro que ha sido mi refugio durante la carrera y formarme como profesionalista.

A todos mis profesores que fueron parte importante e indispensable durante mi formación especialmente al:

Doctor Pedro Cano Ríos por su sabiduría que me compartió, el tiempo que me ha brindado para escucharme en los momentos de felicidad pero también en los de tristeza, por sus sabios y valiosos consejos...gracias por ser excelente persona.

A mi apreciable profesora M.C. Francisca Sánchez Bernal por su solidaridad, apoyo incondicional para todos los estudiantes, su alegría que siempre la llevo conmigo; de todo corazón gracias por ser una gran persona y claro que la echaré de menos.

A M.E. Víctor Martínez Cueto por sus atenciones brindadas, conocimiento compartido.

Doctor José Luis Reyes Carrillo por su accesibilidad y apoyo para la elaboración de mi tesis.

Carmen obvio tú fuiste una increíble amiga, siempre juntas en los momentos de felicidad y en los de tristeza, te aprecio mucho y te llevaré en el corazón por siempre...gracias por tu sincera amistad amiga.

DEDICATORIA.

Existen padres admirables, quienes han marcado la vida de sus hijos con sus enseñanzas y vivencias, y sin duda alguna mis padres son uno de ellos, por eso les dedico el presente.

FAUSTO SAAVEDRA RIVAS.

FIDELINA CASTILLO RAMOS.

Queridos padres ustedes siempre han estado conmigo y me han apoyado en todo momento de mi vida. Sería interminable escribir lo mucho que estoy agradecida. Quizá no soy perfecta, que no siempre hago lo que se supone que es lo correcto y que en ocasiones no tengo el mejor tono, sin embargo, aunque no lo demuestre mucho ustedes significan demasiado para mí.

MAMÁ tú has sido mi amiga, mi confidente y me has sabido guiar por el camino correcto, sobre todo me enseñaste que la vida no es fácil pero aun así se puede seguir adelante, sin importar los obstáculos que se presenten, por todo esto y mucho más te agradezco tanto el amor que me has dado...TE AMO MAMITA.

PAPÁ nunca terminaré de agradecer todo lo que me has dado, amor, apoyo, confianza, mucho más que se ha sacrificado por nosotros y a pesar de los problemas que existen siempre esta fuerte, aguantando todo lo que venga, por eso y todas las cosas lo admiro y respeto...*TE QUIERO PAPÁ.*

A TODAS MIS QUERIDAS HERMANAS porque siempre me han demostrado que están conmigo, gracias por sus consejos y cariño sincero. Gracias por formar parte de mi vida, por darme la dicha de experimentar el amor de hermanas y también por darme unos sobrinos que quiero mucho...*SIEMPRE ESTAN EN MI CORAZON Y LAS ADORO.*

Y A TI AMOR David Castillo gracias por ser parte de mi vida, por tu amor, tu inmenso apoyo, por estar a mi lado cuando más te he necesitado. En ti encontré aquella mitad que le hacía falta a mi vida y claro que no te cambiaría por nada del mundo!! En verdad soy feliz a tu lado y quiero seguir compartiendo mi vida por lo menos... para toda la vida hermoso. *TE AMO MUÑEQUITO!!*

ABUELO aunque ya no estés presente, siempre te llevo en mi corazón, espero que estés en paz con mi abue y se sientan orgullosos de mí. Han pasado muchos años pero aun te sigo extrañando demasiado, siempre tengo presente tus consejos que me dabas.

A mi tío Pedro que nunca me olvidaré de él porque fue una excelente persona, siempre preocupado por la familia e impulsándonos para seguir adelante. Donde quiera que se encuentren descansen en paz.

RESUMEN

La agricultura protegida se realiza bajo métodos de producción que ayudan a ejercer determinado grado de control sobre los diversos factores del medio ambiente. Permitiendo con ello minimizar las restricciones que las malas condiciones climáticas ocasionan en los cultivos. Es sin duda el cultivo más explotado bajo condiciones de invernadero debido principalmente a su alta capacidad de producción y su alto consumo. La producción incrementa hasta cinco veces con relación a campo abierto (tomate: 70 ton/ha a campo abierto vs 350 ton/ha con agricultura protegida).

Por ello el objetivo del experimento es determinar el mejor genotipo para la región lagunera en función de precocidad, rendimiento y calidad de fruto. Durante el periodo de Diciembre- Julio de 2011 se estableció un experimento bajo condiciones de invernadero en las instalaciones de LOMBRI-HUMUS, localizado en la carretera Paso del águila a la concha, en el municipio de Torreón, Coahuila, con el fin de evaluar los genotipos Donatello, Rafaello, Anibal y Vengador. El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar con cuatro tratamientos y veinte repeticiones. Los resultados obtenidos para las variables peso de fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, sólidos solubles y número de lóculos presentaron diferencia altamente significativa entre los genotipos, mientras que en rendimiento solo existe diferencia significativa mostrando una media de 107.02 ton/ha y no se presentó diferencia significativa en espesor de pulpa.

Palabras clave: Agricultura Protegida, Genotipos, Rendimiento, Calidad de fruto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN.....	ix
DEDICATORIAS.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	xv
INDICE DE GRAFICOS.....	xvi
INDICE DE APÉNDICE.....	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.2 Hipótesis.....	2
1.3 Metas.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Generalidades del tomate.....	3
2.1.1 Importancia socioeconómica.....	3
2.1.2 Origen.....	3
2.2 Clasificación taxonómica.....	4
2.3 Características morfológicas.....	4
2.3.1 Determinadas.....	5
2.3.2 Indeterminadas.....	5
2.3.3 Semilla.....	5
2.3.4 Raíz.....	6
2.3.5 Tallo.....	6
2.3.6 Hoja.....	7

2.3.7 Flor.....	7
2.3.8 Fruto.....	8
2.3.9 Propiedades nutricionales.....	9
2.4 Generalidades del Invernadero.....	10
2.5 Exigencias del clima.....	11
2.5.1 Temperatura.....	12
2.5.2 Humedad relativa.....	13
2.5.3 Luminosidad.	16
2.5.4 Radiación en invernadero.....	16
2.5.5 Contenido del CO ₂ en el aire.....	17
2.6 Elección del material vegetal.....	18
2.7 Labores culturales.....	19
2.7.1 Producción de plántula.....	19
2.7.2 Trasplante.....	19
2.7.2.1 Selección de número de plantas por contenedor.....	21
2.7.3 Poda de formación.....	22
2.7.4 Poda de brotes axilares o destallado.....	23
2.7.5 Poda de hojas o deshojado.....	23
2.7.6 Despunte apical.....	23
2.7.7 Despunte de inflorescencia y aclareo de frutos.....	24
2.7.8 Aporcado y rehundido.....	24
2.7.9 Tutorado.....	25
2.7.10 Bajado de plantas.....	25

2.7.11 Polinización.....	26
2.8 Arreglo topológico.....	28
2.9 Fertirrigación.....	28
2.9.1 Solución nutritiva.....	32
2.10 Plagas y enfermedades.....	35
2.10.1 Plagas.....	35
2.10.1.1 Áfidos. (<i>Aphis gossypii</i> , <i>Aulacorthum solani</i> , <i>Myzus persicae</i>)..	35
2.10.1.2 Paratrioza (<i>Paratrioza cockerelli</i>).....	36
2.10.1.3 Acaro Blanco. (<i>Polyphagotarsonemus latus</i>).....	37
2.10.1.4 Araña Roja (<i>Tetranychus urticae</i> , <i>Tetranychus cinnabarinus</i>)	39
2.10.1.5 Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i> , <i>B. argentifolli</i> , <i>B. vaporarium</i>	40
2.10.1.6 Minador de la hoja. (<i>Liriomyza sativae</i> , <i>Liriomyza trifolli</i>).....	42
2.10.1.7 Nematodos (<i>Meloidogyne incognita</i>).....	44
2.10.2 Enfermedades.....	45
2.10.2.1 Damping off (<i>Pythium spp.</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> ,.....	45
<i>Phytophthora sp</i> , <i>Fusarium sp</i>).	
2.10.2.2 Pudrición radicular, marchitez (<i>Fusarium oxysporum</i>)	46
2.10.2.3 Marchitez por <i>Verticillium</i> (<i>Verticillium dahlia</i> , <i>V. albo-atrum</i>)..	47
2.10.2.4 Moho gris (<i>Botrytis cinérea</i>).....	47
2.10.2.5 Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>).....	48
2.10.2.6 Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>).....	49
2.10.2.7 Cenicilla polvorienta (<i>Leveillula taurica</i>).....	50
2.10.2.8 Moho de las hojas (<i>Fulvia fulva</i> , <i>Cladosporium fulvum</i>).....	51

2.10.2.9 Moho blanco (<i>Sclerotinia sclerotium</i>).....	52
2.10.2.10 Cáncer bacteriano (<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp..... <i>Michiganensis</i>)	53
2.10.2.11 Peca y mancha bacteriana (<i>Pseudomonas syringae</i> <i>Xanthomonas campestris</i> pv.vesicatoria)	55
II MATERIALES Y MÉTODOS.....	56
3.1 Localización geográfica y Clima de la Comarca Lagunera.....	56
3.2 Localización del Experimento.....	56
3.3 Tipo y Condiciones del Invernadero.....	56
3.4 Genotipos.....	57
3.5 Sustrato.....	58
3.6 Siembra y trasplante.....	58
3.7 Diseño experimental.....	58
3.8 Manejo del cultivo.....	59
3.9 Fertirrigación.....	59
3.10 Poda.....	59
3.11 Bajado de plantas.....	59
3.12 Polinización.....	61
3.13 Control de plagas y enfermedades.....	61
3.14 Cosecha.....	62
3.15 Variables evaluadas.....	62
3.16 Análisis estadísticos.....	62
IV RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	63

4.1 Altura de la planta.....	63
4.2 Peso de fruto.....	66
4.3 Diámetro polar.....	67
4.4 Diámetro ecuatorial.....	68
4.5 Sólidos solubles (°Brix).....	69
4.6 Espesor de pulpa.....	70
4.7 Numero de lóculos.....	70
4.8 Rendimiento.....	71
V. CONCLUSIONES.....	73
VI. LITERATURA CITADA.....	74
VII. APENDICE.....	83

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 Principales componentes del fruto del tomate. UAAAN-UL.	10
Cuadro 2.2 Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm). UAAAN-UL. 2013	31
Cuadro 2.3 Rango mínimo, óptimo y máximo de concentraciones de nutrimentos considerado varios autores. UAAAN-UL. 2013.	34
Cuadro 4.1 Ecuaciones de regresión para la variable Altura de planta en los genotipos de tomate. UAAAN-UL. 2013	63
Cuadro 4.2 Comparación de medias de los genotipos de tomate para la variable Peso de fruto. UAAAN-UL. 2013	66
Cuadro 4.3 Comparación de medias de los genotipos de tomate para la variable Diámetro polar. UAAAN-UL. 2013.	67
Cuadro 4.4 Comparación de medias de los genotipos de tomate para la variable Diámetro ecuatorial. UAAAN-UL. 2013.	68
Cuadro 4.5 Comparación de medias de los genotipos de tomate para la variable Sólidos solubles. UAAAN-UL. 2013..	69
Cuadro 4.6 Comparación de medias de los genotipos de tomate para la variable Número de lóculos. UAAAN-UL. 2013.	71
Cuadro 4.7 Comparación de medias de los genotipos de tomate para la variable Rendimiento. UAAAN-UL. 2013.	72

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1A. Gráfica que representan el comportamiento de la variable altura de la planta en el genotipo Donatelo. UAAAN-UL. 2013.....	64
Figura 2A. Gráfica que representan el comportamiento de la variable altura de la planta en el genotipo Rafaelo. UAAAN-UL. 2013.....	64
Figura 3A. Gráfica que representan el comportamiento de la variable altura de la planta en el genotipo Vengador. UAAAN-UL. 2013.....	65
Figura 4A. Gráfica que representan el comportamiento de la variable altura de la planta en el genotipo Anibal. UAAAN-UL. 2013.....	65

ÍNDICE DE APÉNDICE

Cuadro 1. Análisis de varianza para la variable Peso del Fruto en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL. 2013.....	83
Cuadro 2. Análisis de varianza para la variable Diámetro Polar en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL 2013.....	83
Cuadro 3. Análisis de varianza para la variable Diámetro Ecuatorial en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL 2013.....	83
Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable Solidos Solubles en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL 2013.....	84
Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable Espesor de Pulpa en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL 2013.....	84
Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable Número de Lóculos en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL 2013.....	84
Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable Rendimiento en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL 2013.....	85

I. INTRODUCCIÓN.

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es una de las hortalizas más importantes en el mundo, se evidencia por ser el segundo producto hortícola en el consumo mundial, con una superficie superior a los 3.6 millones de hectáreas, quedando en el primer lugar la papa (*Solanum tuberosum* L) (Fonseca, 2006). Es sin duda, una de las principales hortalizas ya que es uno de los productos que generan divisas para México, tanto para abastecer el mercado interno como el externo. La producción en este país se inicia masivamente a partir de la década de los sesenta, como resultado de la oportunidad que los intermediarios norteamericanos vieron aquí en el país, primeramente en el estado de Sinaloa y después de otros estados de la República Mexicana (Macías, 2003; Albornoz *et al.*, 2007).

En el país existen alrededor de 20 mil hectáreas bajo agricultura protegida de las cuales aproximadamente 12 mil son de invernadero y las otras 8 mil corresponden a malla sombra y macro túnel principalmente. El 50% de la superficie con agricultura protegida se concentra en cuatro estados: Sinaloa (22%), Baja California (14%), Baja California Sur (12%) y Jalisco (10%). Los principales cultivos que se producen bajo agricultura protegida son el jitomate (70%), pimiento (16%), pepino (10%), otros (4%). (SAGARPA, 2012).

El tomate es el cultivo más explotado bajo condiciones de invernadero debido principalmente a su alta capacidad de producción y su alto consumo. Su producción potencial, aplicando tecnología de vanguardia para el manejo de invernaderos, podrían rebasar las 500 t ha⁻¹año⁻¹ en dos ciclos esto reportado

por (Muñoz, 2003). La producción de tomate en la Comarca Lagunera en 2010 alcanzó las 915.50 ha bajo cielo abierto representando el 5.38 % del total nacional, con un rendimiento promedio regional de 43.86 ton/ha con un poco más de 258,988.00 miles de pesos en valor de la producción y alrededor de 105 hectáreas bajo condiciones protegidas. La producción bajo cielo abierto se realiza durante el ciclo primavera-verano en los meses de Junio-Agosto, obteniéndose bajos rendimientos (SAGARPA, 2010).

1.1 Objetivo

Determinar el mejor genotipo para la región lagunera en función de precocidad, rendimiento y calidad de fruto.

1.2 Hipótesis

Entre los genotipos evaluados al menos uno, tiene alta capacidad de rendimiento. Es precoz y de buena calidad.

1.3 Metas

Evaluar la calidad y rendimiento de los genotipos de tomate indeterminado en estudio bajo condiciones de invernadero.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del tomate.

2.1.1 Importancia socioeconómica.

El tomate es una de las hortalizas de mayor consumo a nivel mundial y de las más cultivadas en invernadero es sin duda la principal hortaliza gracias a la cual México ha desarrollado la industria hortofrutícola, tanto para abastecer al mercado interno como para exportar (Sánchez del Castillo *et al.*, 2009).

A nivel mundial es una de las hortalizas de mayor consumo per cápita siendo de las más ampliamente cultivadas en invernadero, en Europa, Estados Unidos y México; el sistema de producción de tomate en invernadero normalmente consiste en el uso de variedades de hábito indeterminado (Resh, 2004).

2.1.2 Origen.

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas. El centro de origen del género *Lycopersicon* es la región andina que hoy comparten Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. En la actualidad todavía crecen de forma silvestres las diversas especies del género en algunas partes de esas zonas. Fue llevado por los distintos pobladores de un extremo a otro, extendiéndose por todo el continente. El centro de domesticación del tomate ha sido controvertido; sin embargo, se cree que el origen de su domesticación es México, porque existe mayor similitud entre los cultivares europeos y los silvestres de México que con los de la zona andina. A la llegada de los españoles a América el tomate estaba integrado a la cultura azteca. Además el nombre moderno tiene su origen en la lengua náhuatl de

México donde se le llamaba “tomatl” (Esquinas y Nuez, 2001; Rodríguez *et al.*, 2001).

Actualmente en el centro del país sigue utilizándose mayoritariamente la palabra jitomate quizás porque los aztecas lo nombraron “Xic-tomatl”, para ludir al fruto de *Lycopersicon esculentum*. La planta es potencialmente perenne y muy sensible a las heladas, lo que determina su ciclo anual, de distinta duración según la variedad (Rodríguez *et al.*, 2001). Se desarrolla bien en un amplio rango de latitudes, tipos de suelos, temperaturas, métodos de cultivo y es moderadamente tolerante a la salinidad (Chamarro, 2001).

2.2 Clasificación taxonómica.

Hunziker (1979) Describe la taxonomía del tomate de la siguiente manera: Nombre común tomate o jitomate, Reino: Plantae, Clase dicotiledóneas, orden: *Sonales* (*Personatae*), subfamilia: *Solanoideae*, familia: *Solanaceae*, tribu: *solaneae*, genero: *Lycopersicon*, especie: *esculentum*. Descriptor, 1788: Miller.

2.3 Características morfológicas.

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es una planta perenne de porte arbustivo que se utiliza como anual. La planta puede desarrollarse en forma rastrera, semi-erecta y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitado en las variedades indeterminadas, pudiendo llegar a 10 m en un año (Chamarro, 2001).

Existen un sin número de variedades comerciales de las cuales se eligen de acuerdo a la región donde se va a producir, además dependerá del propósito del consumo y del mercado de destino (Nuño *et al.*, 2007).

Los tipos de hábito de crecimiento, son dos: determinado e indeterminado (Von Hoeff, 1983).

2.3.1 Determinadas.

Son aquellos cultivares que emiten un número determinado de ramilletes florales y que al aparecer un último ramillete termina de crecer. La planta es pequeña y no necesita envararse y la cosecha ocurre en un corto periodo por que los frutos maduran casi al mismo tiempo. La mayoría de los cultivares empleados en la producción de tomate industrial son de este tipo.

2.3.2 Indeterminadas.

Son aquellas que emiten ramilletes florales en forma continua, ya que poseen yemas terminales que producen hojas y tallos nuevos. Estos cultivos pueden crecer indefinidamente mientras no se presenten factores adversos. Estas flores y frutos se desarrollan de manera progresiva junto con la planta, lo que ocasiona que la cosecha pueda durar varios meses.

Los cultivares que se producen bajo condiciones protegidas suelen ser de crecimiento indeterminado y se cultivan en forma tutorada. Por lo general, los ramilletes florales aparecen después de cada tres hojas formadas. La planta de tomate se ramifica en su crecimiento, emitiendo tallos secundarios en las axilas de las hojas y ocasionado que la poda de estos tallos, sean una práctica común. (Syngenta, 2010).

2.3.3 Semilla.

La semilla del tomate tiene una forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la

testa o cubierta seminal. El embrión, cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta, está constituido, a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula. El endospermo contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión. La testa o cubierta seminal está constituida por un tejido duro e impermeable, recubierto de pelos, que envuelve y protege el embrión y el endospermo. (Nuez, 2001).

2.3.4 Raíz.

El sistema radical consta de una raíz principal y gran cantidad de ramificaciones secundarias. En los primeros 30 cm de la capa de suelo se concentra el 70% de la biomasa radical. Bajo condiciones de suelo la raíz principal crece unos 2.5 cm diarios hasta llegar a los 60 cm de profundidad (Castellanos, 2009). La función de la raíz del tomate es la absorción y transporte de nutrientes, así como el anclaje de la planta al suelo. Sin embargo también juega un papel fundamental en el rendimiento del cultivo y su desarrollo está también asociado a las condiciones físicas del suelo (Namesny, 2004).

2.3.5 Tallo.

El tallo es el eje sobre el cual se desarrollan las hojas, flores y frutos; el diámetro puede ser de 2 a 4 cm y el porte puede ser de crecimiento determinado (tallos que alcanzan un determinado número de ramilletes y detienen su crecimiento) e indeterminado (tallos que no detiene su crecimiento). El tallo está cubierto por vellosidades que salen de la epidermis, mismas que expiden un aceite oloroso que al desprenderlo sirve de protección al tallo, estas sustancias provocan

que cuando la planta está sana mancha la piel y la ropa al realizar las prácticas culturales.

En las axilas de las hojas del tallo principal surgen los tallos secundarios que son eliminados mediante poda para una buena conformación de la planta. En el extremo del tallo principal se encuentra el meristemos apical, una región de división celular activa donde se inician los nuevos primordios foliares y florales; tienen forma de cúpula y está protegido por las hojas recién formadas. Esto conforma la cabeza de la planta, cuyas características y apariencia indican en gran medida la condición del cultivo. En este queda registrado el manejo y sanidad del cultivo, por ejemplo, un tramo de tallo delgado significa que la planta no fue atendida correctamente en esta etapa de desarrollo, por el contrario un sector del tallo demasiado grueso significa que la planta presento exceso de vigor durante esa etapa de desarrollo. El tallo de una planta en el invernadero puede llegar a medir hasta 10 cm en un año, si las condiciones son sobrias, los entrenudos son largos y el tallo puede alcanzar más longitud (Castellanos, 2009).

2.3.6 Hoja.

Son compuestas emparipinnada con 7 a 9 foliolos, los cuales generalmente son peciolados, lobulados y con borde dentado, y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo (Jaramillo *et. al.*, 2007).

2.3.7 Flor.

Es perfecta y hermafrodita, regular e hipógina y consta de cinco o más sépalos y de seis o más pétalos; tiene un pistilo con cinco estambres, unidos en

sus anteras y formando un tubo que encierra el pistilo. Esta conformación favorece la autopolinización. El pistilo está compuesto de un ovario y de un estilo largo, simple y levemente engrosado; el ovario tiene entre dos y veinte óvulos formados según la variedad, y éstos reflejan la forma del fruto que podría desarrollarse. Las flores se agrupan en racimos simples ramificados que se desarrollan en el tallo y en las ramas del lado opuesto a las hojas. Un racimo puede reunir de 4 a 20 flores dependiendo de la variedad cultivada y las condiciones de desarrollo de la planta; una variedad de fruto pequeño como Cherry puede tener hasta 40 flores por inflorescencia (Jaramillo *et. al.*, 2007).

2.3.8 Fruto.

La forma, el tamaño y el peso de los frutos, depende de la variedad y del manejo, aspectos importantes a considerar al momento de definir qué variedad plantar. Una vez que las flores son polinizadas, los frutos tardan en madurar alrededor de 55 a 60 días, esto depende de la variedad y de las condiciones ambientales, tiene dos o más lóculos, se desarrolla a partir de un ovario de 5 a 10 miligramos y alcanza un peso final en la madurez que oscila entre los 5 y los 500 gr, en función de la variedad y las condiciones de desarrollo. A la cubierta se le llama cascara, epidermis, piel o cutícula, las semillas están en los lóculos (espacio gelatinoso del centro), pegados a la pared carnosa. El fruto está unido a la planta por un pedicelo. En las variedades industriales la presencia de parte del pedicelo es indeseable por lo que se prefieren cultivares que se separen fácilmente por la zona peduncular.

El crecimiento del fruto puede dividirse en tres periodos:

- 1) Crecimiento lento, que dura de 2 a 3 semanas y cuando termina, el peso del fruto es inferior al 10% del peso final.
- 2) Crecimiento rápido, dura de 3 a 5 semanas y se prolonga hasta el inicio de la maduración (hacia la mitad de este periodo, unos 20 a 25 días después de la antesis, la velocidad de crecimiento es máxima, y al final del mismo, el fruto ha alcanzado prácticamente su máximo desarrollo).
- 3) Crecimiento lento, que dura unas dos semanas, en el que el aumento en el peso del fruto es pequeño pero se producen los cambios metabólicos característicos de la maduración. La importación de asimilados por el fruto termina unos 10 días después del inicio del cambio de color, ya avanzado el proceso de maduración. El número de semillas varía, típicamente entre 50 y 200; cantidad que está estrechamente relacionada con el tamaño final del fruto (a mayor número de semillas mayor tamaño del fruto). Otros parámetros relacionados con el tamaño del fruto, son el número de lóculos, la posición del fruto en el racimo (entre más cercano al tallo es mayor el tamaño del fruto), el número de frutos (a menor número de frutos mayor será el tamaño del fruto), la etapa de desarrollo de la planta (frutos más grandes en las etapas iniciales), la posición del racimo en la planta (los primeros racimos tendrán frutos más grandes) y la actividad fotosintética (Castellanos, 2009).

2.3.9 Propiedades nutricionales.

El tomate es un cultivo de alto valor comercial y una enorme importancia mundial, por la aceptación general del fruto en la alimentación y su utilización en forma muy variada, además de sus excelentes cualidades organolépticas, su alto

valor nutricional, contenido de vitamina C y licopeno, además se ha demostrado que esta inversamente relacionado con el desarrollo de cierto tipo de cánceres. Comparado con otros vegetales, los frutos de tomate son menos perecederos y más resistentes a daños de transporte (Casseres, 1984; Berenguer, 2003). En el cuadro 2.1 se muestran los principales componentes del fruto del tomate.

Cuadro 2.1 Principales componentes del fruto del tomate¹. UAAAN-UL. 2013.

Componentes	Peso fresco %	Componentes	Peso fresco %
Materia seca	6.50	Ácido málico	0.10
Carbohidratos totales	4.70	Ácido cítrico	0.20
Grasas	0.15	Fibra	0.50
N proteico	0.40	Vitamina C	0.02
Azúcares reductores	3.00	Potasio	0.25
Sacarosa	0.10	Sólidos solubles (°Brix)	4.50

¹Fuente: Chamarro (2001).

2.4 Generalidades del invernadero.

El invernadero es una estructura usada para el cultivo y/o protección de plantas y cosechas, el cual optimiza la transmisión de radiación solar bajo condiciones controladas, para mejorar el entorno del cultivo y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en su interior. Actualmente, existe una gran diversidad de estructuras de invernadero en el mercado. En el negocio de la horticultura protegida, el agricultor persigue una mayor rentabilidad, por lo que la estructura adecuada debe ser el resultado del balance entre la disponibilidad de

capital, los requerimientos técnicos de los cultivos y los costos de estas estructuras. Algunos requerimientos, como la calefacción en climas fríos, se llegan a contraponer con la rentabilidad. México ante la diversidad de climas que tiene, demanda invernaderos que den respuesta a soluciones específicas. El diseño debe responder a varias interrogantes tales como el clima, el tipo de cubierta, altura y volumen de la instalación, área de ventilación y tipo de cultivo.

Los invernaderos bien diseñados ofrecen control sobre:

- 1) Heladas y bajas temperaturas.
- 2) Insolación y altas temperaturas
- 3) Velocidad de viento.
- 4) Varias especies de plagas
- 5) Exceso de humedad en el suelo.
- 6) Enfermedades y daños causados por estas condiciones.
- 7) Los insectos vectores de enfermedades.
- 8) Daños mecánicos por el viento y granizo.
- 9) Déficit y exceso de humedad relativa.
- 10) Manejo de la concentración de dióxido de carbono.
- 11) Cantidad, calidad, difusión y duración de la luz (Castellanos, 2009).

2.5 Exigencias del clima.

El desarrollo de las plantas depende de sus características genéticas y del medio ambiente. Los factores genéticos y ambientales juegan un papel determinante para lograr índices elevados de rendimiento y calidad.

Según Castilla (2001) y Sade (1998) los principales factores climáticos para el manejo óptimo de un invernadero son temperatura, humedad relativa, luminosidad, radiación de invernadero y contenido de CO₂.

2.5.1 Temperatura.

Los efectos de la temperatura en las plantas están presentes en la fotosíntesis, la respiración, en las actividades enzimáticas, en la división y crecimiento de las células, en la capacidad de absorción de las raíces y en la disponibilidad de los nutrientes. La temperatura mínima para que el tomate germine entre 6 y 9 días, es de 10°C. Para lograr la germinación en un periodo de entre cuatro y seis días, la temperatura óptima es de 25 a 35°C.

El tomate responde de manera favorable a las fluctuaciones de temperatura diurna y nocturna. Esta oscilación térmica debe ser de al menos 8°C para favorecer su crecimiento y la formación de un número mayor de flores. Las temperaturas óptimas diurnas y nocturnas son de 24 y 16°C, respectivamente. Se acepta que durante el día, la temperatura sea de 22 a 31°C y durante la noche de 13 a 18°C. Durante el desarrollo vegetativo, las temperaturas mayores a 35°C retarda la fotosíntesis, lo que provoca la formación de hojas pequeñas y tallos más delgados. Las temperaturas bajas, particularmente si son menores a 10°C, propicia un crecimiento vegetativo muy lento. La planta de tomate sufre daños por heladas cuando la temperatura es de 0°C o menor. Si la temperatura es mayor a 31°C, las plantas disminuyen su producción de forma gradual debido a los problemas en la polinización. Si la temperatura durante la noche es menor a los

13°C, el rendimiento disminuye poco a poco en función del descenso y las horas de baja temperatura.

Si a las altas temperaturas se suma el efecto del estrés por sequía, la planta produce un compuesto conocido como ácido abscísico, el cual promueve la senescencia y caída prematura de los órganos reproductivos. La actividad fotosintética es más alta cuando la temperatura en el suelo oscila entre los 25° y los 30°C, y también cuando es menor a los 15°C o hasta por encima de los 35°C (Syngenta, 2010).

2.5.2 Humedad relativa.

Normalmente en la producción en invernadero se le da mayor importancia a la temperatura debido a que con temperaturas inferiores a los 0°C provocan que las plantas se hielan, sin embargo, a la humedad relativa se le da menor importancia, cuando la humedad relativa alta ha ocasionado más pérdidas debido a altas incidencias de hongos, que el daño ocasionado por temperaturas. Por lo tanto, consideramos que la humedad relativa es igual o incluso de mayor importancia que la temperatura dependiendo de la región y las lluvias que se presenten en el año de producción.

Al estudiar la evolución diaria de la temperatura y la humedad relativa se puede observar que se comportan en forma inversa, es decir conforme incrementa la temperatura baja la humedad relativa. Por lo tanto, la humedad relativa en un invernadero alcanza su máximo valor normalmente por la noche y primeras horas de la mañana y disminuye en las horas más calientes del día. Sin embargo, cuando se tienen temperaturas bajas durante el día se puede también tener alta

humedad relativa debido a la humedad generada por las plantas dentro del invernadero. La óptima humedad relativa para el cultivo del tomate oscila entre el 50 y 60%. Cuando la humedad relativa es baja se deshidrata el polen reduciendo el cuaje de los frutos y cuando la humedad relativa es alta propicia el desarrollo de enfermedades principalmente de hongos y bacterias.

La prevención de la condensación de las gotas de agua es muy importante en días soleados incrementan la transpiración de las plantas, pero debido a que la temperatura es alta la humedad no se condensa. Sin embargo, al caer la tarde o la noche que baja la temperatura el aire tiene menor capacidad de almacenar agua por lo que se condensa en la cubierta y hojas de las plantas propiciando la germinación de las esporas de hongos que pueden afectar severamente el cultivo de tomate tales como Botrytis y Mildiu polvoriento.

Un fenómeno que tiene una relación directa con la humedad relativa del aire es la condensación del vapor del agua en las paredes y cubierta del invernadero, estas gotas tienen un efecto negativo en los cultivos ya que impiden el paso de la luz y aumentan las probabilidades del desarrollo de enfermedades. Cabe aclarar que hasta la fecha no existen cubiertas de plástico comerciales que evitan la condensación del agua, pero la mayoría son anti goteo, es decir, la cubierta hace que la gota sea muy delgada y que se deslice por la pendiente del plástico hacia la cama de la canaleta, motivo por el cual los constructores recomiendan no sembrar dicha cama. Sin embargo, debido al costo del invernadero el productor aprovecha dicha cama de siembra.

El empleo de dobles cubiertas afecta la humedad relativa incrementándola dentro del invernadero comparada con la cubierta sencilla. Sin embargo, con un buen sistema de ventanas cenitales y laterales se puede controlar la humedad relativa.

Cuando se desea incrementar la humedad relativa en el interior del invernadero, se puede hacer a través de sistemas de enfriamiento con agua (aire lavado) o humidificadores con boquillas con elevada presión (nebulización con gotas de 5-10 mm). Esta práctica es muy fácil y rara vez se realiza con el objetivo de aumentar la humedad relativa, sino que más bien para bajar la temperatura y aplicar plaguicidas.

Lo más difícil en un invernadero es bajar la humedad relativa y lo que comúnmente se hace es abrir la ventana cenital, pero puede ser contraproducente si la humedad relativa en el exterior es más alta. Otras prácticas para bajar la humedad relativa incluyen la poda de brotes laterales, eliminación de hojas viejas y elevar la temperatura dentro del invernadero.

En resumen el control de la humedad relativa alta se puede controlar mediante las siguientes opciones:

- Abrir ventanas cuando la humedad relativa exterior es inferior a la interior.
- Elevar la temperatura dentro del invernadero, cerrando las ventanas laterales y cenitales o con el uso de calefactores, pero es un proceso costoso.
- Poda de tallos y hojas de las plantas.
- Reducir la densidad de plantas dentro del invernadero.

La medición de la humedad relativa se lleva a cabo a través de un higrómetro o con instrumentos digitales de bajo costo (Garza, 2008). Conforme aumenta la humedad del ambiente será menor la evaporación y la evapotranspiración de las plantas. A mayor temperatura, menor humedad relativa; a menor humedad relativa mayor consumo de agua. Con humedad relativa arriba del 80% habrá mayor incidencia de enfermedades fungosas (Tizón temprano, *Alternaria solani*; Tizón tardío, *Phytophthora infestans*, Moho gris, *Botrytis cinérea*) y ocurrirán dificultades en la polinización por la formación de grumos de polen. La humedad relativa debajo del 50% ocasiona deshidratación del estigma, afectando negativamente la polinización (Syngenta, 2010).

2.5.3 Luminosidad.

Los requerimientos de energía solar para la fructificación normal del tomate, son de 250 a 350 watts/m² de radiación solar fotosintéticamente activa o de rango visible. La planta de tomate se desarrolla mejor con suficiente energía solar, ya que cuando esa baja, afecta la apertura de los estomas.

El fotoperiodo es la respuesta de las plantas a la duración de la luz. El tomate tiene un fotoperiodo neutro, lo que significa que puede desarrollarse tanto en fotoperiodos cortos (menos de 12-14 horas), como en fotoperiodos largos (más de 12-14 horas) (Syngenta, 2010).

2.5.4 Radiación en invernadero.

La calidad de la luz y el fotoperiodo no son tan importantes para el crecimiento del tomate como la radiación integral diaria. Tratar de superar las limitaciones de luz a escala comercial utilizando luz artificial, rara vez se justifica

económicamente. Generalmente es más recomendable maximizar la iluminación natural poniendo especial atención en el material y limpieza de la cubierta de los invernaderos; además de un diseño cuidadoso y una óptima orientación del invernadero y del cultivo dentro de este (Castellanos, 2009).

La intensidad de la radiación, el fotoperiodo y la nubosidad son los factores naturales que determinan la radiación diaria (Bouzo y *Garinglio*, 2002).

2.5.5 Contenido del CO₂ en el aire.

En condiciones de invernadero, el aire generalmente está más seco y en algunos casos la circulación no es correcta, así que las plantas en invernaderos requieren más de CO₂; de manera que a medida que se incrementa la luz, también se incrementa la demanda de CO₂. Al recibir el CO₂ en una cantidad extra, las plantas responden sorprendentemente rápido en beneficio de la cosecha. La recomendación de CO₂ en el uso de invernadero va de 800 a 1000 ppm en el ambiente (Samperio, 1999).

La concentración de CO₂, de la atmosfera es de 340 ppm aproximadamente, sin embargo, esta cantidad es muy variable dentro de un invernadero. Se puede ver que dentro de las primeras horas de la mañana es un día despejado la concentración de CO₂ en invernadero es más alta que en la atmosfera. En cuanto aumenta la intensidad lumínica también el proceso de fotosíntesis, y provoca una disminución rápida de CO₂ que alcanza niveles muy bajos, cercano a los 200 ppm (Alpi y Tognoni, 1999).

2.6 Elección del material vegetal.

La producción final tiene mucho que ver con la elección del material, la variedad tiene que ser del tipo de tomate que demande el mercado y presentar buen comportamiento en vida de anaquel, además debe ser productiva tanto cuantitativa como cualitativamente bajo las condiciones de clima, suelo, sistema de cultivo e infraestructura y medios que se dispongan. En México el 80% de la producción de tomate se destina al consumo interno y principalmente los tomates son del tipo saladette, mientras que para exportación, los tomate bola o tipo beef (grandes y carnosos) son los que demanda el consumidor norteamericano y en pequeña escala algunos consumidores selectos de México, como restaurantes y ciertas cadenas de comida rápida. Independientemente del mercado de destino, los frutos de la variedad a plantar deben tener buena conservación o vida de anaquel, característica que influye en una mejor comercialización y venta posterior. La tendencia actual es que las cadenas de hipermercados exigen frutos etiquetados con un número que identifique a la variedad. También al momento de elegir la variedad se deben tener en cuenta las condiciones ambientales, las cuales vienen determinadas por la fecha de trasplante, la infraestructura instalada, características físico-químicas y patológicas del suelo y la calidad del agua; como regla, a la hora de elegir debe predominar el factor más limitante. Con gran interés hay que revisar la resistencia de la variedad a enfermedades como por ejemplo fusariosis, resistencia a virosis, es muy importante conocer las debilidades y fortalezas de la variedad a plantar (Castellanos, 2009).

2.7 Labores culturales.

2.7.1 Producción de plántulas.

Hoy día, el alto costo de la semilla (híbridos) ha generalizado el uso de charolas germinadoras con 200 cavidades prensados de turba, bolsas de plástico rellenas de sustrato para trasplantar con cepellón, que cuentan con instalaciones adecuadas ya sea con cámaras de germinación o invernadero (Castilla, 1999).

Se utilizan charolas de polietileno, esterilizadas previamente con productos como Previcur N, llenando las cavidades con turba (peat most) que es un material inerte, colocando en cada una de las cavidades las semillas de tomate a una profundidad de 2 a 3 milímetros, se cubren con el mismo material. La temperatura debe mantenerse elevada a unos 32° C, los riegos por microaspersión, se efectúan de una a dos veces diarias, según la demanda evaporativa y la fertirrigación (a partir de los 15 días de la siembra) se basa en equilibrio tipo 1/1/1 de N/P₂O₅/K₂O, evitando los excesos para no enternecer la planta. Con ese mismo fin pueden emplearse retardadores de crecimiento (derivados de cobré o similares). La práctica de endurecer la planta es útil para aclimatar las plantitas progresivamente al cambio de condiciones ambientales, especialmente si se destinan a cultivos al aire libre (Castilla, 2001).

2.7.2 Trasplante.

El trasplante se lleva acabo 28 días después de la puesta a germinación de las semillas, una vez que la planta haya alcanzado de 15 a 20 cm de altura o tenga cuatro hojas verdaderas.

La distancia de separación entre plantas debe ser como mínimo de 30 cm. Y máximo de 70 cm. Para la plantación en bolsas en tres hileras se hace en tres bolillo teniendo una distancia mínima de 35 cm de centro a centro de la bolsa, en este caso se colocan dos plantas por bolsa, también se pueden colocar solo dos hileras de bolsas, de 5 a 10 cm una de otra.

Hay que tener cuidado de no establecer una densidad de plantas muy alta ya que puede tener varios problemas una vez que el cultivo esta grande; la falta de ventilación crean condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades. Con la falta de luz las partes sombreadas, el follaje pierde su vida productiva antes de que los frutos maduren. La falta de luz provoca que los frutos no tengan una maduración uniforme y tampoco consigan un color rojo intenso, disminuyendo la calidad.

Para realizar el trasplante, en el sustrato se debe hacer una cepa aproximadamente 5 cm de diámetro por 10 cm de profundidad para la colocación de cada plántula, abriendo el sustrato con una estaca con punta o con una cuchara metálica hecha especialmente para tal fin. Se realiza el trasplante colocando la plántula con todo y cepellón y se cubre con sustrato a la altura de las hojas cotiledonales o de 2 a 3 cm. más arriba dependiendo de la longitud del tallo principal de la plántula; después se compacta el sustrato hacia el cepellón para garantizar que este en contacto con la plántula y así favorecer el anclaje y la absorción de solución nutritiva. Antes de extraer el cepellón de las charolas para realizar el trasplante, ya sea la plántula derivada de semilla o de esqueje, es muy recomendable regar ligeramente la charola para que el cepellón pueda

desprenderse con facilidad de las cavidades. También al momento del trasplante se recomienda realizar un riego pesado para que el sustrato este lo suficientemente hidratado y pueda el cepellón incorporarse con facilidad. El trasplante debe realizarse preferentemente en la tarde y en caso de días muy soleados es recomendable colocar una sombra temporal colgada a la estructura del invernadero (de tres a cinco días) para disminuir el riesgo por marchitamiento y/o estrés de las plántulas. Con esta práctica se permite que estas desarrollen sus raíces dentro del nuevo sustrato y que este a su vez pueda absorber agua suficiente que la misma planta pierde por transpiración.

2.7.2.1 Selección de número de plantas por contenedor.

El número de plantas que van a ser trasplantadas por bolsa es importante ya que de ello depende la densidad de plantas por metro cuadrado. Se recomienda usar una densidad no mayor a 4 plantas/m², debido a que una mayor densidad afecta la ventilación, incrementa la humedad relativa y reduce la cantidad de luz disponible para la actividad fotosintética de las hojas. El tomate se puede sembrar a hilera sencilla o a hilera doble, dependiendo de qué sistema se utilice, debe variar el número de plantas por bolsa.

- Una planta por bolsa. En este sistema existen dos variantes:
 - a) Una planta por bolsa a un tallo. Este sistema utiliza un planta por bolsa con crecimiento a un tallo, esto permite sembrar el tomate a dos hileras separadas 40 cm. entre plantas, 60 cm. entre hilera y 1.2 m de pasillo. Para una mayor eficiencia en la captación de luz por las hojas, es

recomendable colocar las bolsas en tres bolillo; para este sistema se pueden usar bolsas de 35x35 cm (16 litros) o de 40x40 cm (18 litros).

- b) Una planta por bolsa a dos tallo. En este sistema se utiliza un planta por bolsa a la que después de ser trasplantada o después de los 20 cm de crecimiento (posterior al trasplante) se le elimina el ápice (brote terminal) para que se generen dos tallos, el resultado son dos plantas por bolsa pero con un solo sistema radical, lo que es menos eficiente que cuando existe un sistema radical por planta. En este sistema las bolsas se encuentran cada 40 cm (desde el centro de cada bolsa), a una sola hilera y a un ancho de pasillo de 1.2 m, para esto se deben usar bolsas de 40x40 cm (18 litros)

- Dos plantas por bolsa.

En este sistema se utilizan dos plantas por bolsa, sembradas a cada lado del gotero, usándose un gotero por bolsa (aunque es más eficiente un gotero por planta). Las bolsas se separan a 40 cm; se recomienda usar una sola hilera (aunque puede haber sistemas a dos hileras separadas a 80 cm o más), con pasillos de 1.2 m de ancho, se deben usar bolsas de 40x40 cm (18 litros). (Velasco *et. al.*, 2006).

2.7.3 Poda de formación.

Es una práctica imprescindible para las variedades de tomate que presentan un crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que se eliminarán, al igual que las hojas más viejas (las que se encuentran más cerca de la base del tallo). Así

mejorara la aireación del cuello. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates de tipo Cherry suelen dejarse 3 y hasta 4 tallos. Es muy importante evitar corta el brote apical que contiene el brote de crecimiento, cuyas características es que al estar recién formados se encuentran protegidos por dos pequeñas hojas (Rodríguez *et. al.*, 2006).

2.7.4 Poda de brotes axilares o destallados.

Consiste en eliminar brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe de realizarse con la mayor frecuencia posible (se hace manualmente en verano-otoño y cada 10-15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y facilitar la cicatrización de heridas. Los cortes deben ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En época de riesgo es aconsejable realizar el tratamiento fitosanitario (Rodríguez *et. al.*, 2006).

2.7.5 Poda de hojas o deshojado.

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, para facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, así se elimina la fuente de inóculo (Rodríguez *et. al.*, 2006).

2.7.6 Despunte apical.

Los materiales de crecimiento indeterminado tienen una yema vegetativa en la parte apical del tallo principal que permite el crecimiento continuo de la planta. (Pérez y Castro, 1999; citados por Bautista y Alvarado, 2006). Por esto es

importante eliminar la parte apical del tallo con objeto de detener el crecimiento vertical en las variedades indeterminadas y logra con ello mayor precocidad en la producción de los frutos. Esta poda puede variar según las características del cultivar; generalmente se realiza entre el 6º y 8º racimo floral (Rodríguez *et al.*, 2006).

2.7.7 Despunte de inflorescencia y aclareo de frutos.

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en racimo, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad. De forma general podemos distinguir dos tipos de aclareo: el aclareo sistemático es una intervención que tiene lugar sobre los racimos, dejando un número de frutos fijos, eliminando los frutos inmaduros mal posicionados. El aclareo selectivo tiene lugar sobre frutos que reúnen determinadas condiciones independientemente de su posición en el racimo; como pueden ser: frutos dañados por insectos, deformes y aquellos que tienen un reducido calibre (Infoagro, 2012).

2.7.8 Aporcado y rehundido.

Práctica que se realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El aporcado de plantas lleva como finalidad evitar el encharcamiento en la zona del cuello (Infoagro, 2012).

Se recomienda hacerlo a los 15 o 25 días después del trasplante, para favorecer el desarrollo de raíces en el tallo. Se aprovecha para eliminar malezas y a la vez para incorporar fertilizantes; al mismo tiempo proporciona una mayor fijeza a la

planta. Debe realizarse con precaución, para no causar daño a las raíces dar paso a las enfermedades. Además con esta labor se incentiva a la planta a generar raíces adventicias (Corpeño, 2004).

2.7.9 Tutorado.

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallado, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades. La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) preferiblemente color negra para no atraer insectos con las de color, sujeto de una extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillos) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1.8-2.4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillos, hasta que la planta alcance el alambre (Moroto, 2002).

2.7.10 Bajado de plantas.

Indican que conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillos, hasta que la planta alcance el alambre; a partir de este momento existen tres opciones:

- Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un costo adicional de mano de obra. Este está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado “holandés” o de “perchas”, que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas, para ir dejándolo

caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.

- Dejar que la planta crezca cayendo por su propia gravedad.
- Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado. Johnson y Rock (1975); citados por Rodríguez (2002).

2.7.11 Polinización.

El desarrollo de buenos frutos en tamaño y calidad requiere de un proceso sexual exitoso dentro la flor de tomate. La exitosa transferencia de polen viable desde las anteras (parte masculina de la flor) hasta el estigma (parte femenina) y la subsecuente fertilización de los óvulos y el desarrollo de la fruta son afectados por el ambiente de la planta y por las características genéticas de las partes de la flor. Condiciones que se deben cumplir para que se den los procesos de la transferencias de polen y fertilización de los óvulos.

- 1) Se debe producir polen en las anteras.
- 2) El polen debe ser viable.
- 3) El polen debe ser transferido hacia el estigma.
- 4) El polen transferido debe ser en una cantidad suficiente.
- 5) Se debe llevar acabo la fertilización
- 6) El ovario debe ser retenido
- 7) El ovario debe crecer.

La falla en cualquiera de estos procesos afecta el desarrollo normal de la fruta produciendo síntomas de una mala polinización (frutos vacíos o deformes) los cuales pueden ser debido a condiciones adversas del clima tales como la temperatura luz, humedad, inadecuada transferencia de polen o una nutrición deficiente (Sagarpa, 2008).

Los tomates son polinizados normalmente por el viento cuando crecen al aire libre; en condiciones de invernadero la polinización se puede llevar a cabo con vibrador de mano; esto se hace varias veces, durante varios días para asegurar la polinización, de otra manera también se puede realizar con un bat y moviendo las rafias con las que se guían. La polinización biológica ha tomado relevancia, y consiste en liberar polinizadores desde la cuarta semana después del trasplante. La especie comercial que se utiliza son abejorros (*Bombus terrestris*), a una densidad de población de cuatro colonias por hectárea (Gil y Miranda, 2000; citados por Bautista y Alvarado, 2006).

La polinización deberá efectuarse mientras que las flores están en estado receptivo, lo cual se conoce porque los pétalos se doblan hacia abajo. La plantas deberán polinizarse al menos cada dos días, puesto que las flores permanecen receptivas unas 48 horas, efectuando esta operación entre las 11:00 am y las 15:00 pm en días soleados, esto para obtener mejores resultados (Rodríguez *et. al.*, 1997).

La óptima temperatura para la polinización es de 21 °C a 28 °C. La humedad óptima relativa es del 70%. Cuando la humedad relativa está por encima del 80%, los granos de polen se aglomeran y no se dispersan bien. Con humedad

relativa inferior a 60% por periodos extendidos, el estigma se puede secar de tal forma que los granos de polen no se pegaran al mismo (Zaidan y Avidan, 1997).

2.8 Arreglo topológico.

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá del genotipo comercial a establecer. El más frecuentemente empleado es de 1.5 m entre líneas y 0.5 m entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio es común aumentar la densidad de plantación a dos plantas por metro cuadrado con marcos de 1 m x 0.5 m. Cuando se tutoran las plantas, las líneas deben ser “pareadas” para poder pasar las plantas de una línea a otra formando una cadena sin fin, dejando los pasillos amplios.

La población recomendada es de 25 000 plantas por hectárea para variedades determinadas durante la época seca y 22 000 plantas en época de lluvias, debido a que cada planta produce aproximadamente de 3.61 a 4.52 Kg de tomate. La población recomendada para variedades indeterminadas es de 28 000 plantas por hectárea, ya que cada planta produce de 5.42 a 6.78 Kg de tomate (Zaidan y Avidan, 1997).

2.9 Fertirrigación.

En los cultivos de tomate, el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va a ser función del estado fenológico de la planta, así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.).

La fertirrigación se refiere a la técnica de dosificación de fertilizantes disueltos en el agua de riego basándose en las necesidades por etapa fenológica

de los cultivos (Burgueño, 1994). Con esta técnica se optimiza la cantidad de agua de riego y fertilizantes dado que su aplicación es más localizada y disponible al sistema radical de la planta (Nathan, 1995; Pier y Doerge, 1995). La ferti-irrigación se basa en que pequeños volúmenes de raíces pueden mantener una gran planta si se le suministra soluciones nutritivas constantes (Thompson y Doerge, 1996).

Una de las ventajas de la fertirrigación es que se puede realizar un manejo de algunas características del suelo y agua de riego tales como pH, salinidad, calidad del agua de riego, humedad en el suelo y disponibilidad de nutrimentos (Thompson y Doerge, 1996).

De acuerdo con (Martínez y García, 1993), La planta de tomate crece bien en la solución suelo agua con pH de 5.5. a 6.8 con valores óptimos entre 6.0 y 6.8. En cuanto a CE en general, aguas con conductividades superiores a 2.5 ms/cm empiezan a crear algún tipo de problema.

Según León (2001), la solución nutritiva se aplica en todos los riegos sin alternancia con solo agua. La concentración del fertilizante varía según el estado fenológico de la planta y las condiciones de clima. La fertirrigación permite altos rendimientos en los cultivos, una mejor utilización del agua y de los nutrientes, menores pérdidas por lixiviación y aplicaciones controladas durante el desarrollo de los cultivos.

Los fertilizantes de uso más extendido son los abonos simples en forma de sólidos solubles (nitrato cálcico, nitrato potásico, nitrato amónico, fosfato mono-potásico, sulfato potásico, sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico y ácido nítrico) debido a su bajo costo ya que permite un fácil ajuste a la formula

nutritiva. De igual forma existen en el mercado abonos complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente, solo o en combinación con los abonos simples, a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo (Pérez, 2006).

El hierro debe ser suministrado como quelato porque las sales de hierro, como por ejemplo, sulfato de hierro, son muy inestables en solución y el hierro precipita fácilmente. En caso de aguas duras, se debe tomar en cuenta el contenido de Ca y Mg en el agua de riego (Imas, 1999).

También Linares (2009) comentan que numerosos correctores de carencias, tanto de macro como micronutrientes, que pueden aplicarse vía foliar o riego por goteo, tales como aminoácidos de uso preventivo y curativo, que ayudan a la planta en momentos críticos de su desarrollo o bajo condiciones ambientales desfavorables, al igual que por otros productos (ácido húmico y fúlvico o correctores salinos), que mejoran las condiciones del medio y facilita la asimilación de nutrientes por la planta. Dentro de la nutrición del cultivo de tomate se pueden adquirir soluciones balanceadas de crecimiento, floración y fructificación o llenado de frutos.

Cuadro 2.2. Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm)¹.

UAAAN-UL. 2013.

Estado de la planta	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
Época calurosa (Verano)	130 - 150	35 - 40	200 - 220	100 - 120	40 – 50

¹Fuente: Zaidan y Avidan, 1997.

Linares (2009) comenta la importancia de cada elemento nutritivo.

Fosforo. Es determinante sobre la formación de raíces y sobre el tamaño de las flores, en ocasiones se abusa de este producto buscando un acortamiento de entrenudos en las épocas tempranas, en las que la planta tiende a ahilarse. Durante el invierno se tiene que aumentar el aporte de este elemento, así como de magnesio, para evitar fuertes carencias por enfriamiento del suelo.

Calcio. Es un macro elemento fundamental en la nutrición del tomate para evitar la necrosis apical (*blossom and rot*), ocasionada normalmente por la carencia o bloqueo de calcio en terrenos salinos o por graves irregularidades en los riegos. Para que este elemento sea asimilado de forma más eficiente se recomienda aplicar mezclado con magnesio en una proporción de dos partes de Ca y una de Mg.

Un micro elementos de mayor importancia en la nutrición del tomate está el hierro, que desempeña un papel primordial en la coloración de los frutos y en menor medida, en cuanto a su empleo, se sitúa el manganeso, zinc, boro y molibdeno.

Las carencias de nutrientes se describen de la siguiente manera.

Calcio. Presenta hojas con márgenes necróticos y en plantas jóvenes las hojas se doblan hacia arriba formando una copa, se reduce la tasa de crecimiento y las partes nuevas de las plantas no crecen (Lazcano, 2004).

Nitrógeno. Presenta hojas dediles y de color verde amarillentas.

Magnesio. Presentan hojas de colores entre blancos y amarillos con manchas marrones y puede ser corregido pulverizando sulfato de magnesio.

Fosforo. Se manifiesta más en las flores, las cuales se secan prematuramente, además de que tarda en formarse y abrirse. Se corrige abonando después de la floración con superfosfato de cal.

Potasio. Las hojas se doblan por su borde y se quedan pequeñas y amarillean hasta tornarse grises. Si la falta de potasio persiste, estos síntomas progresan hasta que alcanzan la parte superior de la planta (Pérez, 2006).

2.9.1 Solución nutritiva.

La solución nutritiva es el conjunto de elementos nutritivos requerido por las plantas, disueltos en agua. En los sistemas hidropónicos a excepción del carbono, oxígeno e hidrógeno, todos los elementos esenciales son suministrados a través de soluciones nutritivas y en forma asimilables por las raíces de las

plantas, por lo que se considera un prerequisite la solubilidad de los iones esenciales en el agua. Se debe ajustar el pH de la solución de acuerdo a la necesidad de la especie a cultivar (Sánchez y Escalante, 2001).

Las principales fuentes de cada uno de los elementos nutrientes que forman parte de la solución nutritiva para la hidroponía son:

El nitrógeno, es absorbido por las plantas en forma de nitrato (NO_3^-) y en forma de amonio (NH_4^+) soluble en agua. Las fuentes principales son: nitrato de potasio (KNO_3), de calcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), de sodio (NaNO_3), de amonio (NH_4NO_3), sulfato de amonio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), fosfato mono amónico ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), fosfato di amónico ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$), urea ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$) y fosfo-nitrato de amonio ($(\text{NH}_4)_2\text{NO}_3\text{H}_2\text{PO}_4$).

El fósforo es asimilado por las plantas como ion fosfato ($\text{PO}_4^=$). Las fuentes empleadas son: superfosfato de calcio simple y triple ($\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2\text{H}_2\text{O}$), fosfato de amonio, fosfato monoamónico ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), fosforo diamónico, ácido fosfórico (H_3PO_4).

Para el Potasio las fuentes principales son: nitrato de potasio (KNO_3), sulfato de potasio (K_2SO_4) y cloruro de potasio (KCl).

Las principales fuentes de calcio son: nitrato de calcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), superfosfato (simple y triple), sulfato de calcio (yeso) ($\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$), cloruro de calcio ($\text{CaCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

El azufre es utilizado por las plantas en forma de sulfato ($\text{SO}_4^=$), se encuentra en: sulfato de amonio y de potasio, superfosfato, sulfato de magnesio (sal de Epson ($\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$)), que proporciona el magnesio necesario.

El boro, zinc, manganeso, cobre, fierro, molibdeno, entre otros son necesarios en dosis muy pequeñas, además pueden reaccionar con sales en el agua y su nivel en exceso puede ser toxico. Las fuentes empleadas son: bórax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) y ácido bórico (H_3BO_3) para el boro, el quelato de zinc y las mezclas de zinc con nitrógeno como fuente del zinc, el sulfato ($\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), cloruro ($\text{MnCl} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) y quelatos de manganeso para el manganeso, el sulfato y cloruro de cobre para el cobre, el sulfato ferroso ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), cloruro férrico ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) y quelatos para el fierro. También hay fertilizantes comerciales que incluyen estos microelementos como el Peters S.T.E.A.M (Soluble Trace Element Mix) (Contreras, 2006)

Cuadro 2.3. Rangos mínimo, óptimo y máximo de concentraciones de nutrimentos considerando varios autores¹. UAAAN-UL. 2013.

NUTRIMENTO	CONCENTRACIÓN (mg/L)			
	Mínima	Óptima (rango)	Máxima	Recomendable (INCAPA, 1999)
Nitrógeno	140	200-400	900	200
Fósforo	30	60-90	100	60
Potasio	150	200-400	600	250
Calcio	120	200-400	600	250
Magnesio	25	50-75	100	50
Azufre	100	150-300	1000	200
Fierro	0.5	1-5	10	3
Manganeso	0.3	0.5-2	15	1
Boro	0.3	0.5-1	5	0.5
Cobre	0.05	0.1-1	5	0.1
Zinc	0.05	1-5	5	0.1
Cloro	1	1-5	350	no añadir
Molibdeno	0.001	0.001-0.002	0.01	no añadir

¹Fuente: Sánchez, 1999.

2.10 Plagas y enfermedades.

2.10.1 Plagas.

2.10.1.1 Áfidos. (*Aphis gossypii*, *Aulacorthum solani*, *Macrosiphu euphorbiae*, *Myzus persicae* (Sulzer)).

Descripción: Insectos chupadores con forma de pera y cuerpo flexible con o sin alas y protuberancias en el abdomen. ***Aphis gossypii*** es alrededor de 2mm de largo, de color verde pálido en la temporada cálida y seca, y rosado en temporadas más frescas. ***Aulacorthum solani*** o pulgón de la digital es redondo-ovalado de 2 a 3mm. Posee rayas oscuras en sus largas antenas y coloración brillante verde amarillenta, verde blanco-amarillenta o verde-café. ***Macrosiphum euphorbiae*** o áfido de la papa, es entre 2.5 y 3.5mm de largo y su color varía entre rosa, rosa-verde moteado, y verde claro con una raya oscura. ***Myzus persicae*** o áfido verde, cuyo tamaño oscila entre 1.6 y 2.4mm es de color amarillo pálido a verde.

Síntomas y daño al cultivo: Se alimentan punzando las hojas y succionando la savia, como resultado, las hojas se enrollan hacia abajo y se arrugan; prosigue el marchitamiento y la decoloración de la hoja. El daño es más frecuente en hojas jóvenes del centro de la planta. Su acción ocasiona la reducción de la calidad y cantidad de fruta. Las plantas gravemente infestadas se vuelven de color café y mueren. Los áfidos tienden a extenderse rápidamente de un campo a otro transmitiendo una serie de enfermedades virales.

Monitoreo y búsqueda: Usar trampas amarillas en la base del tallo y trampas horizontales. Típicamente los áfidos se congregan en el envés de la hoja

y en los brotes apicales. La mielecilla secretada por los áfidos vuelve a las plantas pegajosas y favorece el desarrollo de un moho negro en el follaje.

Manejo: Se controlan con enemigos naturales, depredadores o parasitoides, prácticas culturales y aplicaciones de insecticidas.

2.10.1.2 Paratrioza (*Paratrioza cockerelli* (Sulc)).

Descripción: Es un insecto chupador también conocido como pulgón saltador o psílido del tomate o de la papa. Sus adultos son muy pequeños (2mm) de color que oscila de ámbar a café oscuro o negro, con alas transparentes en forma de tejado, marcas blanco-crema en el tórax y líneas en el abdomen. Es similar a los pulgones, aunque carece de los cornículos de éstos, además del daño resultante de succionar la savia del fruto, su saliva puede resultar tóxica.

Síntomas y daño al cultivo: Su mayor importancia deriva de la transmisión de la fitoplasmosis del permanente del tomate, que llega a mermar hasta 60% del rendimiento de este cultivo. Las hembras depositan huevecillos amarillo naranja, sujetos a las hojas por un tallito pedicelo, normalmente en el envés y en los márgenes. Las ninfas tienen forma de escamas y pasan por cinco estadíos que transcurren en el envés de las hojas y son verde-amarillentas con ojos rojos. Se distinguen de las ninfas de mosca blanca por sus muñones de alas y por no cubrirse con cera.

El umbral mínimo de temperatura de la Paratrioza es de 7 °C y la óptima para su desarrollo oscila entre 27 y 29 °C. Para su evolución de huevecillo a adulto se requieren 336 unidades de calor (UC). Las ninfas inyectan una toxina en la hoja

mientras se alimentan que causa la muerte de trasplantes, clorosis y rizado de las hojas antes de la floración, lo cual evita la formación del fruto o causa superproducción de frutos pequeños no comercializables en plantas más desarrolladas. Se hospedan principalmente en solanáceas.

Monitoreo y búsqueda: Pueden detectarse en invernadero mediante trampas amarillas, naranjas o verdes, situando la trampa en la cima de la planta. En campo, realizar el muestreo en hojas en búsqueda de huevos y ninfas en los extremos.

Manejo: Como agentes de control biológico, se han reportado varios insectos depredadores como los crisópidos o León de los áfidos, larvas de segundo estadio de *Chrysoperla carnea Stephens* en invernadero y las catarinitas, es efectivo el control químico con algunos productos.

2.10.1.3 Acaro Blanco (*Polyphagotarsonemus latus*).

Descripción: Se encuentra distribuido en todo el mundo, atacando a un gran número de cultivos. El ácaro adulto es muy pequeño (machos: 0.11 mm, hembras: 0.2 mm) con cuerpo de color amarillo pálido, ámbar o verde y un listón en el extremo posterior del cuerpo de las hembras. La hembra puede ovipositar en el envés de las hojas más jóvenes durante un periodo de 8 - 13 días hasta 76 huevecillos.

Síntomas y daño al cultivo: El ciclo completo del ácaro blanco es muy rápido, de 4 a 10 días dependiendo de las condiciones de temperatura. Un aspecto importante a considerar, es que las hembras pueden ovipositar

huevecillos fértiles macho sin haberse apareado. La proporción por sexos en huevos fecundados es de cuatro hembras por macho. Otra etapa importante es cuando las hembras entran en un estado de larva quiescente. Durante esta etapa los machos adultos las transportan a los brotes más nuevos de la planta, donde posteriormente se aparean, asegurando la disponibilidad de alimento. También se ha reportado la utilización de insectos huéspedes para el movimiento entre plantas, concretamente de algunas especies de mosca blanca.

El ácaro blanco es un problema muy destructivo que ocasiona deformaciones de hojas, ramas tiernas y frutos pequeños debido a la saliva del ácaro. Posteriormente la planta detiene su crecimiento y da la apariencia de un arosetamiento en las partes más jóvenes seguidos de coloraciones cobrizas o purpúreas.

Monitoreo y búsqueda: Búsqueda de brotes con malformación y en áreas sombrías del fruto. El daño ocasionado puede confundirse fácilmente con daño producido por herbicidas, carencia de boro o desorden fisiológico.

Manejo: Existen numerosos acaricidas etiquetados para el control de esta plaga, aunque aceites y jabones insecticidas también son efectivos y menos tóxicos para el ambiente. Para áreas amplias o control en invernadero existen agentes biológicos de ácaros depredadores. Pueden utilizarse además tratamientos con agua caliente de 110 a 120 °C durante 15 minutos.

2.10.1.4 Araña Roja (*Tetranychus urticae* (Koch), *Tetranychus cinnabarinus*)

Descripción: El adulto posee ocho patas y es casi microscópico (0.3 a 0.5 mm de largo). La hembra, de forma oval, tiene un color que va de amarillento a verde, con dos o cuatro manchas dorsales oscuras. El macho, que es más activo, tiene cuerpo más angosto y abdomen más apuntado. Los huevecillos son esféricos, diminutos y transparentes a la ovipostura. Luego adoptan un color amarillo-verdoso. La larva es transparente, con ojos carmín, seis patas y no es mucho mayor que el huevecillo. Durante las dos etapas de ninfa es gris pálido, de forma oval y ocho patas. Las manchas oscuras ya son visibles en esta etapa.

Síntomas y daño al cultivo: Los ácaros penetran la epidermis y extraen la savia del envés de las hojas. El follaje infestado adopta un aspecto blancuzco o bronceado. Las hojas ligeramente infestadas muestran manchas o erupciones pálidas que permiten ver al través; cuando son gravemente infestadas se tornan pálidas y se secan. El envés puede verse recubierto de tejido sedoso o telarañas por encima del cual se arrastran los ácaros.

Monitoreo y búsqueda: Los ácaros de araña roja se distribuyen por el campo de dos maneras: migración de hembras formando una zona de ligera a abundante, y transporte natural o mecánico de ácaros mediante viento, mamíferos o humanos. Por tanto, los puntos problemáticos deben investigarse al final y no al entrar al campo. El desarrollo de los adultos es más rápido durante la temporada cálida y seca.

Manejo: Destruir las malezas alrededor del campo después de la cosecha o antes de la siembra, no es aconsejable la destrucción de malezas que circundan

el campo durante la temporada de cultivo, ya que esto obliga a los ácaros a emigrar al campo de ser posible, seleccionar variedades de semillas con resistencia a la araña roja.

2.10.1.5 Mosca blanca (*Bemisia tabaci* (Gennadius); *B. argentifolli* (Bellows & Perring) y *Trialeurodes vaporarium* (Westwoot)).

Descripción. *Bemisia tabaci*: las moscas adultas son de cuatro alas y alrededor de 1.5 mm de largo. La identificación y diferenciación de los adultos de *B. tabaci* y *T. vaporarium* se realiza en base a la posición de las alas. *T. vaporarium* tiene las alas horizontales, mientras que *B. tabaci* las tiene inclinadas sobre el cuerpo. Las larvas son igualmente fáciles de diferenciar; pues *T. vaporarium* tiene todo el perímetro lleno de pelos o quetas, mientras que *B. tabaci* contiene como máximo 7 pares de quetas.

- *Bemisia argentifolli*: (conocida como mosca blanca “silverleaf” u hoja plateada). Se dice que esta especie es la que causa mayores pérdidas económicas para los productores. La pupa es ovalada, blancuzca y blanda. Un extremo de la pupa pende de la superficie de la hoja y posee escasos y cortos filamentos cerúleos en su perímetro (comparada con otras pupas de mosca blanca que tienen numerosos filamentos). Las moscas adultas son más pequeñas (siendo las hembras alrededor de 0.96 mm y los machos alrededor de 0.82 mm). Son de color amarillo más intenso que otras moscas blancas. Mantienen las alas a un ángulo de 45°, lo que les da la apariencia de ser más delgadas.

- *Trialeurodes vaporariorum*: es una minúscula plaga de invernadero (alrededor de 1.5 mm de largo). Las plantas se cubren con mosquitas blancas de cuatro alas blancas de aspecto cerúleo. Las pupas son ovaladas, la parte superior plana, con filamentos que emergen desde arriba.

Síntomas y daño al cultivo: Las plantas infectadas presentan menos vigor y las hojas se cubren con mielecilla. La mosca blanca se alimenta del tejido de las hojas, extrayendo la savia de la planta lo cual entorpece su crecimiento. En las plantas infectadas las hojas se vuelven amarillentas y se caen. Se desarrolla un hongo semejante a tizón en las hojas cubiertas del rocío viscoso producido por la mosca blanca.

Monitoreo y búsqueda: Para detectar la invasión prematuramente se pueden utilizar placas amarillas en la base del tallo. La plaga se alimenta principalmente de las hojas nuevas en la parte superior. El desarrollo y la reproducción de la mosca blanca de invernadero dependen de la temperatura. Lo importante es observar bien las plagas, tanto en el cultivo como sobre las trampas o placas adhesivas. Un buen monitoreo es indispensable para realizar un control efectivo a tiempo.

Manejo: El manejo de la mosca blanca requiere un programa integrado que se enfoque en la prevención y se base en la integración del control biológico cuando éste sea posible. Algunos ejemplos de manejo integrado son la colocación de mallas en las bandas de los invernaderos; limpieza de malezas y tejidos de cultivos muertos, y la colocación de trampas amarillas.

La avispa parásita (*Encarsia formosa*) es un ejemplo de los enemigos naturales que se puede emplear en condiciones de invernadero, pero hay que tener en cuenta que la reproducción de este parásito puede verse limitada a temperaturas inferiores a 24 ° C. Se deben seleccionar los insecticidas cuidadosamente, ya que algunos son más efectivos cuando se aplican contra las moscas adultas. En algunos casos, se necesitan aplicaciones regulares de insecticidas para controlar la población adulta que emerge hacia el final de la generación. En cuanto a *Bemisia argentifolii*, los productos que contienen el aceite de neem son tóxicos para las ninfas jóvenes e inhiben la crianza y desarrollo de las ninfas mayores.

2.10.1.6 Minador de la hoja (*Liriomyza sativae*, *Liriomyza trifolii* (Burgess)).

Descripción: El adulto de *Liriomyza sativae* es una mosca negra lustrosa con marcas amarillas variables de 1 a 1.8 mm de largo. El *Liriomyza trifolii* difiere en que tiene el tórax cubierto de pelos traslapados que le proporcionan un color gris plateado. La porción de la cabeza detrás de los ojos es predominantemente amarilla. Ambas especies tienen una actividad similar: insertan los huevos en las hojas y las larvas se alimentan entre haz y envés, lo que crea una mina u horadación sinuosa. Los huevecillos, de unos 0.2 mm de largo, son en ocasiones visibles a través de la epidermis superior de la hoja. Las larvas amarillentas y las pupas café, semejantes a semillas de estas especies, son muy similares y difíciles de distinguir en el campo.

Síntomas y daño al cultivo: El minador de la hoja efectúa en las hojas horadaciones de ondulaciones irregulares. Las galerías tienen generalmente la forma de una "S" y pueden estar agrandadas en el extremo. En las hojas más dañadas, se reduce grandemente la eficacia fotosintética y las plantas pueden perder la mayor parte de sus hojas. Si esto sucede al comienzo del periodo de fructificación, la defoliación podrá reducir el rendimiento y el tamaño del fruto y exponer éste a la quemadura del sol. Además, las hojas infestadas constituyen un hábitat propicio para las bacterias y los patógenos fúngicos de las plantas.

Monitoreo y búsqueda: La población de minadores de la hoja es más elevada en climas tropicales y condiciones de invernadero. Para comprobar si hay minadores de la hoja, revísese el tejido de las hojas. La vigilancia de las poblaciones de plaga puede hacerse mediante trampas amarillas en la base del tallo y con trampas horizontales.

Manejo: A pequeña escala, proceder al retiro de las hojas de tomate infestadas ayuda a mantener la población de minadores de la hoja en un nivel manejable. Sin embargo, el empleo de insecticidas es un método de control más confiable. Una observación: no haga este tratamiento a menos que estén presentes las pupas. La ausencia de pupas, aun si se encuentran presentes nuevos minadores, indica que los controles naturales sobre los minadores de la hoja están funcionando. Las avispas parasitarias ayudan a mantener las poblaciones de minadores en niveles bajos.

2.10.1.7 Nematodos (*Meloidogyne incognita*).

Descripción: Los nemátodos afectan prácticamente a todos los cultivos hortícolas. El tipo *Meloidogyne incognita*, también conocido como agallador, de los nódulos o de las raíces, por producir unos típicos nódulos en las raíces, penetran en las raíces desde el suelo, las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Los huevos eclosionan en el suelo o hibernan en espera de temperaturas más cálidas. El ciclo vital se completa en menos de 30 días.

Síntomas y daño al cultivo: Producen obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, lo que implica menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez, clorosis y enanismo. Estos nemátodos interactúan con otros patógenos, ya sea como vectores de virus o de forma pasiva, facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado.

Monitoreo y búsqueda: El daño ocasionado por nemátodos se restringe normalmente a suelos arenosos al 50%, aunque también puede ser severo en la producción de trasplantes en invernadero si se utiliza un sustrato no esterilizado.

Manejo: Utilización de variedades resistentes/tolerantes; desinfección del suelo con fumigantes o productos biológicos; esterilización con vapor y solarización; tratamiento de raíces con productos químicos o biológicos (Productores de hortalizas, 2006).

2.10.2 Enfermedades.

2.10.2.1 Damping off (*Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* (J.G. Kühn), *Phytophthora* sp, *Fusarium* sp).

Esta enfermedad es muy común atacando plántulas de tomate desde el vivero y primeras etapas de desarrollo en campo e invernadero. Ataca principalmente chile, jitomate, tomate de cáscara, entre otras. Los síntomas de esta enfermedad empiezan como plantas aisladas que después se extienden en manchones, las plántulas se entristecen como si fuera falta de agua pero al hacer una inspección minuciosa encontramos tanto en la zona radicular como en el cuello al ras del suelo una pudrición acuosa y en algunos casos se puede observar el crecimiento de micelio del hongo. El hongo provoca el ahorcamiento del cuello y pudrición de la raíz de la plántula ocasionando marchitamiento y muerte de ésta. Las condiciones favorables para que se desarrolle la enfermedad son el exceso de humedad del suelo, terrenos mal nivelados con mal drenaje y temperaturas de 12 a 17 °C, causando daños del 30% hasta 50% en plántula ya establecida.

Estrategias de manejo. Usar semilla certificada, en los viveros usar sustratos con garantía sanitaria respaldada con un diagnóstico de patógenos, evitar concentraciones altas de humedad en sustratos y establecer un programa de inoculación de micorrizas, hongos y bacterias benéficas durante la producción de plántula. En invernadero encalar plásticos antes del trasplante para evitar estrangulamiento por calor generado en el acolchado (efecto chimenea). Antes del trasplante dar tratamiento de inmersión de charola con un fungicida, más un insecticida sistémico y antibiótico. Posteriormente a los 8 días iniciar con

tratamientos preventivos, ya sean productos químicos o biológicos dependiendo el análisis de suelo.

2.10.2.2 Pudrición radicular, marchitez (*Fusarium oxysporum* (Schelecht)).

Ataca varias especies solanáceas, en plantas adultas de jitomate comienza con un amarillamiento de las hojas viejas que después se extiende a todas las hojas, después se marchitan y mueren aun adheridas al tallo. En un corte transversal se puede observar necrosis de color café- rojizo en forma de anillo, la cual se extiende hacia arriba de acuerdo con la severidad. Las plantas muestran un achaparramiento, defoliación, necrosis marginal de las hojas y finalmente la planta muere.

Este hongo sobrevive por largos periodos en el suelo, la diseminación se presenta por el uso de maquinaria de un campo a otro, residuos de cosechas, por el viento y agua de riego. El hongo penetra a la planta por la raíz cuando hay presencia de nematodos, heridas y estrés así como altas temperaturas más menos 28°C y alta humedad.

Estrategias de manejo. Uso de variedades resistentes, sembrar en campos no infectados con buen drenaje y limpiar los implementos agrícolas y herramienta que se utilizan dentro del invernadero. Evitar fugas en mangueras o piquetas, eliminar las primeras plantas afectadas y desinfectar localmente. En hidroponia es importante evitar estrés hídrico para no promover la entrada del hongo. En suelo realizar un buen control de nemátodos, uso de porta injertos en invernaderos y biofumigación (crucíferas más estiércol).

2.10.2.3 Marchitez por *Verticillium* (*Verticillium dahliae* (Kleb), *V. albo-atrum* (Reinke & Berthold)).

Al igual que fusarium ataca los haces vasculares y provoca marchitez, pero la diferencia es que al hacer un corte el anillo es de color gris, en las hojas se forma un halo amarillo en forma de “V” y se presenta en condiciones más templadas, además de formas pequeños esclerocios.

Estrategias de manejo. Uso de variedades resistentes, sembrar en campos no infectados con buen drenaje y limpiar los implementos agrícolas y herramienta que se utilizan dentro del invernadero. Evitar fugas en mangueras o piquetas, eliminar las primeras plantas afectadas y desinfectar localmente. En hidroponia es importante evitar estrés hídrico para no promover la entrada del hongo. En suelo realizar un buen control de nemátodos, uso de porta injertos en invernaderos y biofumigación.

2.10.2.4 Moho gris (*Botrytis cinérea* (Pers); *Botryotinia fuckeliana* (De Bary) Whetzel).

Este hongo infecta en cualquier etapa de desarrollo, inclusive durante el transporte y almacenamiento del fruto. Presenta gran capacidad de dispersión. Los daños pueden ser totales, considerada como una de las enfermedades importantes en invernadero. En hojas, tallos y flores produce tizones (polvo grisáceo) color café de forma irregular y anillos concéntricos. Sobre el fruto presentan manchas circulares con los bordes blancos a las cuales se les ha llamado “fantasmas”, después ocurre una necrosis de color café-rojiza y se cubre

del polvo grisáceo. El hongo requiere de heridas, temperatura fresca de 18 a 23°C y humedad relativa alta (>85%).

Estrategias de manejo. Preventivo. Retirar restos de cultivo y plantas afectadas. Proteger con aspersiones periódicas de fungicidas de contacto. Equilibrar los niveles de humedad relativa y luminosidad dentro de los invernaderos (baja luminosidad puede promover a una mayor esporulación). Evitar altos niveles de nitrógeno. Evitar y retirar restos de hojas durante el desbrote para evitar esporulación del hongo. Se puede usar *Bacillus subtilis* como opción biológica para la prevención de esta enfermedad. Curativo. Implementar el saneo de hojas, frutos, flores y tallos al presentarse los primeros daños, para ello colectarlos en una bolsa y aplicar directamente a la lesión un fungicida a base de cobre. Durante la poda realizar el corte al ras del tallo, ya que al rasgarse es más factible la infección por el hongo. Desinfectar periódicamente los pasillos con yodo, hipoclorito de sodio y sales cuaternarias para eliminar esporas. Desinfectar herramientas y guantes con hipoclorito de sodio al 1%. Al detectar el primer brote aplicar productos curativos como: Boscalid, Fenhexamid, Pirimetanil, Cyprodinil+Fludioxinil y Sulfato de cobre pentahidratado (líquido).

2.10.2.5 Tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary).

Esta enfermedad ataca todos los tejidos aéreos de la planta, el síntoma típico en las hojas es la aparición de manchas irregulares de tamaño variable, son de color verde oscuro con los márgenes pálidos los cuales con alta humedad desarrollan esporulación blanquecina, después se vuelven de color café y pueden

invadir toda la lámina foliar haciendo que el peciolo se doble hacia abajo, los frutos dañados presentan grandes manchas color café rojizo. Dentro del invernadero puede necrosar tallos basales y estrangular totalmente la planta. El hongo sobrevive en tejido infectado, requiere de cuatro horas de temperatura por debajo del punto de rocío y la temperatura nocturna de 10 °C; le favorecen nublados y lluvias al día siguiente con temperaturas superiores a 15 °C hasta 26 °C.

Estrategias de manejo. Se requiere de un pronóstico acertado del estado del tiempo y para predecir el inicio de la enfermedad, para ello evitar tener humedad relativa por encima del 90% dentro del invernadero, por lo que se requiere dejar abierto de un 5% a 10 % la ventana cenital. Evitar fugas de agua en cintas de riego, así como fuertes escurrimientos de agua en las canaletas. Saneamiento local al detectar los primeros brotes infectados. Desinfectar tijeras y guantes utilizados con hipoclorito de sodio al 1%. Hacer rotaciones de cultivo con pimiento y pepino. No utilizar altas densidades de plantas. No exceder la fertilización nitrogenada y en etapa invernal iniciar con aplicaciones preventivas de fungicidas y curativas al momento de detectar los primeros daños.

2.12.2.6 Tizón temprano (*Alternaria solani* (Cooke) Wint)).

Ataca principalmente chile, papa, tomate de cáscara y jitomate. Los primeros síntomas de la enfermedad se presentan en las hojas más viejas del cultivo en forma de lesiones irregulares de color café oscuro, en cuyo interior se forman anillos concéntricos que se rodean de un halo amarillo como consecuencia de la reacción del tejido sano a una toxina liberada por el desarrollo del hongo, al

avanzar el proceso infectivo se forman puntos negros abultados que corresponden a la fructificación del hongo. También ataca flores, frutos, plántulas y en la parte basal de los tallos. El patógeno sobrevive en el suelo o en residuos vegetales de solanáceas. Para que el hongo prospere necesita temperaturas de 28 y 30 °C y de alta humedad relativa. La enfermedad se disemina fácilmente a través del viento, agua de lluvia, insectos y el hombre al realizar actividades en el cultivo. En agricultura protegida es más común encontrarlo en cultivo en casa sombra sobre todo en la temporada de lluvia.

Estrategias de manejo. Eliminar las hojas que presenten los primeros síntomas de la enfermedad seguida de una aplicación de productos autorizados para el control de la enfermedad en este cultivo. Utilizar variedades resistentes. Al término del cultivo destruir los residuos de cosecha por medio de rastreos y barbechos para reducir la fuente de inóculo para el siguiente ciclo

2.10.2.7 Cenicilla polvorienta (*Leveillula taurica* (Lév.) G. Arnaud)).

Los síntomas de la enfermedad aparecen primero como un polvillo de color blanco en el haz y envés de las hojas más viejas de la planta y en condiciones óptimas con alta presencia de inóculo ataca también las hojas jóvenes, mostrando manchas de color amarillo en el haz de las hojas, donde el hongo se reproduce y libera nuevas esporas, las cuales continúan infectando hojas sanas de la misma y otras plantas aledañas. En ataques severos y sin medidas de control las hojas se vuelven cloróticas con los bordes enrollados y se quedan adheridas al tallo de la planta provocando un debilitamiento y

deshidratación de la planta por lo que los frutos se muestran más chicos, sin sabor y afectados por el sol aunado a la deficiente fotosíntesis. Actualmente la cenicilla se presenta tanto en condiciones de clima húmedo como seco, sin embargo es favorecida con temperaturas de 15 a 27 °C y humedad relativa de 50 a 75%. El hongo sobrevive en suelo como micelio o conidio y en lugares con inviernos fuertes.

Estrategias de manejo. Usar variedades tolerantes al patógeno. Eliminar residuos de poda y cosecha y quemarlos lejos del invernadero. Eliminar malezas hospederas. Realizar podas de saneamiento en hojas más viejas. Mantener el cultivo desde el inicio con un buen régimen de nutrición, así como evitar condiciones de estrés, apoyarse de herramientas como el trampeador de esporas y monitoreo de condiciones ambientales para en su momento realizar aplicaciones de productos preventivos o curativos. Aplicar azufre entre pasillos y en orillas dentro del invernadero. Aplicar fungicidas sistémicos al detectar las primeras manchas. Uso de *Bacillus subtilis* de manera preventiva.

2.10.2.8 Moho de las hojas (*Fulvia fulva* (Cooke) Ciferri; *Cladosporium fulvum* Cooke).

Estas enfermedades son más comunes y causan mayores daños en invernaderos. En el haz de las hojas se observan pequeñas manchas pálidas o ligeramente amarillas, las cuales al crecer se tornan color café en el centro, por el envés el hongo desarrolla esporulación color gris o café oscuro a manera de terciopelo. Se presenta en tallos, pedúnculos y botones florales. Este hongo se

dispersa por el viento y en la ropa de los trabajadores del invernadero; requiere humedad relativa superior al 80% y temperatura de entre 18°C y 27°C. Las plantas en floración son más susceptibles. En invernaderos es común encontrarlo colonizando tejido necrosado principalmente de hojas y compartiendo lesiones junto con tizón tardío (tiempo frío).

Estrategias de Control. Usar variedades tolerantes al patógeno. Saneo de los primeros brotes y desinfección de la lesión con una solución de sulfato de cobre penta-hidratado (líquido) 2 ml/L de agua más clortalonil 5 ml/L. Evitar dejar hojas y brotes deshidratados o secos adheridos a las plantas ya que son los primeros que coloniza el hongo. Control adecuado de la humedad del invernadero, monitoreo directo de la enfermedad, limpiar herramientas de trabajo y ropa de los trabajadores antes de ingresar al invernadero. Se pueden realizar aplicaciones preventivas con cobres, mancozeb, clortalonil, azufres y bicarbonato de potasio, considerando que estén autorizados y revisando los días a cosecha. Su manejo es factible al realizar el control de otras enfermedades.

2.10.2.9 Moho blanco (*Sclerotinia sclerotium* (Lev.) De Bary, *Sclerotium rolfsii* Sacc.).

Esta enfermedad presenta varios hospederos entre ellos la lechuga, frijol, apio, zanahoria, chile, berenjena y jitomate. En plántulas produce Damping-off o ahogamiento de la plántula, en la planta produce una podredumbre blanda, es acuosa al principio y posteriormente se seca, según la succulencia de los tejidos afectados, cubriéndose de un micelio algodonoso blanco, y posteriormente se

forma numerosas estructuras reproductivas que son los esclerocios, de color blanco cremosos al principio y negros más tarde, los frutos pueden infectarse si están en contacto con el suelo. En el tallo con frecuencia colapsan la planta, que muere con rapidez, observándose los esclerocios grandes y negros en el interior del tallo, para Esclerotinia y exteriormente para Sclerotium de tamaño pequeño como semillas de mostaza que al final se tornan de color café adheridos al tallo. La enfermedad comienza a partir de esclerocios del suelo procedentes de infecciones anteriores, que germinan en condiciones de alta humedad y temperatura para el caso de Sclerotium y de alta humedad y de moderada temperatura para Esclerotinia.

Estrategias de manejo. Monitoreo del cultivo para identificar y eliminar las primeras plantas con síntomas y llevarlas fuera del invernadero para quemarlas junto con esclerocios en caso de estar presentes. Usar cubiertas plásticas en invernadero que absorban la luz ultravioleta; emplear marcos de plantación que permitan la aireación; manejo adecuado de la ventilación y el riego. Evitar encharcamientos y fugas de agua en la cinta de riego. Desinfectar constantemente guantes y herramientas usadas para las labores culturales, para ello usar sales cuaternarias 200 a 300 ppm, hipoclorito de sodio al 1%, Virkon® al 2% (20gr/l de agua).

2.10.2.10 Cáncer bacteriano (*Clavibacter michiganensis* subsp.

Michiganensis (Smith) Davis et al.).

Principal enfermedad en jitomate bajo invernadero. Sobrevive en residuos de cosecha, suelo, fruto, estructuras y accesorios. La principal vía de diseminación

es semilla o plántula injertada contaminada. En invernadero se disemina por roce de plantas infectadas, aspersiones foliares, tutoreo, desbrote y sobre todo por podas al no desinfectar herramientas. En frutos presenta puntos hundidos de color café a negro con un halo, por lo cual es llamado "Ojo de Pájaro". Las plantas infectadas muestran clorosis, amarillamiento y presencia de canchales en tallos, posteriormente éstas se marchitan. En hojas presentan manchas acuosas de color verde olivo entre las venas que a medida que avanza necrosa o seca la planta en un período de 2 a 4 semanas. Otro síntoma es marchitez que inicia en el ápice o tercera hoja apical, en dos o tres días la planta muere debido a una infección sistémica. La temperatura óptima es 26°C, sin embargo presenta un rango que va desde los 2°C y 34°C y tener humedad relativa mayor de 80%.

Estrategias de control. Usar semilla certificada y con análisis de laboratorio. Analizar plántula normal e injertada antes de sacarla del invernadero de producción. Tratamiento de semilla con agua caliente a 52°C por 30 minutos. Eliminación y quema de plantas enfermas, acordonar y delimitar la zona afectada. Asignar una persona en el área para las actividades. Desinfectar guantes, herramientas de poda y cajas de cosecha. Desinfectar con hipoclorito de sodio al 2% y Virkon® al 2%, los postes, vigas y cualquier estructura que pueda ser reservorio del patógeno. Evitar escurrimientos de agua y adicionar cobre más cal en las partes húmedas. No realizar manipuleo con plantas mojadas. Realizar medidas y tratamientos preventivos con inductores de resistencia, cobres, antibiótico autorizado preventivo, antes de que aparezcan los síntomas y en el

momento que se presenten las condiciones más favorables. Restringir el acceso solo a personal capacitado.

2.10.2.11 Peca y mancha bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. tomato (Okabe) *Xanthomonas campestris* pv. vesicatoria (Doige)).

Enfermedad común en época de lluvia en cultivos de jitomate, papa y chile. Se manifiesta sobre hojas, pecíolos, tallos y frutos, en manchas negras de 2 a 3 mm, adquieren forma redondeada y pequeñas con halo amarillo cuando están causadas por *Pseudomonas* y más grandes con apariencia aceitosa (costrosas) cuando son causadas por *Xanthomonas* cuando están causadas por *Pseudomonas* y angulosa con halo amarillo si están causadas por *Xanthomonas*. En frutos de jitomate *Pseudomonas* ocasionan pequeñas manchas y *Xanthomonas* ocasiona manchas más rugosas. Se transmite por semilla, salpicaduras de lluvia y escurrimientos por canaletas en invernaderos. Requiere temperaturas de 21°C a 26°C en el caso de *Pseudomonas* y de 26°C a 35°C en el caso de *Xanthomonas*. *Pseudomonas* es muy peligrosa en épocas lluviosas y con alta humedad.

Estrategias de control. Realizar análisis a la semilla la cual debe ser certificada. Tratamiento hidrotérmico a la semilla (52°C por 30 min). Eliminar primeras plantas y/o frutos infectados y dar tratamiento localizado con antibiótico más cobre. Aplicaciones preventivas de productos a base de cobre, Mancozeb, extractos naturales, cal micronizada e inductores de resistencia. Evitar escurrimientos de canaletas en invernadero y saneamiento local con desinfección (CESAVEG, 2000).

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización geográfica y clima de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se encuentra comprendida entre los paralelos 24° 10' y 26° 45' de latitud norte y los meridianos 101° 40' y 104° 45' de longitud oeste de Greenwich, con una altura sobre el nivel del mar de 1 100 metros. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas. El clima de verano va desde semi-calido a cálido-seco y en invierno desde semi-frío a frío, mientras que los meses de lluvias son de mediados de junio a mediados de octubre (Santibáñez, 1992).

La precipitación promedio es de 220mm anuales, situación que limita la práctica de una agricultura de temporal. Las heladas ocurren de noviembre a marzo, teniéndose un periodo libre de heladas de abril a octubre; la humedad varia en el año, en primavera tiene un valor promedio de 30.1%, en otoño de 49.3% y finalmente en invierno un 43.1% (CENID-RASPA, 2000).

3.2 Localización del Experimento

El experimento se estableció en las instalaciones de LOMBRI-HUMUS, localizado en la carretera paso del águila a la concha, en el municipio de Torreón, Coahuila.

3.3 Tipo y Condiciones del Invernadero

El experimento se realizó bajo un invernadero cenital, con un área de 1000 m², estructura totalmente metálica, cubierto por plástico (polietileno), y malla antiáfidos en ventilación lateral y cenital. El sistema de riego fue por goteo y dicho sistema se programaba. Para el drenaje de los lixiviados de las macetas, el

invernadero cuenta con grava en el centro donde coinciden dos hileras de macetas.

3.4 Genotipos

Se evaluaron cuatro genotipos de tomate de crecimiento indeterminado, estos genotipos fueron: DONATELLO, RAFAELLO, ANIBAL Y VENGADOR dichos híbridos son de empresa AHERN INTERNATIONAL DE MEXICO, S.A. DE C.V., HARRIS MORAN Y SYNGENTA la cual los caracteriza de la siguiente manera:

DONATELLO-Ahern. Variedad muy precoz y de muy buena larga vida de anaquel. Buen cierre pistilar para su calibre. Fruta de forma globosa y firme. La planta es muy vigorosa y productiva.

RAFAELLO- Ahern. Planta de buen vigor, cobertura foliar, se adapta bien a la región en baja california norte en plantaciones de enero a junio al igual que en otras regiones del centro de México, frutos de tamaño grande, buena forma oval-alargado, buen grosor de pared y firmeza. Resistencia a V, FF, N y P.

ANIBAL-Harris Moran. Variedad de tomate saladette, planta de buen vigor, fruto oval-cuadrado, buena firmeza y uniformidad en forma y tamaño, produce altos rendimientos de tomates extra-grandes, de excelente maduración. Presenta resistencia a: V, FF, ToMV, Ma, Mi, Mj y resistencia intermedia a TYLCV. Es adecuado para las zonas de Sinaloa, La Paz, Morelos, El Bajío, Puebla y Veracruz. Se adapta bien a invernaderos de media y baja tecnología.

VENGADOR (RPT 750513)-Rogers. Variedad de tomate saladette indeterminado, ofrece alto rendimiento, planta vigorosa con buena cobertura, fruto grande y uniforme, fruta firme de color rojo brillante y de color rojo intenso en el interior. Mantienen su tamaño hasta el final de la cosecha. Tiene resistencia a V1,2, F1, F2 y F3, TYLCV,ST,M, TMV. Buena adaptación al centro y sur de México en invernaderos pasivos. (Castellanos, 2009).

3.5 Sustrato

Para realizar este trabajo de investigación se utilizó un sustrato que se obtuvo de la mezcla de lombricomposta 50% y arena 50%.

3.6 Siembra y trasplante

La siembra se realizó el día 5 de diciembre del 2010, en charolas germinadoras de 200 cavidades, usando Peat Most, posteriormente se realizó el trasplante el 18 de Enero del 2011 utilizando bolsas de polietileno negro de 20 litros de capacidad y se acomodaron a 30 cm entre planta y planta a doble hilera, estas a 1.80 m entre pasillos, con una superficie de 3.7 plantas por m². Para la realización del trasplante se humedeció completa y previamente un día antes cada maceta, colocándose una planta por maceta a una profundidad aproximada de 15 cm.

3.7 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al Azar con 4 Tratamientos y 20 repeticiones, siendo la unidad experimental una maceta con una planta.

3.8 Manejo del cultivo

Las plantas se dejaron a un solo tallo, esto dejando la yema apical y eliminando los brotes axilares para no perder la guía principal, y de esta manera se eligió a cuantos tallos se dejarían. Posteriormente conforme a su crecimiento se procedió a tutorar con hilo (rafia) de color negro, sosteniendo la planta cuando alcanzó aproximadamente una altura de 30 a 35 cm para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y frutos toquen el suelo, para así prevenir incidencia de enfermedades fungosas, cuando las plantas alcanzaron una altura mucho mayor se tuvo que enredar al tutor, esta labor se realizaba cada semana.

3.9 Fertirrigación

Para el manejo del riego la máxima cantidad de agua aplicada fue de 2 litros por planta a crecimiento máximo, distribuidas en tres riegos por día en el sistema de fertirrigación, sin embargo de manera general el riego se definen en función de la etapa fenológica de la planta. En cuanto a los niveles de concentración de las soluciones nutritivas para cada etapa se fueron incrementando sucesivamente, conforme lo requirió la planta, en la etapa de fructificación se incrementó el porcentaje de Calcio para reducir el daño por pudrición apical. Para evitar la acumulación de sales se hicieron prácticas de lavado en el sistema de riego durante el desarrollo del cultivo.

3.10 Poda

Poda de axilares. La finalidad de esta poda fue mantener la planta a un solo tallo, eliminando los brotes axilares cuando tenían aproximadamente de 2 a 4 cm. para evitar daños a la planta y así evitar competencia con el tallo principal.

Poda de hojas senescentes. Esta actividad se llevó a cabo durante toda la cosecha, eliminando las hojas viejas después de que han terminado con su función fotosintética en la planta, de esta manera permite una buena iluminación, homogeneidad en su tamaño, calidad y maduración de los frutos, aumentar la ventilación y bajar la humedad relativa en la base de las plantas, y evitar que sirvan como fuente de inóculo de plagas y enfermedades.

Poda de frutos o aclareos. Este tipo de poda se realizó con el objetivo principal de balancear el crecimiento vegetativo y generativo de la planta, así como homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes y su calidad. Se eliminaron los frutos excedentes o frutos dañados en cada racimo, dejando de esta manera los primeros cinco frutos en el primer racimo y los cuatro primeros en los racimos siguientes.

Poda de yema apical. Consistió en cortar la yema principal, tomando en cuenta que el último racimo (11) estaba totalmente formado dejando así 2 hojas por encima de este, este tipo de poda permite determinar el número de racimos que se lleven a producción en este caso fueron 11 racimos.

3.11 Bajado de plantas

Esta práctica tiene como finalidad facilitar las labores sanitarias, así como la toma de datos, polinización y cosecha, por otro lado evitar que la planta se encuentre en la zona de máxima acumulación de calor dentro del invernadero (zona alta); se bajaron todas las plantas en una misma dirección para tenerlas identificadas.

3.12 Polinización

Al iniciar la etapa de floración se procedió a la polinización con un ventilador manual pasándose en cada inflorescencia por aproximadamente 3 segundos, realizándose esta actividad cada tercer día para tener un mayor amarre de frutos, procurando siempre realizarla al final de la mañana, después de que la humedad relativa dentro del invernadero haya reducido y las flores estén secas, pues cuando las flores húmedas son sacudidas el polen no es liberado.

Sin embargo hacer la polinización de esta manera resulto ser muy lenta y por esto se optó por el método de vibración mecánica que consistió en agitar las flores a través de la vibración producida por golpes repetidos al alambre del tutorado, mediante la utilización de un palo de madera.

3.13 Control de Plagas y Enfermedades

Con el objetivo principal de prevenir y controlar en tiempo y forma la presencia de plagas y enfermedades se establecieron trampas amarillas en los pasillos del invernadero, mediante esto se realizaban inspecciones periódicas para detectar a tiempo y aplicar estrategias de control específicas ya sea de plagas o enfermedades que se presentaran.

Sin embargo a pesar de las inspecciones se presentó la enfermedad de Fusarium, ocasionando la muerte de algunas plantas viéndose más afectado el genotipo Donatelo y Rafaelo a pesar de tomar medidas de control. También hubo presencia de Alternaria y Cenicilla. En lo que respecta a plagas se tuvo presencia de Mosquita blanca, agudizándose en la etapa final del ciclo, es decir, cuando las plantas se encontraban en producción de los últimos racimos.

3.14 Cosecha

La cosecha se realizó dos veces por semana, cuando el fruto presentó un color rosado a rojo de entre el 30% pero no más del 60%, ya que son los requeridos de clasificación por el patrón de color utilizada por United States Department of Agriculture.

Se cosechó en esta clasificación debido a que el destino de consumo fue para fresco y para el mercado local.

3.15 Variables evaluadas

En el experimento las variables evaluadas fueron altura, calidad del fruto y rendimiento en Ton/ha. La calidad fue obtenida al medir el diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso, grados Brix, espesor de pulpa, color de fruto, número de lóculos por fruto; empleando para ello vernier, báscula de precisión, refractómetro, regla milimétrica y tabla de colores de la Real Sociedad de Horticultura de Londres.

3.16 Análisis estadístico

Para el presente estudio se realizó un análisis de varianza, considerando cada una de las características evaluadas, cuando se encontraron diferencias significativas se realizó una comparación entre medias utilizando la diferencia mínima significativa (DMS) al 5%. El análisis de varianza se llevó a cabo mediante el paquete estadístico *Statistical Analysis System* (SAS) versión 9.1. Para altura, se realizó la comparación entre genotipos mediante ecuaciones de regresión y gráficas.

IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Altura de la planta

Mediante las ecuaciones de regresión se pudo estimar la dinámica de crecimiento longitudinal en cada uno de los genotipos (Cuadro 4.1) en las gráficas (4.1; 4.2; 4.3 y 4.4) se observan las alturas obtenidas a través del tiempo, en donde se observa que el genotipo Anibal fue el que mejor creció con una altura final de 533.6 cm, sin embargo el genotipo Vengador fue el que obtuvo menor crecimiento con 398.8 cm.

Los resultados obtenidos superan a los reportados por Aguilar (2003) quien evaluando tomate de crecimiento indeterminado en invernadero plástico sin calefacción ni sistema de control de temperatura reporta una altura promedio de 249.3 cm.

Cuadro 4.1. Ecuaciones de regresión para la variable Altura de planta en los genotipos de tomate. UAAAN-UL. 2013.

Genotipos	Ecuación de regresión.	r^2	Altura a 60 días	Altura final
Donatello	$Y=2.8147x-35.407$	0.97	133.4	420.5
Rafaello	$3.5071x-61.495$	0.97	148.9	506.6
Vengador	$2.7465x-46.058$	0.97	118.7	398.8
Anibal	$3.7475x-73.452$	0.96	151.3	533.6

*días después del trasplante = x; y= Altura.

Figura 1A. Gráfica que representan el comportamiento de la variable altura de la planta en el genotipo Donatello. UAAAN-UL. 2013.

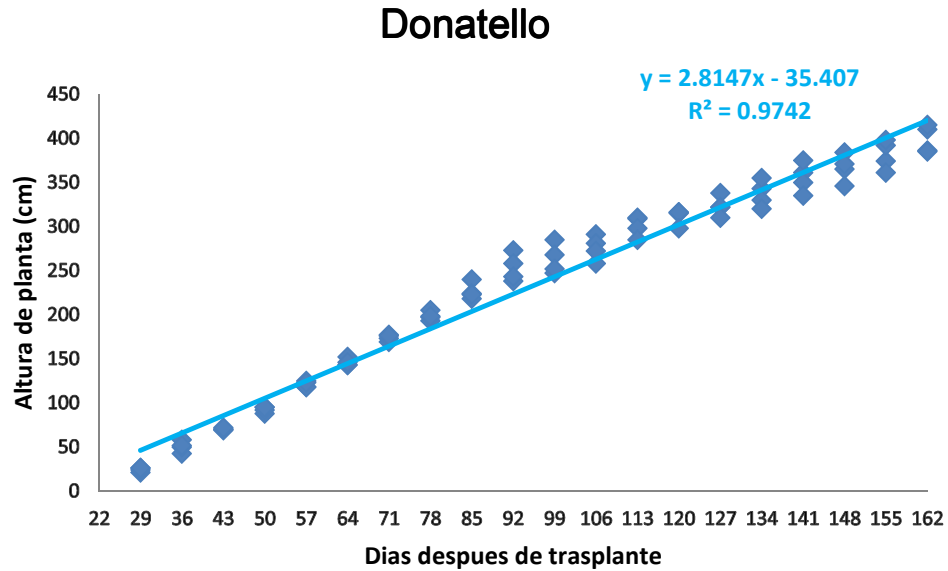


Figura 2A. Gráfica que representan el comportamiento de la variable altura de la planta en el genotipo Rafaello. UAAAN-UL. 2013.

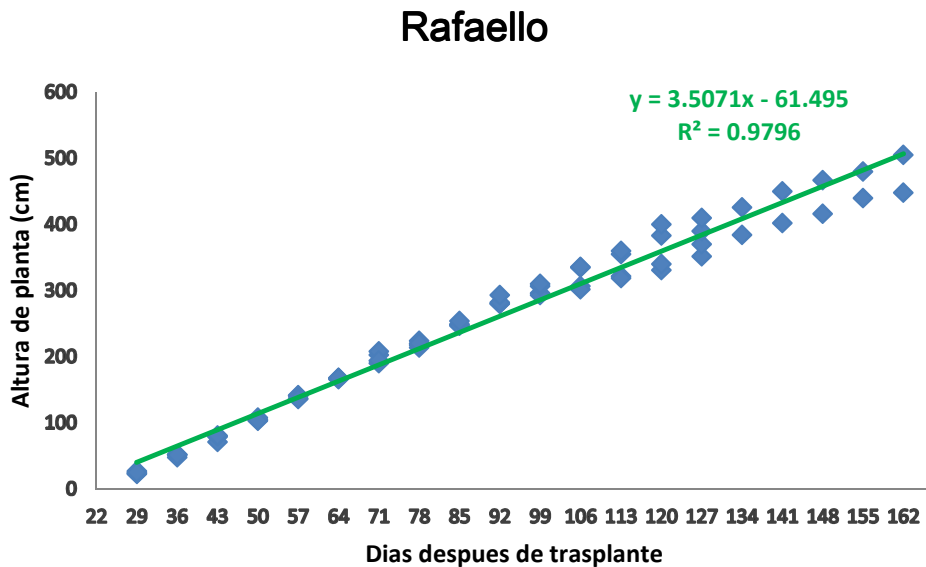


Figura 3A. Gráfica que representan el comportamiento de la variable altura de la planta en el genotipo Vengador. UAAAN-UL. 2013.

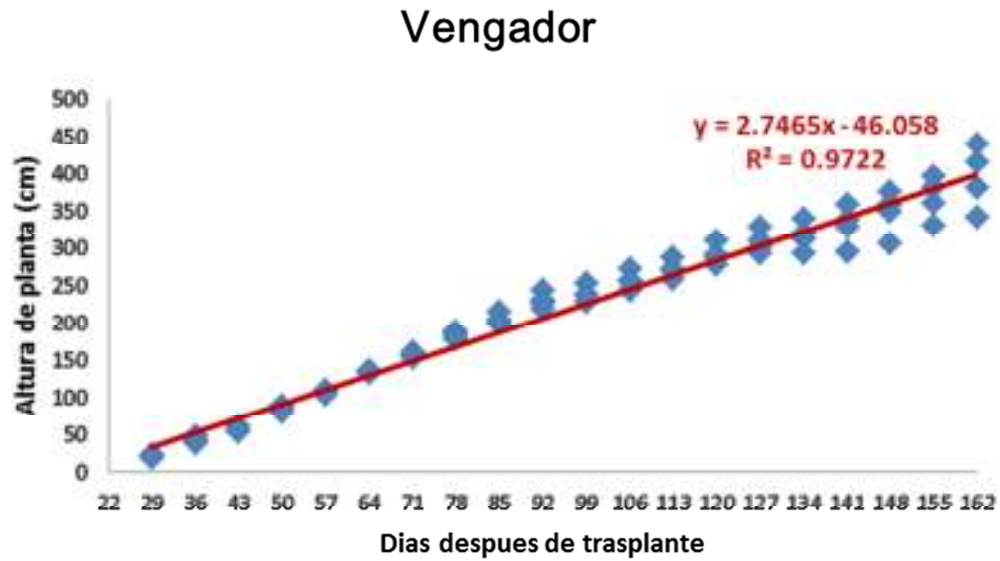
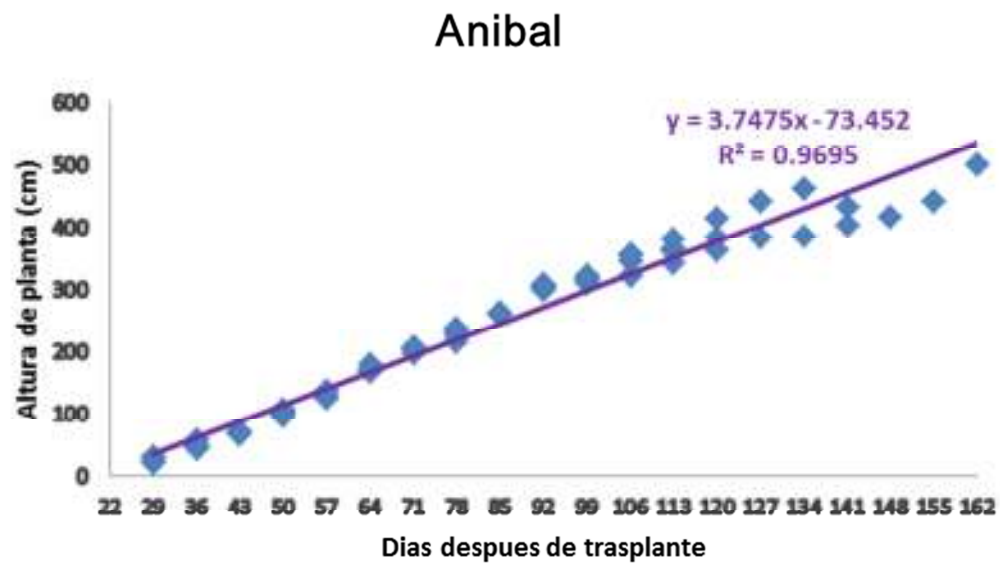


Figura 4A. Gráfica que representan el comportamiento de la variable altura de la planta en el genotipo Anibal. UAAAN-UL. 2013.



4.2 Peso de fruto

En el análisis de varianza encontramos diferencia altamente significativa entre genotipos (cuadro 1). Obteniendo un peso medio de 111.65 gr resaltando que el genotipo Rafaello presento mayor peso con 120.56 gr (Cuadro 4.2).

Los resultados de esta variable superan los de Motis *et al.*, (1998) quienes reportan que el peso promedio de los frutos de tomate rojo de hábito indeterminado es de 82. 50 a 139.38 gr/fruto.

Los resultados obtenidos coinciden con los que reporta Estrada (1993) quien evaluando seis genotipos de tomate indeterminado reporta un promedio de 100 y 120 gr/ fruto.

Sin embargo no supera a los resultados de Rodríguez *et al.*, (2005) quien evaluando tomate en sustrato orgánico en el cultivo de tomate en invernadero reporta un peso promedio de 170.6 g

Cuadro 4.2 Comparación de medias de los genotipos de tomate para la variable Peso de fruto. UAAAN-UL. 2013.

Genotipos	Peso de fruto (g)
Rafaello	120.56 A
Donatello	113.15 AB
Anibal	108.36 B
Vengador	106.75 B
CV.	22.98
Media	111.65

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.4 Diámetro polar

En esta variable el análisis de varianza determinó que entre los genotipos existe diferencia altamente significativa (cuadro 2). Mostrando una media de 6.31 cm, siendo el genotipo Rafaello el que presento un diámetro mayor con 7.09 cm.

Según la norma PC-020-2005 pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en tomate, los resultados obtenidos si encuentra dentro del rango requerido ya que ellos clasifican al tomate saladette de la siguiente manera: chico 3.8 cm; mediano 5.1 cm; grande 5.9 cm; extra grande 7.0 y máximo extra grande más de 7.6 cm.

Los valores obtenidos son superiores a los obtenidos por Cano y Márquez (2003), quienes obtuvieron valores promedio de 6.0 y 5.6 cm para el diámetro polar de los frutos.

Cuadro 4.3. Comparación de medias de los genotipos de tomate para la variable Diámetro polar. UAAAN-UL. 2013.

Genotipos	Diámetro Polar (cm)
Rafaello	7.09 A
Vengador	6.57 B
Donatello	6.39 B
Anibal	5.54 C
CV.	19.16
Media	6.31

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%

4.4 Diámetro ecuatorial

En lo que respecta al diámetro ecuatorial el análisis de varianza presentó que entre los genotipos existe diferencia altamente significativa. (Cuadro 3).

Anibal fue el genotipo que presentó un mayor diámetro con 5.79 cm. Mostrando una media de 5.5 cm (cuadro 4.4) entre los genotipos.

Los resultados obtenidos superan a los reportados por Hernández (2003) con una media de 5.0 cm. Y no superan a los obtenidos por Rodríguez (2005) quien reporta 7.8 cm.

Cuadro 4.4 Comparación de medias de los genotipos de tomate para la variable Diámetro ecuatorial. UAAAN-UL. 2013.

Genotipos	Diámetro ecuatorial (cm)
Anibal	5.79 A
Rafaello	5.59 A
Donatello	5.53 AB
Vengador	5.22 B
CV.	18.82
Media	5.55

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.5 Sólidos solubles (°Brix)

El análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa entre los genotipos (Cuadro 4), con una media de 4.44 °Brix en donde el genotipo Vengador obtuvo 4.60 de sólidos soluble siendo este el mejor entre los genotipos en lo que respecta a °Brix.

+

De acuerdo con Díez (1995), los tratamientos evaluados se consideran de buena calidad ya que según este investigador, los tomates para procesado y consumo en fresco deben contar con un contenido de sólidos solubles que oscilen entre 4.4 y 5.5° Brix.

Sin embargo no superan a los obtenidos por Rodríguez (2002) quien evaluando genotipos de tomate en condiciones de invernadero reporta una media de 4.84 °Brix.

Cuadro 4.5 Comparación de medias de los genotipos de tomate para la variable Sólidos solubles. UAAAN-UL. 2013.

Genotipos	Sólidos solubles (°Brix)
Vengador	4.60 A
Rafaello	4.57 A
Donatello	4.56 A
Anibal	4.10 B
CV.	9.04
Media	4.44

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.6 Espesor de pulpa

El análisis de varianza no presentó diferencia significativa entre los genotipos (cuadro 5), es decir en esta variable los genotipos son estadísticamente iguales. Se mostró una media general de los genotipos de 0.87 cm, y un Coeficiente de variación de 87.75.

Estos resultados están dentro del rango de los obtenidos por Gómez (2003) evaluando variedades de tomate en invernadero, dado que reporta un espesor de pulpa de 0.86 a 0.87 cm.

4.7 Número de lóculos

Se determinó mediante el análisis de varianza que hay diferencia altamente significativa entre los genotipos (Cuadro 6) y así los genotipos Donatello, Rafaello, Anibal son igual estadísticamente, pero diferentes a genotipo Vengador. Obteniendo una media de 2.77 lóculos.

Estos resultados están por debajo de los obtenidos por Cano y Márquez (2003), quienes realizaron un estudio evaluando vermicomposta en tomate, obteniendo un valor promedio de 5.95 lóculos.

Cuadro 4.6 Comparación de medias de los genotipos de tomate para la variable
Número de lóculos. UAAAN-UL. 2013.

Genotipos	Número de lóculos
Vengador	3.38 A
Donatello	2.69 B
Rafaello	2.63 B
Anibal	2.48 B
CV.	24.33
Media	2.77

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.8 Rendimiento

El análisis de varianza presentó diferencia significativa entre genotipos (Cuadro 7) con una media de 107.02 ton/ha. El genotipo con mayor rendimiento fue Donatello con 126.93 ton/ha

De esta manera se puede decir que los genotipos Donatello, Anibal, Rafaello son estadísticamente iguales pero diferentes al genotipo Vengador (Cuadro 4.7).

Fonseca (1999) menciona que para ser redituable se debe producir 15 kg/m² y los resultados obtenidos en este experimento están por debajo de lo citado por el autor ya que obtuvimos un rendimiento promedio de 10.72 kg/m².

Cuadro 4.7 Comparación de medias de los genotipos de tomate para la variable Rendimiento. UAAAN-UL. 2013.

Genotipos	Rendimiento (Ton/Ha)
Donatello	126.93 A
Anibal	116.47 A
Rafaello	103.23 AB
Vengador	81.38 B
CV.	43.38
Media	107.02

*Genotipos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

V CONCLUSIONES

Para las variables peso de fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, sólidos solubles y número de lóculos presentaron diferencia altamente significativa entre los genotipos Rafaello, Donatello, Anibal y Vengador.

Determinando de esta manera que para peso de fruto el genotipo Rafaello y Donatello son estadísticamente diferentes a Anibal y Vengador presentando una media entre los genotipos evaluados de 111.65 gramos; para diámetro polar Vengador y Donatello son estadísticamente iguales pero diferente a los genotipos Rafaello y Anibal mostrando una media de 6.31 cm y con una media de 5.55 cm para la variable diámetro ecuatorial los genotipos Anibal, Rafaello, Donatello son estadísticamente iguales y diferentes a Vengador; en sólidos solubles existe una media de 4.44 °Brix entre genotipos, siendo vengador el que obtuvo mayor número con 4.60 y Anibal el de menor con 4.10° Brix, y así mismo este último hay diferencia con los genotipos restantes; y por último en número de lóculos el genotipo Vengador es diferente estadísticamente a los genotipos Donatello, Rafaello y Anibal obteniendo una media entre los genotipos de 2.77 lóculos.

El rendimiento mostró una media de 107.02 ton/ha, siendo Donatello el que mayor producción tuvo con 126.93 ton/ha. También se determinó que existe diferencia significativa entre genotipos; Donatello y Anibal son estadísticamente iguales pero son diferentes a Rafaello y Vengador.

Sin embargo en el la variable espesor de pulpa no hubo diferencia significativa.

VII LITERATURA CITADA

- Aguilar, C. P. 2003. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill). Bajo condiciones de invernadero. Tesis licenciatura universidad autónoma agraria Antonio narro. Torreón Coahuila. México. P. 46.
- Albornoz, F. Torres A. Tapia L. M. Acevedo E. 2007. Cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* mil.) hidropónico co agua desalinizada y desborificada en el valle de Lluta. IDESIA (Chile). 25 (2): 73-80.
- Alpi, A. y Tognoni, F. 1999. Cultivo en invernadero. 3ª ed. Ediciones Mundi-Prensa Madrid., España. Pp. 76-77.
- Bautista, N. y Alvarado, J. 2006. Producción de jitomate en invernadero. Colegio de posgraduados. Texcoco Edo. De México. Pp. 3-16, 103-233.
- Berenguer, J. J. 2003. Manejo del cultivo de tomate en invernadero. En: curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. Editores. Castellanos, J. Z.; Muñoz, R. J. J. Celaya, Guanajuato, México. Pp. 147-174
- Bouzo, C. A. y F. Garinglio N. 2002. Invernaderos. Aspectos generales a tener en cuenta. Universidad Nacional de Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Cultivos intensivos. Esperanza, Santa Fe, Argentina.
- Burgueño, C. H. 1994. La fertirrigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico. Bursag, S.A. de C.V. Culiacán, Sin. México. 46 p.
- Cano- Ríos, P. y Márquez H.C. 2003. Producción orgánica de tomate bajo invernadero. Campo experimental de la laguna, Km 17.5 carretera torreón-

- matamoros, Apdo. postal No. 247, CP 27000, Torreón, Coah., México. Pp: 1-7.
- Casseres E. 1984. Producción de hortalizas. Tercera edición. Instituto interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. Pp. 71-105
- Castellanos Z. J. 2009. Manual de producción de tomate en invernadero. Intagri S.C. México. Pp. 19-63
- Castilla P. N. 1999. Manejo del cultivo intensivo con suelo. Pp. 191-211. En: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México.
- Castilla P. N. 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. Pp. 191-225. En: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México.
- CENID-RASPA. 2000. Datos climatológicos históricos de 1975 al 2000. Centro Nacional de investigaciones, Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera, Gómez Palacio, Dgo. Méx.
- CESAVEG. 2000. Campaña manejo fitosanitario del jitomate. Manual de plagas y enfermedades en jitomate. Pp. 17-28.
- Contreras, M. E. 2006. Manejo de la nutrición en cultivos hidropónicos. Memorias (cd). Curso teórico-práctico "Producción de Cultivos en Sistemas Protegidos en el Trópico Húmedo". Villahermosa, Tabasco, México. Cook, W.P., and D.C. Sanders. 1991. Nitrogen application frequency for drip-irrigated tomatoes. Hort Science. 26:250-252.

- Corpeño, B. 2004. Manual del cultivo de tomate. En línea:
http://www.fintrac.com/docs/elsalvador/Manual_del_Cutivo_de_Tomate_WEB.pdf. Fecha de consulta: [01/10/2012].
- Chamarro L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta. In: el cultivo de tomate. F. Nuez. Mundi- prensa. España. Pp 43-91.
- Diez, J. M. 1995. Tipos varietales. Pp. 93-129 En: Nuez (Ed) El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa. México D.F.
- Esquinas – Alcázar J. y F. V. Nuez. 2001. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. In: el cultivo del tomate. F. Nuez. Mundi-prensa. España pp. 13-42.
- Estrada, G.S. (1993) evaluación en invernadero de sei genotipos de tomate (*Lycopersicom esculentum* Mill) considerando rendimiento y calidad a través de cortes y fertilización foliar. Tesis, Buenavista, Saltillo Coahuila, México.
- Fonseca, A. E. 2006. Producción de tomate en invernadero. In: cuarto simposio internacional de producción de cultivos en invernadero. E olivares S (ed). UANL. Facultad de agronomía. Monterrey, N. L. Mexico. Pp. 1–8.
- Fonseca, E. 1999. Costos de la producción hidropónica de tomate. Guadalajara Jalisco, México. Pp. 399-408.
- Garza A. M. et al. 2008. Manual para la producción de tomate en invernadero en suelo en el estado de nuevo león. Pp. 24- 25.
- Gómez, L.F 2003 Comparación de dos genotipos de tomate en mezclas de vermicomposta- arena bajo condiciones de invernadero en la comarca

- lagunera. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón Coahuila, México. Pp. 63-64.
- Hernández, O. J. y Miranda V. I. 2003. Hidroponía. UACH. Área de Agronomía. Serie de publicaciones ACRIBOT. No. 2. Texcoco, México. Pp 1- 23.
- Hunziker A. T. 1979. South American Solanaceae: a synoptic survey. In: Hwwkes J. G. Lester R. N. Skelding A. D. (Eds.).The biology and taxonomy of the Solanaceae. Academic Press, New York & London: 4985.
- Imas, P. 1999. Manejo de Nutrientes por Fertirriego en Sistemas Frutihortícolas. Pp. IPI. International Potash Institute, presentado en el XXII Congreso Argentino de Horticultura-International Potash Institute, Coordination India. c/o DSW, Potash House, P. O. Box 75, Beer Sheva, 84100, Israel. E-mail: patricia@dsw.co.il
- Infoagro, 2012. El cultivo del tomate (1ª PARTE). En<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>. Fecha de consulta: [27/09/2012].
- Jaramillo J. N., Rodríguez V. P., Guzmán M. y Zapata M. A. 2007. Manual técnico buenas prácticas agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Primera edición. P. 58.
- Johnson, H. Jr. y C. R. Rock. 1975. Extension Vegetable Specialist, University of California, Riverside. Greenhouse tomatoes production. Division of Agricultural Sciences Printed December 1975.
- Lazcano, I. 2004. Deficiencia de calcio en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en revista informaciones agronómicas. Pp. 7-9

- León G., H. M. 2001. Manual para el cultivo de tomate en invernadero. Gobierno del Estado de Chihuahua.
- Linares, O.H. 2009. Manual para cultivar tomate en invernadero. Teorema ambiental revista técnico ambiental. México. DF.[en línea] <http://www.Teorema.com.mx/cienciaytecnologia/manual-para-cultivar-tomate-en-invernadero/>. [fecha de consulta 13 de noviembre de 2008.]
- Macias, M. A. 2003. Enclaves agrícolas modernos; el caso del jitomate mexicano en los estados internacionales. *Region y sociedad*. 15 (26): 104-145.
- Martínez C., E. y M. García. 1993. Cultivos sin Suelo: Hortalizas en Clima Mediterráneo. P. 43.
- Moroto B.J. V. 2002. Horticultura Herbácea Especial. Ed. 5ª. Ed. Mundi-Prensa. Pp. 406-428.
- Motis, J.T., Kemble, J. M. Dangler, and J.E.Brow. 1998. Tomato Fruit Yield Response to nitrogen source and percentage of Drip-or Band- Applied Nitrogen Associated with Leaf Potassium Concentration. Pp. 1103-1112. *Journal of Plant Nutrition*.
- Muñoz, R. J. de J. 2003. El cultivo de tomate en invernadero. Manual de Producción Hortícola en Invernadero INCAPA. México. Pp. 229-230.
- Namesny, A. 2004, Tomates producción y comercio, Ediciones de Horticultura Barcelona España, Pp. 11-157.
- Nathan, R. 1995. La fertirrigación combinada con el riego. Notas del curso asociación israelí de Cooperación Internacional. Ministerio de agricultura Estado de Israel. P. 51.

- Nuez, F. 2001. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa 1ª reimpresión. Barcelona España. P.793.
- Nuño, M.R., Ponce M. F., J. Hernández Z.C. y Machain S.M. G. 2007. Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali Baja California. Fundación produce. Gobierno del estado. 1:3-4.
- Pérez, M. y Castro, B. 1999. Guía para la producción intensiva de jitomate en invernadero. Boletín de divulgación 3. Departamento de Fitotecnia, U. A. Chapingo. Chapingo, México.
- Pérez, R.D.E., 2006. Nutrición de cultivo en invernadero. Fersanio. Boletín informativo. Edición No.5 pp. 3-4
- Pier, J.W. and T.A. Doerge. 1995. Nitrogen and water interactions in trickleirrigated watermelon. Soil Sci. 59:145-150.
- Productores de hortalizas. 2006. Guía de identificación y manejo "plagas y enfermedades del tomate" Pp.4-11.
- Resh, H. M. 2004. Cultivos hidropónicos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España (3ªed.) 369 p.
- Rodríguez D. N. 2002. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno en la comarca lagunera. Tesis de maestría. UAAAN-UL. Torreón Coahuila. México.
- Rodríguez D. N., E. Favela Ch., P. Cano-Ríos., Palomo G., A. Moreno R. 2005. Evaluación de sustratos en la producción organiza de tomate bajo condiciones de invernadero, XI congreso nacional sociedad Mexicana de

ciencias hortícolas. UACH. Chihuahua, Chi. México del 27 al 29 de septiembre del 2005.

Rodríguez F. H., Muñoz L. S. y Alcorta G. E. 2006. El tomate rojo. Sistema hidropónico. Primera edición. Editorial Trillas. México, D.F. P. 25-51-52.

Rodríguez R.R., J. M. Tavares R. y J. A. Medina J. 2001. Cultivo moderno del tomate. Mundi- Prensa. Madrid, España. P. 255.

Rodríguez, R. R.; Tabares, R. J. y J. Medina S. 1997. Cultivo moderno del tomate. Segunda edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp. 65-81.

Sade, A. 1998; Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Rejovot, Israel. P.143.

SAGARPA, 2010. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. 2002 <http://www.cea.sagar.gob.mx/diagro/analisis/entomate.html-6k> análisis agropecuario del tomate.

SAGARPA, 2012. Agricultura Protegida. En <http://www.sagarpa.gob.mx/Agricultura/Paginas/Agricultura-Protegida2012.aspx>. Fecha de consulta: [25/09/2013].

Sagarpa, Acerca y Bancomext. PC-020-2005 Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema. P.12.

Sagarpa. 2008. Manual para la producción de tomate en invernadero en suelo en el estado de Nuevo León. P. 89.

Samperio, R. G. 1999. Hidroponía básica. El cultivo fácil y rentable de plantas sin tierra. Pp. 35, 38 y 45.

- Sánchez- del Castillo, F. Moreno-Pérez E. del C. Cruz Arellanes E. L. 2009. Producción de jitomate hidropónico bajo invernadero en un sistema de dosel en forma de escalera. *Chapingo serie horticultura*. 15 (1): 67-73.
- Sánchez, del C. F. 1999. Paquete tecnológico alternativo para la producción comercial de tomate en invernaderos. Pp. 243. En: Castellanos, J. Z.; Guerra, O, F.; Guzmán, P. M. (Eds.) Ingeniería, manejo y operación de invernaderos para la producción intensiva de hortalizas. Instituto de capacitación para la productividad agrícola, S. C. México. Guadalajara, Jalisco. México.
- Sánchez, F. y Escalante, E. R. 2001. Hidroponía principios y métodos de cultivos. Tercera edición. U. A. Chapingo. Chapingo, México. Pp. 119-151
- Santibáñez, E. 1992. La Comarca Lagunera, Ensayo Monográfico. Tipográfica Reza S.A. Torreón Coahuila México. Pag. 14.
- Syngenta 2010. Boletín técnico producción de tomate bajo invernadero. Segunda edición. Pp.11-15
- Thompson, L.T. and T.A. Doerge. 1996. Nitrogen and water interactions in subsurface trickle-irrigated leaf lettuce: I. Plant response. *Soil Sci.* 60:163-168.
- Velasco H. E., Nieto A. R., y Navarro L. E. 2006. Cultivo del tomate en hidroponía e invernadero. 2^a edición. Editorial Mundi- prensa. Chapingo, México. Pp. 39-42.

Von Hoeff, J. N. M. Ir Johann D. Berlijin. 1983. Manuales para educación agropecuaria, horticultura, Área: producción vegetal (15), 1ª edición, editorial trillas, D. F., México: Pp.12-19.

Zaidan, O. y A. Avidan. 1997. CINDACO. Curso Internacional de Hortalizas. Shefayim, Israel.

VIII APÉNDICE

Cuadro 1. Análisis de varianza para la variable Peso del Fruto en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL 2013.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Genotipo	3	7622.0281	2540.6760	3.86	0.0098**
Error	340	223915.0719	658.5737		
Total	343	231537.1000			
CV. 22.98495					

**Altamente significativo, *Significativo y NS no significativo.

Cuadro 2. Análisis de varianza para la variable Diámetro Polar en los genotipos de tomate estudiados. UAAAN-UL 2013.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Genotipo	3	97.5864690	32.5288230	22.23	<.0001**
Error	340	497.5146647	1.4632784		
Total	343	595.1011337			
CV. 19.16470					

**Altamente significativo, *Significativo y NS no significativo.

Cuadro 3. Análisis de varianza para la variable Diámetro Ecuatorial en los genotipos de tomate estudiados. UAAAN-UL 2013.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Genotipo	3	13.5324576	4.5108192	4.13	0.0068**
Error	340	371.3464959	1.0921956		
Total	343	384.8789535			
CV. 18.82438					

**Altamente significativo, *Significativo y NS no significativo.

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable Solidos Solubles en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL 2013.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Genotipo	3	15.81110351	5.27036784	32.63	<.0001**
Error	340	54.92319882	0.16153882		
Total	343	70.73430233			
CV. 9.040154					

**Altamente significativo, *Significativo y NS no significativo.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable Espesor de Pulpa en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL 2013.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Genotipo	3	3.1625584	1.0541861	1.77	0.1530NS
Error	340	202.7290405	0.5962619		
Total	343	205.8915988			
CV. 87.75352					

**Altamente significativo, *Significativo y NS no significativo.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable Número de Lóculos en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL 2013.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Genotipo	3	37.7302393	12.5767464	27.50	<.0001**
Error	340	155.4790631	0.4572914		
Total	343	193.2093023			
CV. 24.33308					

**Altamente significativo, *Significativo y NS no significativo.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable Rendimiento en los genotipos de tomate evaluados. UAAAN-UL 2013.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Genotipo	3	23024.0083	7674.6694	3.56	0.0184*
Error	72	155250.1103	2156.2515		
Total	75	178274.1186			
CV. 43.38709					

**Altamente significativo, *Significativo y NS no significativo.