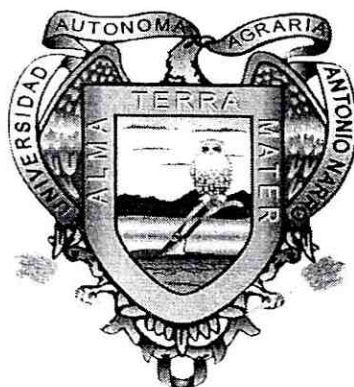


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**EVALUACIÓN DE CUATRO HÍBRIDOS DE TOMATE DE LARGA VIDA
DE ANAQUEL BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA
COMARCA LAGUNERA**

Por

EDUARDO GARCÍA DOLORES

T E S I S

Presentada como requisito parcial
para obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

EVALUACIÓN DE CUATRO HÍBRIDOS DE TOMATE DE LARGA VIDA DE
ANAQUEL BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA COMARCA
LAGUNERA

Por

EDUARDO GARCÍA DOLORES

TESIS

Que somete a la consideración del Comité asesor, como requisito
parcial para obtener el Título de

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

COMITÉ PARTICULAR

Asesor
principal:


Ph. DR. PEDRO CANO RÍOS

Asesor :


M. C. CÁNDIDO MÁRQUEZ HERNÁNDEZ

Asesor :


ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

Asesor:


M. C. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS de la División
de Carreras Agronómicas



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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. EDUARDO GARCÍA DOLORES QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

PRESIDENTE


Ph. DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL



ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL


M.C. CÁNDIDO MARQUEZ HERNÁNDEZ

VOCAL SUPLENTE


M.C. ALEJANDRO MORENO RESENDEZ


M.C.. JAIME LOZANO GARCÍA

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

DEDICATORIAS

Le doy gracias a dios por brindarme la oportunidad de vivir de nuevo, después de pasar por un momento tan desagradable, que no se lo deseo a nadie, gracias señor.

Le doy las gracias a quien me dio la vida, me dio su amor, ternura y que me dio su confianza, mi señora madre Claudia Dolores Gálvez, que ha compartido momentos buenos y malos conmigo, gracias mamá te adoro.

A mi padre que puso su fe y confianza en mí, al Lic. Salustiano García Mendoza por motivarme a seguir siempre de frente, sin bajar la vista ante los obstáculos, por imposible que parezcan, gracias papá por tu apoyo. Aunque hay veces que me es difícil de entenderte.

A mis hermanos J. Luis, Ray, Juany, Mago, Domi, Crys, Dominga, M. Antonio, J. Miguel, F. Javier, Leonel, J. Carlos, Ignacio, M. Teresa y mi sobrina que es tan especial para mí jazmín Stefenía. A mi hijo Iván que ha sido mi inspiración para seguir adelante, gracias por su apoyo, cariño y comprensión, los quiero mucho.

A mi abuelita Carmen Gálvez y a mis tíos Gil, Nicho y Pancho gracias por su amistad, consejos y apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A mi ALMA TERRA MATER, por brindarme la oportunidad para realizarme como profesionista.

Con respeto al Dr. Pedro Cano Ríos por su gran ayuda en la elaboración de esta tesis, por compartir sus conocimientos y sus sabios consejos apoyándome de manera incondicional hasta la culminación de este proyecto.

Al ing. Víctor Martínez Cueto por su valiosa colaboración, y apoyo incondicional.

Al M.C. Cándido Márquez Hernández, por su sencillez, por compartir sus conocimientos, apoyo y su disponibilidad incondicional.

Para la M.C Norma Rodríguez Dimas, por su colaboración, su incondicional apoyo y atención en la culminación de esta investigación.

Respetuosamente al Ing. Rolando Loza Rodríguez, por su valiosa amistad, por sus sabios consejos y apoyo incondicional.

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

A mis amigos de siempre Roxana, Karen, Hugo Ruíz, Rigoberto Gómez, Francisco García, Raúl Cruz Y Mauro Granados, por su sincera amistad y apoyo en los momentos en que más los necesité.

A la familia Román Maciel por su amistad y apoyo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	3
1.2 Meta	3
1.3 Hipótesis	3
II REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Origen	4
2.2 Clasificación taxonómica	5
2.3 Morfología	5
2.4 Requerimiento de clima	8
2.4.1 Generalidades	8
2.4.2 Temperatura	8
2.4.3 Humedad	10
2.4.4 Contenido del CO ₂ en el aire	11
2.5 Definición de invernadero	11
2.5.1 Principales ventajas que aportan los invernaderos	11
2.5.2 Posibles desventajas	12
2.5.3 Control de temperatura en invernadero	12
2.6 Elección del genotipo	13
2.7 Labores culturales	14
2.7.1 Producción de plántula	14
2.7.2 Trasplante	15
2.7.3 Poda de formación	15
2.7.4 Tipos de poda	16

2.7.5 Despuntado.....	17
2.7.6 Despunte de inflorescencias y aclareos de frutos.....	17
2.7.7 Efectos fisiológicos de la poda.....	17
2.7.8 Efectos de poda en la distribución de la cosecha.....	18
2.8 aporcado y rehundido.....	18
2.9 Tutorado.....	18
2.10 Bajado de plantas.....	19
2.11 Polinización.....	20
2.12 Arreglo topológico.....	22
2.13 Fertirrigación.....	22
2.13.1 Solución Nutritiva.....	27
2.14 plagas y enfermedades.....	29
2.14.1 Plagas.....	29
2.14.2 Enfermedades nutricionales.....	35
2.14.3 Enfermedades infecciosas.....	39
2.14.4 Enfermedades fisiológicas.....	43
2.14.5 Enfermedades causados por virus.....	47
2.15 Antecedentes de rendimiento de tomate en invernadero.....	48
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	50
3.1 Localización geográfica de la comarca lagunera.....	50
3.2 Localización del experimento.....	50
3.3 Tipo y condiciones del invernadero.....	50
3.4 Clima.....	50
3.5 Genotipos.....	52
3.6 Sustrato.....	52
3.7 Diseño experimental.....	52

3.8 Manejo del cultivo.....	52
3.9 Fertilización y riegos.....	53
3.10 Cosecha.....	54
3.11 Variables evaluadas.....	54
3.12 Análisis estadísticos.....	54
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	55
4.1 floración inicial.....	55
4.2 floración final.....	55
4.3 Números de flores.....	57
4.4 Numero de flores abortadas.....	57
4.5 Rendimiento.....	57
4.6 Calidad del fruto.....	59
4.6.1 Peso de fruto.....	59
4.6.2 Diámetro polar.....	59
4.6.3 Diámetro ecuatorial.....	60
4.6.4 Grados Brix.....	61
4.6.5 Espesor de pulpa.....	62
4.7 Color y forma de fruto.....	62
4.8 Numero de lóculos.....	63
4.9 Relación altura con genotipos.....	66
V CONCLUSIONES.....	66
VI RESUMEN.....	67
VII LITERATURA CITADA.....	68
VIII APENDICE.....	75

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1	Principales componentes del fruto del tomate.....	8
Cuadro 2.1	Rangos mínimo, óptimo y máximo de concentraciones de nutrimentos. (Sánchez, 1999; INICAPA, 1999; CELALA, 2003).....	29
Cuadro 2.2	Composición de elementos esenciales en hojas de tomate (Maynard, 2001) CELALA, 2003.....	39
Cuadro 2.3	Enfermedades más importantes producidas por virus en tomate (Berenguer, 2003). CELALA. 2003.....	47
Cuadro 3.1.	Solución nutritiva empleada para cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en el otoño-invierno 2002-2003.UAAAN-UL. 2004.....	54
Cuadro 4.1.	Floración inicial y final de cuatro genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2004.....	56
Cuadro 4.2.	Floración inicial por racimo de cuatro genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL.2004.....	56
Cuadro 4.3.	Rendimiento en ton/ha en genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2004.....	59
Cuadro 4.4..	Variables de calidad de 4 genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2004.....	60
Cuadro 4.5.	Espesor de pulpa por racimo de cuatro genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2004.....	62
Cuadro 4.6.	Variables cualitativas del fruto de cuatro genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2004.....	63
Cuadro 4.7	Componentes del modelo de regresión para la comparación de cuatro genotipos de tomate evaluados bajo invernadero 2003 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2004.....	64
Cuadro 4.8	Componentes del modelo de regresión para la comparación de cuatro genotipos de tomate evaluados bajo invernadero 2003 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2004.....	64

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1. Manejo de polinización de las flores de tomate en invernadero. UAAAN-UL. 2004.....	21
FIGURA 3.1. Invernadero donde se realizo el experimento de producción de tomate. UAAAN-UL.2004.....	51
FIGURA 3.2. Bajado de plantas de tomate en condiciones de invernadero. UAAAN-UL. 2004.....	53
Figura 4.1. Comparación de dos rectas de regresión de los genotipos V 7017 y Abigail evaluados bajo condiciones de invernadero se puede observar que tienen mismo intercepto y además tienen diferente pendiente.....	65

ÍNDICE DE ÁPENDICE

Cuadro 1A Variables florales de 4 genotipos de tomate en invernadero UAAAN-UL.....	75
Cuadro 2A Floración inicial en la interacción de genotipos por racimo de 4 genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL.....	75
Cuadro 3A Análisis de varianza de rendimiento total de cuatro genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL.....	76
Cuadro 4A Fuentes de variación para variables cualitativas de cuatro genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL.....	76
Cuadro 5A Grados Brix para la interacción entre genotipos y racimos de cuatro genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL.....	76

I INTRODUCCIÓN

El tomate es un fruto con alto valor comercial y una enorme importancia mundial está considerada como la segunda especie hortícola más importante después de la papa por la superficie sembrada (Nonnecke, 1989) con una superficie que abarca a las 3.6 millones de hectáreas a nivel mundial (FAO, 2000). No obstante, su prioridad demostrada por el alto nivel de consumo, convierte a este cultivo a uno de los principales fuente de vitaminas y minerales en muchos países.

Debido a la importancia en la cocina mexicana la demanda aparente del tomate, en el país actualmente es de 1,261917 toneladas anuales, teniendo un consumo per-carpita nacional de 13.32 Kg. (SAGARPA, 2000).

El tomate como cualquier cultivo requiere de condiciones climáticas para su crecimiento, desarrollo y producción, por lo que repercute de manera directa o indirecta sobre las funciones fisiológicas y metabólicas de la planta que posteriormente influye en el rendimiento. El tomate es el cultivo más explotado bajo condiciones de invernadero debido principalmente a su alta capacidad de producción y a su alto consumo. La producción potencial de este cultivo bajo condiciones de invernadero rebasan las 400 ton/ha año (Cotter y Gómez, 1981; Papadopoulos y Pararafasingham, 1998; Baytorun *et al.*, 1999 ; Egea *et al.*, 1999). La producción hortícola en invernaderos se ha incrementado en la República Mexicana y estos están destinados principalmente al cultivo de tomate (Nelson, 1994).

La producción de tomate en la Comarca Lagunera en 2004 alcanzó 526 ha bajo cielo abierto representando el 0.12% del total nacional, con un rendimiento promedio regional de 19.9 ton ha⁻¹ con un poco más de 28,217 millones de pesos en valor de la producción (El Siglo de Torreón, 2004) y alrededor de 35 hectáreas bajo condiciones de invernadero. La producción bajo cielo abierto se realiza durante el ciclo primavera-verano en los meses de junio a agosto, obteniéndose bajos rendimientos.

Por lo antes mencionado, una alternativa para la región sería efectuar el cultivo en otoño-invierno, que es cuando el mercado norteamericano se encuentra con una fuerte demanda por lo que se buscaría exportar a los Estados Unidos, nuestro principal comprador (FAO, 2000). Lo anterior implica que el productor debe conocer el tipo de planta que se adapte mejor bajo invernadero, tipo de sustrato, organismos dañinos y como se controlan, todo combinado con un manejo óptimo de las condiciones de temperatura y nutrición del cultivo. Este sistema de producción es muy delicado, ya que cualquier variación de los componentes de producción representa una variación significativa en la producción y calidad del fruto (Bretones, 1995; Martínez y García, 1993; Nelson, 1994; Sade, 1998).

1.1. Objetivo

Evaluar cuatro genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero, para conocer su potencial de rendimiento y calidad de fruto.

1.2. Meta

Al finalizar está evaluación de cuatro híbridos saber cual ofrece mayor rendimiento y mejor se adapte en la región de la Comarca Lagunera y obtener al menos 150 ton/ha.

1.3. Hipótesis

Que al menos uno de estos cuatro genotipos, ofrece mayor rendimiento, precocidad y calidad del fruto.

Durante el ciclo de cultivo del otoño-invierno existen organismos dañinos que afectan al tomate en condiciones de invernadero.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen

El lugar de origen del género *Lycopersicon* es la región Andina, la cual se extiende desde el norte de Chile al sur de Colombia y de la costa del Pacífico (incluidas las Islas Galápagos) a las estribaciones orientales de los Andes. Hay muchas especies superpuestas, pero no se han encontrado pruebas de integración natural, con la excepción de *L. pimpinellifolium* y *L. esculentum* var. *cerasiforme*, el único *Lycopersicon* silvestre en forma de mala hierba que se encuentra fuera del área de distribución del género (Esquinas y Nuez, 2001).

El vocablo tomate procede del náhuatl *tomatl*, aplicado genéricamente para las plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa (Williams, 1990). Como consecuencia del empleo de tomate como una voz genérica, no siempre resulta fácil interpretar la especie concreta a la que se refieren los cronistas de la época de la conquista. En el México de los tiempos pre-colombinos el tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*) era mucho más apreciado que el tomate (*Lycopersicon esculentum*), consumiéndose éste fundamentalmente como aquel, esto es, asociado al chile en salsas y guisos. Fuera del área mesoamericana el tomate fue desconocido o simplemente se hizo un consumo accidental de forma espontánea (probablemente *L. pimpinellifolium* y *L. esculentum* var. *cerasiforme*). Esquinas y Nuez (1999) hace referencia al consumo esporádico de tomate silvestre en el imperio inca.

El lugar donde se produjo la domesticación ha sido controvertido, los nombres de *mala peruviana* o *pomi del Perú* dados a los tomates por algunos botánicos del siglo XVI hicieron suponer a De Candolle, que la planta se había recibido del Perú, donde presumiblemente se habría domesticado. Sin embargo, estos nombres no parecen tener una base fundada. Hay motivos que inducen a creer que el origen de la domesticación del tomate está en México, (Esquinas y Nuez, 1999).

El tomate es miembro de las familias de las solanáceas, es una planta de América tropical, cuyo centro de origen se localiza en la región de los Andes, integrada por Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú, donde existe la variabilidad genética y abundancia de tipo silvestre. Los antecedentes históricos favorecen a México como el centro más importante de domesticación del tomate, lo que la utilización de formas domesticas en nuestro país tiene bastante antigüedad y sus frutos eran bien conocidos y empleados como alimento de las culturas indígenas que habitaban en la parte central y sur de México, antes de la llegada de los españoles (Nuez 1999).

2.2. Clasificación taxonómica

De acuerdo a Hunziker citado por Esquinas y Nuez (1999) la taxonomía es:

Clase: Dicotyledoneas

Orden: Solanes (personatae)

Familia: Solanáceae

Tribu: Solaneae

Genero: *Lycopersicon*

Especie: *Esculentum*

El género *Lycopersicon* contiene una pequeña cantidad de especies, todas ellas herbáceos, que crecen en formas diferentes, dependiendo de los métodos del cultivo. Actualmente se conocen 6 especies de *Lycopersicon*: *esculentum*, *pimpinellifolium*, *hirsutum*, *cheesmani*, *peruvianum* y *glandulasum*

2.3. Morfología

Chamarro (1999) describe las principales características morfológicas de la planta de tomate como a continuación se indica:

Semilla: La semilla de tomate tiene 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 está constituido, a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula.

Planta: Es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual; puede desarrollarse de forma rastrera, semi-erecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas), ilimitado (indeterminadas) y semi-indeterminado, las cuales requieren que su cultivo se realice en espalderas.

INDETERMINADAS: Los sucesivos tallos se desarrollan en forma similar, produciendo una inflorescencia cada 3 hojas. El aspecto es el de un tallo principal, que crece en forma continua con inflorescencias internados cada 3 hojas. Cuando este proceso se repite indefinidamente los cultivares se nombran indeterminados.

DETERMINADAS: Las plantas tienen un crecimiento limitado, puede extenderse 2 m; los segmentos del eje principal soportan un número inferior de hojas y terminan en una inflorescencia, el sistema de ramificación lateral experimenta un crecimiento limitado dando a la planta un aspecto arbustivo con simetría circular.

Sistema radical: Se conforma de tres partes: la raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera a hacia adentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, cortex y cilíndrico central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes).

Tallo principal: Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera a dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.

Hoja: Compuesta e imparipinnada, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal.

Flor: Es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135° , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas.

Fruto: Baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila de unos pocos miligramos hasta 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.

Cuadro 1.1 Principales componentes del fruto del tomate (Chamarro, 1999)

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

2.4. Requerimientos de clima

2.4.1. Generalidades

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto. Según Castilla (2001) y Sade (1998) los principales factores climáticos para el manejo óptimo de un invernadero son los siguientes:

2.4.2. Temperatura

Edmond y Andrews (1984) los estudios han demostrado que las variedades actuales producen los más altos rendimientos en regiones que se caracterizan por tener una temperatura media en el verano de 22.8 °C, combinada con moderada intensidad luminosa.

Infoagro (2001), menciona las siguientes temperaturas en función de la etapa fenológica:

Se hela la planta	-2°C
Se detiene el desarrollo	10 a 12° C
Mayor desarrollo de la planta	24 a 29° C
Desarrollo normal (media mensual)	16 a 27° C
Germinación mínima	10° C
Optima	25 a 30° C
Máxima	35° C
Nacencia	18° C
Primeras hojas	12° C
Desarrollo noche	13 a 16° c
Día	18 a 21° C
Cuaje noche	15 a 18° C
Día	23 a 26° C
Maduración del fruto rojo	15 a 22° C
Amarillo	> 30° C
Temperatura del suelo mínima	12° C
Optima	20 a 24° C
Máxima	24° C

Por otro lado, Serrano (1978) cita que la actividad vegetativa se paraliza con temperaturas máximas diarias inferiores a 10° C, durante mas de 24 horas, con temperaturas superiores a 35° C, si la humedad relativa es baja puede deshidratarse la planta, con esas mismas temperaturas y una humedad relativa alta, la planta no llegara a la deshidratación, pero si las plantas están en floración, se dificulta bastante la fecundación.

El tomate es considerado como planta del clima cálido, que tiene una gran sensibilidad a las heladas y a las temperaturas altas principalmente nocturnas, por lo que se ha recomendado para el establecimiento para este cultivo clima templado con noches frescas y humedad relativa alta.

2.4.3. Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre un 70 % y un 80 % (Winspear *et al.*, 1970). La elevada humedad relativas favorece el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. Una baja humedad relativa dificulta la fijación del polen al estigma de la flor. Valores extremos de humedad reducen el cuajado de tomate ([www. Infoagro.com/hortalizas/tomate.asp](http://www.Infoagro.com/hortalizas/tomate.asp), 2001).

Burgueño (2001) menciona que cuando la humedad relativa esta en exceso hay menor desarrollo vegetativo porque disminuye la transpiración, hay aborto de flores, se aumentan las enfermedades y existe una condensación de humedad provocando el goteo, y cuando es deficiente la humedad existe una deshidratación de los tejidos, hay menor desarrollo vegetativo por cierre de estomas , deficiente fecundación y caída de flores. Menciona que la humedad óptima ambiental para el cultivo de tomate es de 50% con una mínima de 40% y una máxima de 60%.

Romero *et al.* (1999), mencionan que el agua moderadamente salina (6-8 ds/m) puede reducir la cosecha de tomate 40%. El estrés hídrico inducido por la sal en la zona radical puede acentuarse demanda transpiratoria asociada a una baja higrometría ambiental constantemente en las horas centrales del día en el interior de los invernaderos. En este estudio se dividió dos zonas, una con nebulizadores y la otra no; se sembró el genotipo Daniela, se midió el potencial hídrico en la hoja: a primera hora del día, a medio día y por la tarde. En medio día hubo un descenso generalizado del potencial hídrico en la zona no humidificada -1.0 Mpa, y en la humidificada -0.59 Mpa. La humedad relativa del aire inferiores a 90% son deseables pues arriba de 90 favorecen el desarrollo de enfermedades siendo la optima entre 70 y 80% en condiciones bajas aumenta la transpiración, reduce el cuajado del fruto, baja la actividad radicular, aumenta el estrés hídrico.

2.4.4. Contenido de CO₂ en el aire.

La concentración de CO₂, de la atmósfera es de 340 ppm aproximadamente, sin embargo, esta cantidad es muy variable dentro de un invernadero. Se puede observar que en las primeras horas de la mañana en un día despejado la concentración de CO₂ dentro del invernadero es más alta que en la atmósfera. En cuanto aumenta la intensidad lumínica y por lo tanto, el proceso de fotosíntesis, hay una disminución rápida de CO₂, que alcanza niveles muy bajos, cercanos a las 200 ppm (Alpi y Tognoni, 1999).

2.5. Definición del invernadero.

Robledo (1981) define como invernadero o abrigo aquella construcción agrícola, que tiene por objeto la producción sistemática y fuera de estación de productos hortofrutícolas, convirtiéndose en instrumento de trabajo que permite controlar eficazmente los rendimientos en cantidad y calidad. Señala como su principal finalidad conseguir cosechas en épocas fuera de estación, precocidad que se cotiza en el mercado por aparecer los productos con anterioridad a la época normal de recolección y escasez.

2.5.1. Principales ventajas que aportan los invernaderos.

Nuñez (1988), señala los siguiente:

- 1.- Precocidad de cosechas.
- 2.- Aumento de rendimiento de tres a cinco veces mas, que los obtenidos al aire libre.
- 3.- Posibilidad de obtener cosechas fuera de época.
- 4.- Frutos de mayor calidad.
- 5.- Ahorro de agua (la evaporación es mínima)
- 6.- Mayor control de plagas y enfermedades.
- 7.- Posibilidad de instalación de riegos automáticos.
- 8.- Siembras de variedades selectas con rendimientos máximos.
- 9.- Posibilidad de obtener en el mismo cultivo 2 o 3 cosechas al año.

2.5.2. Posibles desventajas

1. - Alta inversión inicial.
2. - Alto costo de operación.
3. - Requiere personal de alto nivel de experiencia y conocimientos teóricos.

2.5.3. Control de temperaturas en invernadero.

Robledo (1981) mencionan los siguientes métodos y sistemas de control de temperaturas en el interior del invernadero:

- a).- Pintar paredes y techos del invernadero. Por este sistema se logra disminuir la radiación solar, dado que con ello se refleja parte de la radiación solar incidente.
- b).- Mallas de sombreo colocados sobre los invernaderos. Consisten en poner una capa que absorba las radiaciones solares.
- c).- Rociar con agua las cubiertas de plástico.
- d).- Ventilación del invernadero. Por este sistema además de reducir las temperaturas en el interior, se reduce la humedad, reduciendo porcentaje de CO₂.

Marca cuatro efectos benéficos de ventilación sobre el cultivo del tomate.

- 1.- Amortigua las elevaciones de la temperatura del aire en días soleados.
- 2.- Reduce el exceso de humedad, evitando la presencia de hongos.
- 3.- Permite la entrada de anhídridos carbónicos necesarios para las plantas.
- 4.- Circulación de aire en forma continúa.

También es importante conocer los medios para elevar las temperaturas particularmente las de la noche, estos métodos son los siguientes:

- 1.- Emplear materiales plásticos que impidan el enfriamiento del invernadero.
- 2.- Cierre de puertas y ventanas.
- 3.- Colocar material adecuado para la cubierta, de tal manera que evite la entrada del aire en sus puntos de fijación a las estructuras, así como en los bordes de unión.
- 4.- Doble capa de plástico en la techumbre del invernadero.
- 5.- Instalación de equipos de calefacción.

2.6. Elección del genotipo

Los criterios que dominan en la producción de las nuevas variedades son fundamentalmente (Muñoz, 2003; Diez, 1999):

- Porte abierto de la planta.
- Productividad.
- Precocidad.
- Calidad externa del fruto: forma, color y homogeneidad.
- Calidad interna: cualidades gustativas, dulzura y jugosidad.
- Adaptación al sistema y ciclo de cultivo.
- Adaptación a condiciones ambientales de estrés.
- Resistencias a enfermedades.

Diez (1999) menciona los principales tipos de tomate comercializados para explotación en invernadero:

Tipo Beef. Plantas vigorosas hasta el 6º-7º ramillete, a partir del cual pierde bastante vigor coincidiendo con el engorde de los primeros ramilletes. Frutos de gran tamaño y poca consistencia. Producción precoz y agrupada. Cierre pistilar irregular. Mercados más importantes: mercado interior, mercado exterior (EEUU).

Tipo Marmande. Plantas poco vigorosas que emiten de 4 a 6 ramilletes aprovechables. El fruto se caracteriza por su buen sabor y su forma acostillada, achatada y multilocular, que puede variar en función de la época de cultivo.

Tipo Vemone. Plantas finas y de hoja estrecha, de porte indeterminado y marco de plantación muy denso. Frutos de calibre G que presentan un elevado grado de acidez y azúcar, inducido por el agricultor al someterlo a estrés hídrico. Su recolección se realiza en verde pintón marcando bien los hombros. Son variedades con pocas resistencias a enfermedades.

Tipo Moneymaker. Plantas de porte generalmente indeterminado. Frutos de calibres M y MM, lisos, redondos y con buena formación en ramillete.

Tipo Cocktail. Plantas muy finas de crecimiento indeterminado. Frutos de peso comprendido entre 30 y 50 g, redondos, generalmente con 2 lóculos, sensibles al rajado y usados principalmente como adorno de platos. También existen frutos aperados que presentan las características de un tomate de industria debido a su consistencia, contenido en sólidos solubles y acidez, aunque su consumo se realiza principalmente en fresco. Debe suprimirse la aplicación de fungicidas que manchen el fruto para impedir su depreciación comercial.

Tipo Cereza (Cherry). Plantas vigorosas de crecimiento indeterminado. Frutos de pequeño tamaño y de piel fina con tendencia al rajado, que se agrupan en ramilletes de 15 a más de 50 frutos.

Tipo Larga Vida. Tipo mayormente cultivado. La introducción de los genes Nor y Rin son los responsables de su larga vida, confiriéndole mayor consistencia y gran conservación de los frutos de cara a su comercialización, en detrimento del sabor. Generalmente se buscan frutos de calibres G, M o MM de superficie lisa y coloración uniforme anaranjada o roja.

Tipo Ramillete. De reciente introducción en los mercados, resulta difícil definir si este tipo de tomate es ideal para ramillete, aunque generalmente se buscan las siguientes características: frutos de calibre M, de color rojo vivo, insertos en ramilletes en forma de raspa de pescado.

2.7. Labores culturales

2.7.1. Producción de plántula

Tradicionalmente el propio agricultor establecía el semillero en cama caliente y con protección térmica utilizando lámina de plástico o carrizo, la siembra era al voleo o chorrillo para transplante a raíz desnuda. Hoy en día, el alto costo de la semilla (híbridos) ha generalizado el uso de charolas germinadoras prensados de turba, macetillas de plástico rellenas de sustrato para transplantar con cepellón, que cuentan con instalaciones adecuadas ya sea con cámaras de germinación o invernadero (Castilla, 2001). A los 30-35 días de la siembra, la planta con 3 hojas verdaderas (unos 12 cm de altura) está en condiciones de transplante al terreno (Howard, 1995).

2.7.2. Transplante

Rodríguez *et al.* (1997) y Castilla (2001) mencionan que en cultivo enarenado, hay que tomar en cuenta los siguientes cuidados:

- ▶ El cepellón debe colocarse entre la arena y el suelo evitando que el cuello de la planta quede demasiado enterrado.
- ▶ En algunas regiones, ocho días antes del trasplante, es recomendable hacer uso de un fertilizante foliar para que las plantas estén bien vigorosas.
- ▶ Antes de plantar es usual sumergir o mojar el cepellón con algún funguicida.

Belda y Lastre (1999) encontraron que el transplante debe realizarse con plántulas de 10 a 15 cm de altura y de 3 a 5 hojas verdaderas, eliminando aquellas que presenten síntomas de enfermedad o un desarrollo anormal. Recomiendan dar un riego después del transplante y el aporcado de plantas para evitar encharcamiento en la zona del cuello.

Es importante no demorar el transplante cuando la planta está a punto, pues los retrasos afectan negativamente a la futura producción. Tras el transplante, se da un riego a fin de conseguir buena humedad en el entorno radicular y un buen contacto del cepellón trasplantado con el suelo circundante, que permite un buen desarrollo radical (Castilla, 2001).

2.7.3. Poda de formación

El incremento en el número de tallos-guía incide en el tamaño del fruto, disminuyendo este conforme se incrementa el número de guías, y estará limitado por el vigor del cultivar. Algunos cultivares toleran mal la poda. La densidad de plantación deberá adecuarse al tipo de poda previsto (Geisenberg y Stewart, 1986).

Anderlini (1996) menciona que la poda sirve para equilibrar la vegetación en beneficio de la fructificación de la planta. La poda significa eliminar los pequeños brotes axilares que se desarrollan entre los brotes laterales. Los brotes no deberán exceder más de 2-3 cm de longitud, de otro modo la planta no podrá soportarla. Cuando su brote axilar se encuentra excesivamente desarrollado formando tallos secundarios es más beneficioso limitarse a su despunte, ya que si se corta muy pegado al tallo principal, la herida es mucho mayor y es más fácil la entrada de algún patógeno. Howard, (1995) agrega que los brotes que no son podados a

tiempo consumen gran cantidad de energía de la planta que de alguna manera estaría destinada para un mejor crecimiento.

La poda es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado, que son las comúnmente cultivadas en invernadero. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. 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 (Infoagro, 2002).

Johnson y Rock (1975) recomiendan podar a un solo tallo, donde todos los brotes axilares son removidos y las plantas son sostenidas por amarres a cadenas verticales suspendidas a un cable que cuelga sobre ellas esto permite una alta población de plantas con área foliar suficiente para un adecuado soporte para el desarrollo del fruto y una mínima interferencia con la circulación del aire.

Ruiz (2002) también menciona que los objetivos de podar son los siguientes:

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

2.7.4. Tipos de poda

El tipo o sistema de poda a emplear depende del marco de plantación utilizado, la precocidad que se desea obtener y la variabilidad o híbrido a establecer (Rodríguez *et al.*, 1997).

Poda a un tallo.- Consiste en la eliminación de todos los brotes axilares del tallo principal, permitiendo el crecimiento indefinido de éste hasta su eventual despunte (Castilla . 2001). Por su parte Nelson (1994) indica las ventajas de poda a un tallo: precocidad de producción, elevada producción, mayor homogeneidad y calibre.

Poda a dos tallos.- Este sistema de poda es conocido como poda de horqueta y consiste en eliminar todos los tallos axilares, excepto el que sale por debajo del primer racimo, el cual se dejará como segundo tallo principal. Luego se realiza o no la poda de despunte (Rodríguez *et al.*, 1997)

Poda de hojas.- Esta poda se realiza mediante la eliminación de todas o algunas hojas, principalmente viejas o enfermas, por debajo del primer racimo que permanezca sin cosecharse, continuando con ésta practica conforme se va cosechando los siguientes racimos, hasta una altura de 40 a 50 cm (Serrano, 1979).

2.7.5. Despuntado

Esta actividad consiste en la eliminación de los brotes terminales de los tallos que se han dejado como guías, por encima del piso productivo que se considere económicamente interesante. Con el despunte se regula y acorta el ciclo vegetativo, determinando la longitud de la planta. Indirectamente esta practica puede repercutir en un incremento del tamaño del los frutos formados (Maroto, 1995).

2.7.6. Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en ramillete, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad; Este trabajo debe realizarse tan pronto como ha amarrado el número de frutos requeridos y antes de que comiencen a engordar (llenar) los frutos indeseables (Horward, 1995).

2.7.7. Efectos fisiológicos de la poda

Si la poda no se realiza en el momento indicado, los brotes se desarrollan de más, de lo que deberían, la planta sufre una pérdida de material orgánico que podía haber llegado a la

parte vegetativa que nos interesa, dando lugar a trastornos vegetativos y en el caso de que ésta sea muy enérgica puede presentarse una suspensión en el desarrollo vegetativo. (Serrano, 1979)

Wolk *et al.* (1985) afirman que la planta tiene la capacidad para soportar cierto grado de defoliación sin reducir su rendimiento, lo que puede deberse a un incremento en la fotosíntesis de las hojas remanentes, resultando una mayor traslocación de fotosintatos, desde los sitios donde se sintetizan, hacia los sitios de almacenamiento.

2.7.8. Efectos de la poda en la distribución de la cosecha

Si la poda se realiza cerca del primer y segundo racimo, junto con espaciamientos cortos de las plantas, se reduce el periodo a cosecha, y con la eliminación de algunas hojas cercanas a los racimos, se acelera la maduración de los frutos, pero el rendimiento por hectárea disminuye (Pimpini, 1987).

2.8. 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 rehundido es una variante del aporcado que se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente rascada, hasta que entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas (Infoagro, 2002).

2.9. Tutorado

Las plantas de los tomates que deben guiarse verticalmente deberán estar entutoradas, siendo recomendable la utilización de cuerda de plástico (rafia). Las cuerdas deberán fijarse a unos cables de soporte, a una altura de 2.5 a 3 metros, que irán sobre las plantas, dejándose unos 2 metros más de la longitud a la altura del cable, por si se quiere utilizar las plantas por un

período mayor al normal, para poder bajarse una vez que hubiesen alcanzado la altura del cable (Resh, 1997).

El entutorado permite una mejor aireación del cultivo, facilita las operaciones de tratamientos fitosanitarios y permite obtener frutos más limpios y sanos, evitando roces (Nuez, 2001).

Existen cuatro tipos de tutorado que suelen emplearse en invernadero que son los siguientes: Sistema holandés (hilo vertical), sistema inglés (V), sistema danés y sistema danés modificado, en este último sistema se deja caer la planta sobre sí misma, según se recolectan los primeros racimos, y después de practicar el deshoje de dicha zona (Rodríguez *et al.*, 1997).

2.10. Bajado de plantas

Johnson y Rock (1995) indican que conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen tres opciones:

- 1.- Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un costo adicional en mano de obra. Este sistema 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 en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.
2. - Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad.
- 3.- Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado.

Atherton y Rudich (1986) señalan que persisten dudas en el sector productivo acerca de la severidad y frecuencia con que debe realizarse el bajado de planta para no afectar los rendimientos. Considerando la mano de obra y las posibilidades de transmisión de

enfermedades, se recomienda que el bajado de las plantas se realice el menor número de veces durante el ciclo del cultivo.

Pilatti y Bouso (2000) realizaron un experimento para medir efecto del bajado de plantas sobre la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en invernadero. Mencionan que el bajado debe realizarse cuando las plantas alcanzan una altura que ya no permite un adecuado manejo del cultivo. Sin embargo, este descenso de las plantas puede afectar la intercepción de radiación solar por el dosel y consecuentemente al rendimiento del cultivo. Los tratamientos consistieron en el bajado de plantas según el siguiente criterio: 1) 25 cm por semana, 2) 50 cm cada 14 días, 3) 75 cm cada 21 días y 4) 100 cm cada 28 días. Las plantas que sufrieron un menor y más frecuente bajado (25 cm por semana) interceptaron más luz que el resto de los tratamientos. Sin embargo, ninguno de los tratamientos estudiados modificó la producción de frutos comerciales.

2.11. Polinización

Rodríguez *et al.* (1997) menciona que los factores que influyen en el problema de la polinización del tomate bajo invernadero son los siguientes: la calidad de la flor, la iluminación, humedad relativa y temperatura. Los tomates son polinizados normalmente por el viento y por los insectos cuando crecen al aire libre; no obstante, en los invernaderos, el viento es insuficiente para que las flores se polinicen por si mismas, siendo esencial la vibración de los racimos florales para obtener una buena polinización; ésto puede efectuarse moviendo las flores con un palo, con los dedos o con un vibrador eléctrico parecido a un cepillo de dientes eléctrico, al que se hayan quitado las cerdas. Los vibradores se acercan durante breves momentos a las ramas portadoras de los racimos florales, pudiendo observarse la salida de las flores de un fino polen amarillo cuando son favorables las condiciones ambientales y éstas se encuentran en estado receptivo. La polinización deberá efectuarse mientras que las flores están en estado receptivo, lo cual se conoce porque los pétalos se doblan hacia abajo. Las 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 3:00 PM en días soleados, para obtener los mejores resultados como se muestra en figura 1. La humedad relativa del 70% es la mejor para la polinización, cuajado de fruto, y posterior desarrollo de éste; una humedad más elevada guarda el polen húmedo y pegadizo, con excepción del mediodía, y disminuye la posibilidad de que se transfiera suficiente cantidad de polen desde las anteras hasta el estigma. Un ambiente demasiado seco, con humedad relativa inferior al 60 - 65% causa la desecación del polen. Las temperaturas del invierno no deberán bajar 15 °C durante la noche, ni exceder de 29 °C durante el día. Con temperaturas superiores o inferiores, la germinación del polen y el desarrollo del tubo polínico se ven fuertemente reducidos.



Figura 2.1. Manejo de polinización de las flores de tomate en invernadero. UAAAN-UL. 2004.

Resh, (1997). Menciona que cuando la polinización se ha efectuado correctamente, se desarrollarán al cabo de una semana los frutos en forma de bolita; esto es lo que se denomina cuajado de la flor. Cuando las plantas jóvenes producen sus primeros racimos se deben polinizar cada día hasta que se observan los frutos. Es muy importante que cuajen los primeros racimos, pues esto induce a la planta a un estado reproductivo que favorecerá grandemente la floración y productividad conforme se vaya desarrollando. En el momento en que los primeros racimos hayan cuajado se puede seguir la polinización en días alternos

2.12. Arreglo topológico

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El más frecuentemente empleado es de 1.5 metros entre líneas y 0.5 metros 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 con perchas las líneas deben ser "pareadas" para poder pasar las plantas de una línea a otra formando una cadena sin fin, dejando pasillos amplios para la bajada de perchas, aproximadamente de 1,3 m, y una distancia entre líneas conjuntas de unos 70 cm (Zaidan y Avidan, 1997).

Existen métodos de hilera sencilla o doble, con un espaciamiento entre plantas que oscila entre 25-30 cm en hileras sencillas y 40-50 cm en hileras dobles. En términos generales, la densidad normalmente oscila entre 2.0 a 2.5 plantas por m² (Howard, 1995)..

2.13. Fertirrigación

Se entiende por fertirrigación la aplicación de sustancias nutritivas necesarias por las especies vegetales en el agua de riego, aplicándolos en la cantidad, proporción y forma química requerida por las plantas, según su etapa fenológica, ritmo de crecimiento y acumulación de materia seca, de tal manera que se logre a corto y largo plazo altos rendimientos con calidad y mantenimiento de un adecuado nivel de fertilidad general en el medio de crecimiento (Navarro, 2002).

En la fertirrigación la frecuencia de los ciclos de riego va en relación de la naturaleza de la planta, de su estado de desarrollo, de las condiciones climáticas, de la intensidad lumínica, de la longitud del día, la temperatura y el tipo de sustrato utilizado como medio de cultivo. En condiciones de invernadero de alta intensidad lumínica y acompañada de altas temperaturas, el porcentaje de evaporación de las plantas se incrementa grandemente y como resultado la absorción del agua aumenta significativamente. Por lo tanto la frecuencia de los ciclos tiene que ser suficiente para impedir cualquier déficit de agua en las plantas que provoquen un estrés

hídrico con lamentables consecuencias. La duración de cualquier ciclo de riego tiene que ser suficiente para proporcionar un adecuado filtrado del medio, para que se puedan evacuar los elementos excesivos a través del sustrato; de no ser así se formarían niveles de sal que causarían un retraso en el crecimiento e incluso una toxicidad en las plantas y su posterior muerte (Lomelí, 1999)

En términos generales, el intervalo de riego debe ser de 3 a 5 veces por día, según el tipo de sustrato, en las primeras dos semanas después de la plantación. La frecuencia de riego irá en aumento con el desarrollo de las plantas, y alcanzará el nivel de 5-10 veces por día durante el máximo consumo. La lámina diaria será dividida durante el día (Zaidan y Avidan 1997).

Los aspectos más importantes de la solución nutritiva son: la relación mutua entre los aniones y entre los cationes, la concentración de nutrimentos expresada con la conductividad eléctrica (CE), el pH, la relación $\text{NO}_3 : \text{NH}_4$ y la temperatura. Estas relaciones deben ser modificadas en las etapas fenológicas de tomate. La CE influye en la nutrición de las plantas, a CE mayores que 6 dS m^{-1} se induce diferente absorción entre los nutrimentos y, por lo tanto, un desbalance. una CE menor que 2 dS m^{-1} , es deficiente, sobre todo en los lugares o temporadas frías. (Cadahía, 1998)

Moreno (2002) afirma que para manejar correctamente el riego y la nutrición de las plantas es imprescindible conocer con exactitud la calidad agronómica del agua de riego. La información que debe proporcionar los análisis de agua es la siguiente: la conductividad eléctrica (CE) en dS/m o mmhos/cm a 25°C . Este dato está directamente relacionado con la cantidad total de sales que contiene el agua de riego. Aguas con una CE superior a 2 dS/m limitan su uso para los cultivos sin suelo.

Romero *et al.* (1999) establecieron que el agua moderadamente salina ($6 - 8 \text{ dSm}^{-1}$) puede reducir la cosecha de tomate hasta un 40%. El estrés hídrico, inducido por la salinidad en la zona radical, puede acentuarse en una gran demanda transpiratoria asociada a una baja higrometría ambiental constante en las horas centrales del día en el interior de los invernaderos.

El valor óptimo del pH de la solución de riego es de 6 a 6.5 y el pH de la solución de lixiviación no más de 8.5. El pH del agua de riego se ajusta mediante la inyección de ácido. Cuando el pH del agua de lixiviación es superior a 8.5, indica que el pH en la zona radical alcanza valores que provocan la precipitación de fósforo y menor disponibilidad de micronutrientes. El ajuste es por medio de la relación NH_4/NO_3 de la solución de riego, si el pH se hace demasiado alcalino, se debe aumentar la proporción de NH_4 con respecto al NO_3 en la solución nutritiva y viceversa. El porcentaje de amonio no debe superar el 20% del total del nitrógeno aportado (Zaidan y Avidan, 1997).

Rodríguez *et al.* (2002) evaluaron el comportamiento y desarrollo de la planta con respecto a la presión osmótica o concentración total de iones en la solución, que varía su efecto en función de la época del año debido a los cambios de luminosidad y temperatura. Para el estudio se empleó un sistema hidropónico abierto con niveles de 0.36, 0.72 y 1.08 atmósferas. La solución con 0.72 atmósferas mostró el valor más alto en cuanto peso promedio del fruto con 64.2 g, difiriendo significativamente de la solución con 0.36

En cultivo hidropónico el riego está automatizado y existen distintos sistemas para determinar las necesidades de riego del cultivo, siendo el más extendido el empleo de bandejas de riego a la demanda. El tiempo y el volumen de riego dependerán de las características físicas del sustrato. El régimen de fertirriego (lámina de agua e intervalo de riego) deberá ajustarse de acuerdo al gradiente de CE y cloro entre la solución de riego y la de drenaje, para mantener así las sales por debajo de la zona radicular activa. Si la diferencia entre la CE de la solución lixiviada y de la solución entrante es más de 0.4-0.5 dS/m, y/o si la concentración de cloro en la solución lixiviada es más alta que la solución entrante y supera los 50 mg/L, se recomienda aplicar un riego sin fertilizantes para lixiviar las sales (Avidan, 1998).

Cadahía (1998) indica que en los cultivos protegidos de tomate el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va 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.).

El pH determina la solubilidad de algunos nutrimentos, principalmente de P y Ca_2^+ , para evitar su precipitación, el pH debe mantenerse entre 5.5 y 6.0. A temperaturas menores de 22°C el oxígeno disuelto en la solución nutritiva es suficiente para abastecer la demanda de este nutrimento. A temperaturas mayores que 22°C las condiciones son contrarias, la gran demanda de oxígeno no es satisfecha por la solución nutritiva debido a que mayor temperatura aumenta la difusión de este gas. Con altas temperaturas de la solución nutritiva también se incrementa el crecimiento vegetativo en una magnitud mayor que la deseable y disminuye la fructificación. La temperatura de la solución nutritiva influye en la absorción de agua y nutrientes. La temperatura óptima para la mayoría de las variedades de tomate es de aproximadamente 22 °C en la medida que la temperatura disminuye también disminuye la absorción y asimilación de los nutrientes, Cadahía (1998).

Sin embargo, Adams (1994) reportó que la temperatura de la solución nutritiva tiene mayor efecto en la absorción de P que de N y agua. Con temperaturas menores que 15 °C se tienen deficiencias de calcio, fósforo y fierro. La temperatura de la solución nutritiva tiene relación directa con la cantidad de oxígeno disuelto en la solución nutritiva. A temperatura menor de 22 °C el oxígeno disuelto en la solución nutritiva es suficiente para abastecer la demanda de este elemento; sin embargo, el requerimiento es pequeño debido a que se reduce la velocidad de cierto número de procesos fisiológicos, entre ellos la respiración y, por lo tanto, también se reduce el crecimiento de la planta. A temperaturas mayores de 22 °C las condiciones son contrarias, la gran demanda de oxígeno no es satisfecha por la solución nutritiva debido a que a mayor temperatura aumenta la difusión de este gas.

En sustratos es importante acidificar el agua de riego por medio de ácidos para evitar que se tapen los goteros y con el fin de estabilizar el pH en el sustrato (Zaidan y Avidan , 1997).

La baja capacidad de retención de agua y la pequeña reserva de nutrientes existente en estos sistemas con sustratos, hacen que éstos sean muy sensibles y con poca capacidad de recuperación frente a cualquier error o desajuste en el fertirriego. Esto implica que los ciclos de fertirriego deben ser frecuentes, homogéneos y precisos. El aporte de nutrientes debe ser

completo (N, P, K, Ca, Mg y micronutrientes) y el pH debe ser constantemente dentro de los valores adecuados. El monitoreo del agua de riego y de drenaje debe ser exhaustivo (Asaf, 1990).

Lupin *et al.* (1996) señalan que la mayoría de los fertilizantes absorben calor al ser disueltos, reduciendo la temperatura del agua. La dilución de ácido fosfórico en cambio produce una reacción exotérmica. Por esto conviene agregar primero ácido fosfórico para aprovechar el aumento de la temperatura y así facilitar la disolución de los fertilizantes agregados a continuación.

Sanz *et al.* (2001) mencionan que bajo condiciones de altas deficiencias de calcio encontraron que los primeros síntomas visuales de deficiencia se producen en las hojas más jóvenes, reduciéndose la altura de la planta hasta un 67% mientras que en las cultivadas con baja deficiencia los síntomas se retrasan, las raíces se oscurecen y disminuyen su tamaño, y el tamaño de la planta se reduce hasta un 48 %. La deficiencia inducida de calcio provoca la inhibición del crecimiento de las plantas de tomate cultivadas en medio hidropónico.

Cruz (1997) menciona que la pudrición apical (distal) del fruto de tomate es un desorden fisiológico que ocurre tanto en invernadero como en el campo. Esta enfermedad se asocia a una deficiencia de calcio localizada en los tejidos de la zona distal del fruto. Comúnmente aparece en la mitad del crecimiento. Una deficiencia de calcio puede ser causada por una falta de agua o por un deficiente suministro de calcio de las raíces. Por otra parte la acidez y la salinidad del suelo reducen la absorción de calcio. Un aumento de la intensidad de luz, temperatura y movimiento de aire junto a una reducción de la humedad relativa, aumenta la transpiración, desviándose más calcio hacia las hojas. En condiciones de invernadero, un aumento en la intensidad de luz y en la concentración acelera la acumulación de materia seca en el fruto. Mientras que una mayor temperatura del aire aumenta la velocidad de crecimiento, incrementando su demanda de calcio, así la pudrición apical es inducida cuando hay un cambio brusco, desde días nublados a muy luminosos o también por condiciones prolongadas en un ambiente seco y caluroso

El fósforo juega un papel relevante en las etapas de enraizamiento y floración, ya que es determinante sobre la formación de raíces y sobre el tamaño de las flores. En ocasiones se abusa de él, buscando un acortamiento de entrenudos en las épocas tempranas en las que la planta tiende a ahilarse. Durante el invierno hay que aumentar el aporte de este elemento, así como de magnesio, para evitar fuertes carencias por enfriamiento del suelo (Zaidan y Avidan, 1997).

Mexicano *et al.* (1999) realizaron un estudio para ver el efecto de las fuentes de nitrógeno y fierro en el desarrollo del tomate en hidroponía, para esto utilizaron el híbrido A-516 y como sustrato tezontle rojo, con una granulometría de 5 - 12 mm de diámetro y encontraron que con la aplicación de NH_4NO_3 con una concentración de 350 ppm de nitrógeno y 5 ppm de fierro se obtienen 214 toneladas por hectárea.

Burgueño *et al.* (2002) trabajando con plantas de tomate bajo condiciones de invernadero, estudiaron la influencia de diferentes sistemas de cultivo sobre la alimentación mineral de las plantas tanto en suelo desnudo como acolchado, así como sobre sustratos fuera del suelo, y encontraron que en todos los tratamientos utilizados, manteniendo una alimentación mineral, no se aprecian diferencias significativas debidas al tipo de cultivo o al sustrato sobre el contenido de la savia de las plantas, es por ello que señalan que la calidad de los frutos no depende de los sistemas de cultivo sino de una fertirrigación correcta.

2.13.1. Solución Nutritiva

En cuanto a la nutrición, cabe destacar la importancia de la relación N/K a lo largo de todo el ciclo de cultivo, que suele ser de 1/1 desde el trasplante hasta la floración, cambiando hasta 1/2 e incluso 1/3 durante el período de recolección.

En la práctica se divide el ciclo de crecimiento del cultivo según las etapas fenológicas y se definen las diferentes concentraciones o cantidades de nutrientes a aplicarse, con sus respectivas relaciones; por ejemplo, en tomate se consideran cuatro etapas: establecimiento-floración, floración-cuajado de frutos, maduración-1^{ra} cosecha y 1^{ra} cosecha-fin. En cada etapa,

las concentraciones de N y K van aumentando, y la relación N:K va disminuyendo, ya que el potasio es absorbido en gran cantidad durante la etapa reproductiva del cultivo. Los fertilizantes de uso más extendido son los abonos simples en forma de sólidos solubles (nitrato cálcico, nitrato potásico, nitrato amónico, fosfato monopotásico, fosfato monoamónico, sulfato potásico, sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico, ácido nítrico), debido a su bajo costo y a que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva, aunque existen en el mercado abonos complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente, solos o en combinación con los abonos simples, a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo. (Zaidan y Avidan, 1997).

Sánchez (1999) en trabajos de investigación realizados para nuevos paquetes tecnológicos de producción de jitomate en hidroponía indica que se han ensayado diferentes concentraciones de nutrimentos (general para todos o para uno solo), diferentes fuentes de fertilizantes, cambios en la concentración según la etapa fonológica del cultivo y según las condiciones ambientales.

De acuerdo a Sánchez (1999) las principales conclusiones experimentales y comerciales obtenidas hasta el momento coinciden en que, diferentes concentraciones proporcionan óptimos rendimientos y calidad, si cada nutrimento se sitúa en cierto rango de concentración (Cuadro 2.2).

Un pre-requisito esencial para el uso de fertilizantes sólidos en fertirriego es: fertilizantes altamente solubles en agua, como son: nitrato de amonio, cloruro de potasio, nitrato de potasio, urea, monofosfato de amonio, monofosfato de potasio, etc. En sistemas intensivos como invernaderos y/o sustratos artificiales, la solución nutritiva debe incluir calcio, magnesio y micro nutrimentos (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo). El hierro debe ser suministrado como quelato porque las sales de hierro, como el sulfato de hierro, son muy inestables en solución y el fierro se 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).

Cuadro 2.1 Rangos mínimo, óptimo y máximo de concentraciones de nutrientes. (Sánchez, 1999).

NUTRIMENTO	CONCENTRACIÓN (mg L ⁻¹)			
	Mínima	Optima (rango)	Máxima	Recomendada (paquete)
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	0.1-1	5	0.1
cloro	1	1-5	350	no añadir
Molibdeno	0.001	0.001-0.002	0.01	no añadir

2.14. PLAGAS Y ENFERMEDADES

2.14.1. Plagas

Aculops lycopersici Masee

El ácaro del bronceado del tomate es más pequeño y alargado que *Tetranychus spp.*, y posee la parte posterior cónica. Se necesita de una lupa de al menos 14 aumentos o un microscopio de disección para detectar su presencia. Este ácaro es de coloración clara y posee ocho patas en los estados adulto y ninfal, y seis patas como larva de primera edad. El último par de patas del adulto suele estar colgando de la pata posterior del cuerpo, dando la apariencia de que el ácaro solo tiene seis patas.

Síntomas

Ataca el envés de las hojas, proporciona primero un aspecto plateado y clorótico que posteriormente se vuelve necrótico. A medida que la infestación se extiende, los tallos y pecíolos foliares se broncean, y la parte anterior de la planta se seca. Si la población no se

controla, la sintomatología progresa hacia la parte superior de la planta hasta que toda ella se vuelve de color marrón y se seca. Las plantas pueden morir en tan solo unos días si el ambiente es cálido y seco, que son condiciones que favorecen el desarrollo de este ácaro.

Prácticas de control

En el caso de cultivo bajo protección, las medidas culturales, preventivas, medios biológicos, etc. No son muy útiles, ya que principalmente los medios químicos parecen ser los más factibles (Schuster, 2001).

Control químico.

Azufre: especie de ácaro *A. lycopersici*, *P. latus*, *T urticae*; tiene acción contra oídios.

Avecmectina: especie de ácaro. , *P. latus*, *T urticae*; actúa sobre formas móviles.

Endosulfán: *P. lycopersici*, *P. latus*; actúa sobre formas móviles (Hance *et al.*, 1991).

Control biológico.

Gispert (1987) mencionan como depredadores al fitoseiido *Seiulus sp.* el cual se alimenta de todos los estados de desarrollo del ácaro del tomate. Otro enemigo natural es *Leptotris mali* (Fitch); cita además a los fitosiidos *Typhlodromus occidentalis* Nesbitt y *Lasioseius sp.* y al tideido *Pronematus ubiquitous* (McGregor) alimentándose del ácaro del tomate, siendo este último el depredador más efectivo de áfidos

Pulgones

Los áfidos son insectos pequeños, piriformes, y con un par de cornículos que se proyectan hacia arriba y hacia atrás en la parte posterior dorsal del cuerpo. Existen tres especies principales de áfidos que atacan al tomate en invernadero. El pulgón de la patata, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, es un áfido grande (de unos 3mm de longitud) que puede ser de color rosa o verde. El pulgón verde del melocotonero, *Myzus persicae* Sulzer, es más pequeño (1.5mm de longitud) y de coloración verde claro a oscuro; y *Aphis gossypii* (Sulzer), los cuales presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara, presentan sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, Los áfidos invaden los campos de tomate como adultos alados pero producen descendientes ápteros mediante partenogénesis.

Están presentes en el envés de las hojas, en las cuales succionan la savia con su aparato bucal picador-succionador: El aspecto más dañino de los áfidos es su capacidad para transmitir numerosos virus de importancia en el tomate (Schuster, 2001).

Síntomas

En ausencia de enfermedades, las poblaciones altas de áfidos pueden producir daños directos e indirectos. De forma indirecta, los pulgones succionan más savia de la que necesitan, y como consecuencia excretan el exceso en forma de sustancia azucarada llamada melaza. Cuando esta sustancia es segregada en gran cantidad, puede crecer sobre ella un hongo denominado "fumagina" o "negrilla". La melaza se deposita sobre hojas y frutos, resultando en una reducción de la fotosíntesis y de la calidad de los frutos. Mediante su alimentación directa, los áfidos producen un moteado clorótico, clorosis general y distorsión de las hojas, enanismo y marchitamiento de las plantas, y abscisión de los botones florales. Factores que también generan abscisión de botones florales, tales como factores nutricionales, fisiológicos, o ambientales (Schuster, 2001).

Métodos preventivos y técnicas culturales

Colocación de mallas en las bandas del invernadero, eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior y colocación de trampas cromáticas amarillas.

Control biológico mediante enemigos naturales

Especies depredadoras autóctonas: *Aphidoletes aphidimyza*.

Especies parasitoides autóctonas: *Aphidius matricariae*, *Aphidius colemani*, *Lysiphlebus testaceipes*.

Control químico.

Lacasa y Contreras (2001) indican un control eficiente en invernadero a: Imidacloprid, etiofencarb, acefato, cipermetrina, cipermetrina + azufre, malatión, deltametrina, endosulfan, endosulfan + metomilo.

Mosquitas blancas

Existen tres especies de mosca blanca, la mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, es común en los invernaderos pero puede alcanzar niveles dañinos en campo; la mosca blanca de la batata, *Bemisia tabaci* Gennadius, es común en el campo, y es vector de varios virus vegetales importantes en todo el mundo; y *Bemisia argentifolii*, que es la especie que se encuentra reportada para la Comarca Lagunera. Las moscas blancas están relacionadas con los áfidos, y pasan sus estados vitales en el envés de las hojas del tomate. A diferencia de los áfidos, los adultos de mosca blanca permanecen alados y poseen un polvo ceroso blanco sobre el cuerpo y las alas. Se asemejan a pequeñas escamas blancas (longitud aprox. de 1.2 mm, incluyendo las alas), y son fácilmente molestadas induciéndolas a realizar vuelos cortos que suelen terminar en la misma planta u otra adyacente. Las moscas blancas inmaduras también son similares a escamas y su longitud varía entre 0.3 y 0.7mm. El primer estado de ninfa es móvil, mientras que los estados ninfales posteriores y las pupas son sedentarias (sésiles). Al igual que los áfidos, tanto los adultos como los estados ninfales poseen aparato bucal picador-succionador y atacan al envés de las hojas chupando la sabia (Schuster 2001; Ávila *et al*, 2000).

Síntomas

El daño es similar al causado por los áfidos e incluye la producción de melaza (y el hongo negrilla que crece en ésta), el moteado clorótico y clorosis foliar, el moteado del fruto, y el enanismo y marchitamiento de las plantas. La mosca blanca de la batata produce una alteración caracterizada por la inhibición de la maduración normal de secciones longitudinales del fruto. La etiología de esta alteración desconocida por el momento. La mosca blanca de la batata también afecta al tomate internamente. Algunos cultivares comerciales de tomate suelen exhibir cierta cantidad de tejido interno blanco cuya severidad aumenta al incrementar las poblaciones de mosca blanca (Schuster 2001).

Control

Utilizar malla antiáfidos para cubrir los invernaderos, no asociar cultivos en el mismo invernadero, no abandonar los brotes al final del ciclo, ya que los brotes jóvenes atraen a los adultos de mosca blanca, utilizar barreras físicas bandas amarillas de plástico con pegamento Pegafin 50 o biotac, rodeando los lotes comerciales, Cultivos trampas y barreras vivas, los más utilizados son. zacate sudan, sorgo, berenjena, maíz y algunas plantas olorosa como albahacar y cilantro, Utilizar jabones agrícolas entre estos se mencionan los siguientes M- Pede (1.0 litros /ha), SAP (1.0-2.0 litros/ha), foca (1.25/ha), Vel rosita (1 litro/ha).

Control biológico

Hongos entomopatógenos, los utilizados en México son: *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus* y *Beauveria bassiana*. (Caro, 2001).

Control químico

Alpi y Tognoni (1999) mencionan que para estos homópteros son necesarios tratamientos con ésteres fosfóricos como metidación o con piretroides como Bioresmetrina y Permetrina: alfa-cipermetrina, *Beauveria bassiana*, cipermetrina, malation, deltametrina. Belda y Lastre (1999) señalan a los siguientes agroquímicos: Buprofezin, Teflubenzuron imidacloprid, Metomilo lambda cihalotrin, metil-pirimifos, metomilo + piridafention, piridaben, piridafention, tralometrina.

Liriomyza spp.

La intensidad de los ataques dependerá de la época del año, de la zona de sus competidores y de la modalidad y ciclo de cultivo. En algunas regiones donde existen las cuatro especies de Liriomyza, *L. huidobrensis* compite con *L. Bryoniae* en los periodos frescos, siendo remplazados por *L.trifolii* y *L. Strigata* en las estaciones cálidas. El adulto es una pequeña mosca con la cabeza amarilla, con la parte posterior y el triangulo ocelar negros. El tórax es amarillo aunque la parte dorsal es casi toda negra. El abdomen es brillante, con la parte dorsal obscura y la lateral amarilla, excepto el último segmento que es oscuro. Los huevos son

ovalados lisos y blancos y son incrustados en los tejidos internos de la hoja. La larva de este insecto se alimenta minando las hojas en la zona del mesófilo, causando las minas características del insecto. Al madurar la larva emerge de las minas características del daño de este insecto y cae al suelo para pupar. De la pupa emerge el adulto para repetir el ciclo, el cual se completa en aproximadamente 2 semanas. Este insecto puede producir varias generaciones al año y sus poblaciones pueden incrementarse rápidamente. Las altas infestaciones pueden causar la defoliación prematura de la planta, con la consecuente reducción del rendimiento y el tamaño de la fruta, y finalmente por quemaduras de sol (Alvarado, 2001).

Síntomas

Los adultos suelen escoger hojas con un grado de madurez para realizar la puesta y un poco más jóvenes para alimentarse. Las galerías suelen aparecer en las hojas más bajas, desplazándose las poblaciones en sentido vertical, siguiendo la evolución fonológica del cultivo. En los invernaderos las inmigraciones de adultos hacen que, al principio, las mayores densidades de las plagas, se sitúen en la periferia. En el invierno, los adultos suelen elegir las zonas más soleadas de la planta y del cultivo (Lacasa y Contreras, 2001).

Control químico

En tomate fresco una vez que la población alcance el umbral económico de 20 pupas/charola/día es necesario utilizar insecticidas para combatir este insecto a base de avermectina B1

Control biológico

Los enemigos naturales de esta plaga, identificados a la fecha son los siguientes parasitoides: el braconido *Opius diminiatus* (Ashmead), el eulófido *Chrysocharis parksi* Crawford y los eucólidos *Ganaspidium utilis* Bearsdley y *Disorygma pacífica* (Yoshimoto) (Alvarado, 2001).

2.14.2. Enfermedades Nutricionales.

En la deficiencia de cualquier elemento esencial los síntomas se manifiestan en las hojas, los tallos o los frutos. La sintomatología puede ser consecuencia de un aporte excesivo o inadecuado como resultado de las propias características del suelo y del clima; o ser el resultado de una aplicación defectuosa de fertilizantes. Además la disponibilidad de nutrientes esta influida por el pH, la humedad y la temperatura del suelo, y por el balance existente entre los elementos contenidos de éste.(Maynard, 2001).

De acuerdo a Maynard (2001) las características a deficiencias nutrimentales es como a continuación se describe:

Nitrógeno

Una respuesta inmediata a la deficiencia de nitrógeno es la restricción de la tasa de crecimiento de la planta, y clorosis en las hojas más viejas. Si existe una limitación continuada de nitrógeno, la clorosis aparece de forma progresiva en las hojas más jóvenes, y las hojas viejas amarillean y se caen. Un aporte excesivo, estimula el crecimiento vegetativo. Los frutos pueden poseer escasa coloración, estar hinchados y normalmente presentan una calidad baja; la aplicación de altas dosis de fertilizantes a base de nitrógeno amoniacal a plantas de tomate que crecen en suelos ácidos, o bajo condiciones de nitrificación limitada, puede ocasionar daños en los tallos.

Fósforo

El efecto de la deficiencia de fósforo es menos dramático que el de la mayoría de las otras deficiencias. Una reducción en la tasa de crecimiento, que a menudo pasa desapercibida, es seguida por una coloración verde claro u opaca. Posteriormente, se produce una coloración purpúrea en el envés de las hojas, comenzando en las enervaciones y expandiéndose hacia las zonas intervenles. Finalmente, la planta queda enana, con las hojas rígidas, a menudo verticales, y de coloración verde claro a amarillo en el haz, y violeta en el envés. Debido a la fácil traslocación del fósforo en la planta, los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas más viejas.

Potasio

La indicación universal de la deficiencia de potasio es la necrosis marginal de las hojas más viejas. Esta necrosis es precedida por pequeñas manchas cloróticas dispersas cerca de los márgenes foliares, que posteriormente ensanchan y finalmente necrosan. Si continúa la falta de potasio, se produce una necrosis marginal progresiva en las hojas jóvenes. Los defectos en la calidad del fruto asociados con una limitación de potasio consisten en frutos hinchados, enfermedades en la maduración, reblandecimiento, producción de frutos con formas irregulares y acidez baja.

Calcio

Los síntomas aparecen en el ápice terminal en crecimiento. Las hojas sin desarrollar que se encuentran en el punto de crecimiento desarrollan una clorosis internervial y necrosis marginal, y el ápice en crecimiento muere. Debido a que el transporte de calcio es dependiente de la corriente activa de transpiración, su movimiento ocurre sobretodo hacia las hojas completamente desarrolladas, con una amplia superficie disponible para la transpiración. Los frutos al igual que las hojas no desarrolladas, presentan unas tasas de transpiración muy baja; en consecuencia son objeto de la deficiencia de calcio, la cual se manifiesta como una podredumbre apical del fruto. Las condiciones que restringen la absorción o el transporte de calcio, incluso a concentraciones adecuadas de calcio en el sustrato, son las concentraciones altas de cationes competidores (como NH_4^+ , K^+ , Mg^{++}), salinidad, temperatura baja, suelo seco y humedad alta.

Magnesio

La deficiencia se caracteriza por la clorosis internervial de las hojas más viejas que progresa gradualmente hacia las hojas jóvenes. El nervio principal permanece verde, aunque las zonas internerviales se necrosan y colapsan. Con una alta carga de frutos, algunos cultivares muestran síntomas de deficiencia en las hojas más bajas, como consecuencia de la traslocación del magnesio a los frutos en desarrollo.

Azufre

El síntoma típico de la deficiencia de azufre es una coloración verde claro uniforme en las hojas jóvenes. Posteriormente, también las hojas maduras se tornan verde claro, hasta que toda la planta es afectada. Al mismo tiempo, los tallos y los pecíolos se vuelven morados. Las deficiencias de azufre y nitrógeno son similares en cuanto a apariencia; pueden ser diferenciadas por el lugar en el que aparecen primero los síntomas, y la severidad en condiciones de carencia prolongada.

Boro

Los síntomas de deficiencia de boro ocurren tanto en la planta como en el fruto. Los efectos en la planta consisten en fragilidad del follaje, amarillamiento de los ápices de las hojas más bajas, y finalmente la necrosis del ápice terminal en crecimiento. Entre los síntomas del fruto se incluyen el desarrollo de zonas acorchadas alrededor de extremo peduncular, lóculos abiertos, y maduración heterogénea. El tomate está clasificado como semi tolerante a altas concentraciones de boro.

Cloro

En los cultivos hidropónicos, las plantas cultivadas en ausencia de cloro muestran marchitez de las hojas, seguida de la reducción de la expansión de la lámina foliar. En casos severos, también puede haber clorosis y necrosis. La toxicidad debida a un exceso de cloro es más frecuente que la deficiencia de éste. La toxicidad presenta síntomas tales como el crecimiento lento, márgenes foliares necróticos, y abscisión de las hojas. Esta sintomatología es similar a la causada por un exceso de sales totales solubles, por tanto puede necesitarse un análisis químico del agua o del suelo para distinguir entre ambas.

Cobre

La progresión típica de los síntomas asociados con la deficiencia de cobre está constituida por el marchitamiento de las hojas jóvenes, seguido de clorosis y necrosis; ésta deficiencia ocurre en raras ocasiones en el tomate.

Fierro

El síntoma característico de la deficiencia de fierro está constituido por una clorosis internervial de las hojas jóvenes, que comienza en la base y progresa hacia el ápice foliar. Eventualmente, las hijas más jóvenes amarillean o incluso se vuelven blancas, a medida que progresa la deficiencia. Debido a que las plantas toleran un intervalo de concentraciones de fierro bastante amplio, la toxicidad es poco común.

Manganeso

La deficiencia se parece mucho a la causada por la de fierro; la clorosis internervial de hojas jóvenes es seguida por la formación de áreas internerviales necróticas; pero las nerviaciones foliares permanecen bastante verdes. Aunque las plantas de tomate toleran unas concentraciones bastante amplias de manganeso, se pueden producir toxicidades. Los síntomas consisten en un oscurecimiento de los nervios principales de las hojas más viejas, seguido del amarillamiento internervial alrededor de las nerviaciones afectadas, y finalmente la muerte prematura de la hoja completa. Si la toxicidad es severa, se desarrollan zonas de color castaño en tallos y pecíolos.

Molibdeno

Las deficiencias de molibdeno son poco frecuentes en tomate en condiciones de campo. Inicialmente aparecen clorosis y necrosis marginales en las hojas más viejas, seguido de forma progresiva de la ocurrencia de la misma sintomatología de hojas más jóvenes.

Zinc

Son síntomas iniciales debidos a la deficiencia de zinc son el engrosamiento de las hojas, una tenue clorosis internervial, y el abarquillamiento de las hojas hacia el envés. En casos severos de deficiencia, los pecíolos enrollados pueden retorcerse a modo de sacacorchos, y las hojas más bajas pueden desarrollar una clorosis pardo-anaranjada con zonas necróticas. Posteriormente, las plantas se quedan enanas debido a la elongación insuficiente de los entrenudos.

Cuadro 2.2 Composición de elementos esenciales en hojas de tomate (Maynard, 2001)
CELALA, 2003

Elemento	Concentración*		
	Deficiente	Suficiente	Tóxica
N, %	<2.0	2.50 - 3.00	
P, %	<2.0	0.25 - 0.65	<1.0
K, %	<2.5	2.50 - 4.00	
Ca, %	<1.0	2.50 - 7.20	
Mg, %	<0.3	0.36 - 0.85	
S, %	<0.1	1.00 - 3.20	
B, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<30	32 - 97	<100
Cl, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<100	...	
Cu, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<4	5 - 20	
Fe, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<60	60 - 250	<1.000
Mn, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<2.5	25 - 500	<500
Mo, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<0.3	0.9 - 10	
Zn, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<25	25 - 150	<250

*Expresada en base al peso seco de la hoja completamente expandida, y de maduración reciente.

Sugerencias para diagnosticar deficiencias de nutrientes.-

Maynard (2001) menciona que en muchas ocasiones, no es muy preciso el diagnóstico, al observar visualmente las patologías en las deficiencias de los minerales en las plantas aun con experiencia, para confirmar los diagnósticos basados en síntomas, se requieren análisis foliares, que nos indiquen el contenido de elementos esenciales en la hoja (Cuadro 2.3.).

2.14.3. Enfermedades infecciosas

Tizón temprano

Alternaria solani [(Ell, & Mart.) Jones & Grout] es el agente causante de la podredumbre negra del cuello o tizón temprano. *A. solani* sobrevive entre estaciones de cultivo en restos de cosecha infestados en el suelo y en las semillas. En zonas con climas templados puede sobrevivir entre estaciones en plantas de tomate extemporáneas y otros huéspedes solanáceos. Generalmente, las infecciones primarias son causadas por el hongo en el suelo y ocurren durante periodos templados (24-29°C), aunque en climas más cálidos la enfermedad puede

desarrollarse a temperaturas mayores. Las conidias germinan en 2h en agua a temperatura entre 6 y 34°C y en 34-45 minutos a la temperatura optima de 28 a 30°C. El hongo penetra en los tejidos vegetales directamente a través de la cutícula, o por heridas. Las lesiones comienzan a ser visibles en 2 ó 3 días bajo condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad (Jones,.2001).

Síntomas

La enfermedad afecta al follaje, tallo y fruto de la planta de tomate y puede causar daño severo durante todos los estados de desarrollo. Los síntomas iniciales están constituidos por pequeñas lesiones de color negro pardusco que aparecen en las hojas más viejas. El tejido que rodea la lesión puede amarillear y si el moteado es abundante, la amarillees puede afectar a la hoja entera. Los puntos neuróticos aumentan rápidamente de tamaño, y cuando su diámetro es de 6mm o más pueden distinguirse anillos concéntricos en la zona de color castaño oscuro de la lesión. En algunos casos, cuando la lesión se localiza en las nervaduras principales de la hoja, la zona más allá de la lesión se necrosan rápidamente y adquiere un color marrón. Al final de la estación de cultivo aparecen numerosas lesiones, y bajo condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad las plantas afectadas se defolian exponiendo el fruto a ser escaldado por el sol. (Jones,.2001)

control

Se recomienda la utilización de cultivares resistentes o tolerantes, el uso regular de funguicidas, así como evitar la utilización de plántulas infectadas. Una fertilización adecuada y el mantenimiento de un crecimiento vigoroso de las plantas, también ayudan a combatir la enfermedad. Semillas certificada libre del patógeno, la pasterización del suelo de los semilleros, con vapor de agua o fumigantes, y el uso de mezclas de suelos artificiales libres de inóculo (Jones,.2001).

Control químico.-

Uso regular de funguicidas, materias activas: Iprodiona, oxiclورو de cobre, captan, tiabendazol, zineb, oxinato de cobre, metalaxil , tiram, metiram, etc. (Mendoza, 1999).

Tizón tardío

El mildiú es una enfermedad enormemente destructiva que afecta al tomate y a la patata. Esta enfermedad es de importancia histórica y fue descrita por primera vez en 1845. El mildiú es causado por el omiceto *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. El hongo es identificado por sus esporangios característicos, hialinos y con forma de limón, que emergen a través de los estomas foliares. Los esporangios (21-38 x 12-23) pueden germinar directamente, o bajo condiciones frescas y húmedas, y producir hasta ocho zoosporas. Cada zoospora puede moverse a través de una película de agua libre sobre la superficie de la planta gracias a los dos flagelos que posee, e iniciar nuevas infecciones. Se han identificado las razas T-0, y otra más agresiva T-1, mediante la reacción en cultivares de tomate (Stevenson, 2001).

Sintomatología

Las primeras lesiones foliares aparecen como motas indefinidas, hidróticas, que pueden crecer rápidamente hasta convertirse en lesiones de coloración verde pálido a castaño, y cubrir grandes áreas de la hoja. En ambiente húmedo, el envés de las pequeñas lesiones de coloración verde pálido a castaño puede aparecer cubierto de un crecimiento mohoso blanco o grisáceo. Posteriormente solo se observa un anillo de dicho crecimiento mohoso alrededor del envés de las grandes lesiones pardas. El tejido foliar infectado toma coloración marrón se arruga y muere en poco tiempo. El fruto muestra lesiones moteadas oscuras, olivazas y con apariencia aceitosa, que pueden ir extendiéndose hasta invadir el fruto completo. En ambientes húmedos, una fina trama de micelio blanco puede cubrir las lesiones del fruto. La infección por mildiú es seguida por una podredumbre blanca que induce a la destrucción del fruto. Las plantas de tomate podridas son reconocidas por un olor nauseabundo que impregna el ambiente (Stevenson, 2001).

Control

Manejo adecuado de la ventilación y el riego, así como la eliminación de plantas y frutos enfermos, además de utilizar plántulas sanas.

Control químico

Es necesario seguir un calendario de aspersiones preventivas con funguicidas de contacto como: Mancozeb, Diflotan, Captán Zineb, derivados del cobre/o de los funguicidas sistémicos: metalaxil (Ridomil-Bravo), Ricoli (oxadixil+mancozeb), Aliette (Fosetil aluminio). Es común que los funguicidas sistémicos se empleen en mezclas con productos de contacto para evitar la aparición de resistencia del patógeno a los funguicidas sistémicos, ya que los funguicidas de contacto podrán eliminar esporas de individuos que no sean controlados por el producto sistémico. Se recomienda no utilizar más de tres veces consecutivas al mismo producto sistémico (Stevenson, 2001).

Cenicilla

Oidiopsis sicula Scalia; Fase sexual, *Leiveillula taurica* (Lev.) G. Arnaud; fase asexual. *Oidiopsis taurica* E. S. Salomón. Las conidias de *L. Taurica* pueden germinar a temperatura de 10 a 35°C. Bajo condiciones de invernadero, la infección es favorecida a temperaturas menores de 30°C. Las conidias germinan produciendo tubos germinativos cortos que penetran a través de los estomas. En la región mesofílica de la hoja se desarrolla un crecimiento profuso de micelio intercelular inmediatamente después de la penetración. Los conidifóros emergen a través de las estomas y producen conidias de forma individual que son transportadas por el viento. Una vez que la infección se ha establecido en una hoja de tomate, las temperaturas superiores a 30°C pueden acelerar tanto el desarrollo de los síntomas como la muerte del tejido foliar (Blancard, 2000).

Síntomas

Los más comunes son lesiones verde claro a amarillo intenso que aparecen en el haz de las hojas. En el centro de dichas lesiones pueden desarrollarse puntos necróticos a veces como anillos concéntricos, similares a aquellos que aparecen en las lesiones de la podredumbre negra. En el envés de dichas lesiones puede desarrollarse un crecimiento fúngico de aspecto

pulverulento. La hojas fuertemente infectadas mueren, pero en raras ocasiones caen de la planta (Paulus y Correl, 2001).

Control

Los cultivares comerciales actuales son altamente susceptibles al Oidio, mientras que *Lycopersicon parviflorum* Rick *et al.* presenta una gran tolerancia a la enfermedad.

Control químico

Materias activas: azufe coloidal, azufe micronizado, azufre mojable, azufre molido, azufre sublimado, bupirimato, ciproconazol, ciproconazol+azufre, dinocap. Dinocap+azufre coloidal, fenarimol, tridimefon triforina (Paulus y Correll, 2001; Berenguer, 2003).

2.14.4. Enfermedades Fisiológicas

Podredumbre Apical

Síntomas

La podredumbre apical comienza con la aparición de unas lesiones de coloración tostado claro, hidróticas, que al aumentar su tamaño se oscurecen y vuelven coriáceas, y que a menudo pueden ser enmascaradas por una podredumbre negra secundaria. Esta enfermedad se inicia normalmente en el extremo pistilar del fruto, aunque puede también producirse en alguno de los lados. En ocasiones, se producen lesiones negras internas que no son visibles en el exterior del fruto. Los frutos afectados por podredumbre apical maduran mucho más rápidamente que los frutos normales.

Causa

La Podredumbre apical es causada por la deficiencia de calcio localizada en el extremo distal del fruto. Otras condiciones que reducen la absorción de calcio por la planta, tales como alto contenido de sales, la utilización de nitrógeno amoniacal, y una alta humedad relativa. Las plantas de crecimiento rápido serán más susceptibles de desarrollar la podredumbre apical. La aplicación correcta de fertilizantes y de agua, así como la utilización de cultivares tolerantes a la podredumbre apical minimizan este problema. Las enmiendas con piedras calizas dolomíticas

o de alto contenido en calcio, unos 2 a 4 meses antes de la plantación, pueden reducir la podredumbre apical. Si las situaciones de deficiencia de calcio o de un alto contenido en sales se producen durante la estación de crecimiento, pueden ser eficaces los tratamientos foliares con cloruro cálcico anhidro.

Agrietado Fisiológico de los Frutos

Síntomas

Existen dos tipos de agrietado o rajado en el fruto de tomate: el concéntrico y el radial. El agrietado concéntrico consiste en la rotura de la epidermis formando patrones circulares alrededor de la cicatriz peduncular. El agrietado radial consiste en una rotura que irradia desde la cicatriz peduncular hacia la pistilar.

Causa.

La susceptibilidad al agrietado está relacionada con la fuerza y la capacidad de estiramiento de la epidermis del fruto. La alteración de la tasa de crecimiento favorece esta enfermedad; además, los frutos de crecimiento rápido tienden a ser más susceptibles. Por lo tanto, las plantas suculentas (con una nutrición alta de nitrógeno y baja de potasio) también tienden a ser más susceptibles. La lluvia y las grandes fluctuaciones de temperatura también inducen al agrietado; además, los frutos expuestos al ambiente se agrietan más fácilmente que los que se encuentran protegidos por el follaje.

Control

Existen disponibles cultivares tolerantes al agrietado. Entre las medidas culturales que reducen el agrietado se encuentran un manejo adecuado del agua, un programa de nutrición correcto que prevenga la formación de plantas suculentas, una poda adecuada que limite la exposición de los frutos, y prevenir la defoliación por enfermedades foliares para reducir la exposición de los frutos al sol.

Daños Causados por Heladas

Síntomas

Entre la sintomatología de los daños producidos por heladas se incluyen fallos en la maduración de los frutos, maduración irregular, ablandamiento prematuro, deformaciones de la superficie, pardeamiento de las semillas y un incremento en el deterioro general como resultado de los daños. Los frutos verdes son más sensibles que los tomates maduros. El sabor de los frutos es severamente afectado por las heladas. Los síntomas suelen aparecer después de la helada y al exponer el fruto a temperaturas altas durante la maduración (Scottt, 2001).

Causas

La exposición durante un tiempo a temperaturas superiores al punto de congelación e inferiores a 12.5 °C, pueden causar daños de heladas. La duración del tiempo necesario para generar estos daños depende de la temperatura, requiriéndose menor tiempo para temperaturas menores, y mayor tiempo para temperaturas más altas. Los frutos que han sido sometidos a temperaturas altas antes de una helada son más sensibles que aquellos expuestos al temperaturas bajas antes de la helada (Scottt, 2001).

Prevención

En cultivo al aire libre apenas puede ser protegido contra el clima frío; de todas formas, el mantenimiento de la temperatura por encima de 12.5 °C después de la recolección previene los daños producidos por el frío en poscosecha (Scottt, 2001).

Amarillamiento del Fruto

Síntomas

El amarillamiento del fruto (también conocido como el Ápice amarillo o el Lomo verde del tomate) afecta a la parte superior del fruto de tomate que ha estado expuesta al sol. La clorofila de esta zona se degrada lentamente al madurar el tomate, resultando en parches que bien permanecen verdes, o eventualmente se vuelven amarillos, pero no rojos. Esta

enfermedad puede afectar a toda la parte superior del fruto, o formar sólo una mancha pequeña e irregular. En la zona afectada, el pericarpio más externo es duro y blanco (Scottt, 2001).

Causa

El origen fisiológico del Amarillamiento es desconocido; aparentemente, los frutos expuestos a temperaturas altas en la planta durante la maduración pueden desarrollar esta enfermedad. La enfermedad se suele observar en frutos expuestos al sol de cultivares que poseen tomates de lomo verde, aunque estos cultivares varían considerablemente en su susceptibilidad a aquélla. Si los frutos de dichos cultivares son recolectados verdes y maduran en oscuridad, la enfermedad no se expresa. Esto indica que la expresión de los síntomas está relacionado con la luz. Cultivares que presentan una maduración uniforme no son tan propensos a esta enfermedad, aunque pueden ser susceptibles. El mejor control es la utilización de cultivares resistentes, ya sean de maduración homogénea o no. Además, deben evitarse aquellas prácticas que causen la exposición del fruto al sol, como por ejemplo, una fertilización inadecuada, una poda excesiva, o la defoliación debida a patógenos foliares (Delgadillo y Álvarez 2003; Scottt, 2001).

2.14.5. Enfermedades Causadas por Virus

En el Cuadro 2.3 se muestran las enfermedades virosas mas importantes.

Cuadro 2.3 Enfermedades más importantes producidas por virus en tomate (Berenguer, 2003).

VIRUS	Síntomas en hojas	Síntomas en frutos	Trasmisión	Método de lucha
CMV(Cucumber MosaicVirus)(Virus del mosaico del pepino)	-Mosaico fuerte -Reducción del crecimiento -Aborto de flores	-Moteado	-Pulgones	-Control de pulgones -Eliminación de malas hierbas y plantas afectadas -Eliminación de malas hierbas y plantas afectadas
TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus) (Virus del bronceado del tomate)	-Bronceado -Puntos o manchas necroticas que a veces afectan a peciolo y tallos -Reducción del crecimiento	-Manchas irregulares -Necrosis -Maduración irregular	-Trips (F. occidentalis)	-Control de trips -Utilización de variedades resistentes
TYLCV (tomato Yellow Leaf Curl Virus) (Virus del Rizado Amarillo del tomate)	-Parada de crecimiento -Foliolos de tamaño reducido, a veces con amarillamiento -Hojas curvadas hacia arriba	-Reducción del tamaño	Mosca blanca (Bemisia tabaci)	-Control de B. Tabaci -Eliminación de plantas afectadas -Utilización de variedades resistentes
ToMV(Tomato MosaicVirus) (Virus del Mosaico del Tomate)	-Mosaico verde claro- verde oscuro -Deformaciones sin mosaico -Reducción del crecimiento	-Manchas pardo oscuras externas e internas en frutos maduros -Manchas blancas anubarradas en frutos verdes - Necrosis	-Semilla -Mecánica	-Evitar la trasmisión mecánica -Eliminar plantas afectadas -Utilizar variedades resistentes
PVY (Potato Virus Y) (Virus Y de la patata)	-Manchas necróticas internerviales	-No se han observado	-Pulgones	-Eliminación de malas hierbas y plantas afectadas -Control de pulgones
TBSV (Tomato Bushy Stunt Virus) Virus del Enanismo I tomate	-Clorosis y amarillamiento fuerte en hojas apicales	-Manchas necróticas	-Suelo (raíces) -Semilla	-Eliminación de plantas afectadas -Evitar contacto entre plantas

2.15 Antecedentes de rendimiento de tomate en condiciones de invernadero

Santiago (1995) evaluando genotipos de tomate en condiciones de invernadero reporta un rendimiento promedio que varía de 1.76 a 5.42 kg/ planta mientras que para sólidos solubles reporta que los frutos presentaron de 4 a 5 grados brix.

Rodríguez *et al.* (1996) evaluando el tomate bajo condiciones de invernadero investigando la influencia de mezclas de hidrogel en el sustrato para el mejoramiento de retención de agua reporta un rendimiento de que varía de 2.2 a 4.4 kilogramos por planta.

Cotter y Gómez (1981) mencionan que para una producción exitosa bajo invernadero se deben obtener al menos 100 ton/acre por año, es decir, 200 Ton/Ha.

Sánchez y Vázquez (2000) en un estudio realizado bajo invernadero de vidrio en el estado de México, utilizando dos cultivares de tomate Saladett (Determinado) y Daniela (indeterminado), reportaron producciones entre 21.3 y 29.3 kg/m². No se encontró diferencia significativa para la variable peso del fruto.

En invernaderos no automatizados los productores de la región del bajío, Texcoco, estado de México en este tipo de estructura se pueden lograr rendimientos de 15Kg/m² con un ciclo de producción de 6 a 7 meses. En invernaderos de alta tecnología se obtiene una producción de 52 Kg/m². (Hoyos, 2003).

Según Fonseca (1999). para que la producción sea redituable debe obtenerse por lo menos 15Kg/m². Los rendimientos totales son muy variables dependiendo de las condiciones del cultivo. En invernadero sin calefacción con cultivares vigorosos de crecimiento indeterminado, poda a un tallo y ciclo largo (Agosto-Mayo), se están alcanzando en Almería producciones de entre 15 a 18 Kg/m², en óptimas condiciones, explotando unos 15 ramilletes de flor por planta. En cifras pueden servir de orientación, en función del número de ramos explotados por tallo en cada ciclo concreto (Castillas 2001).

Santos (2002) En un estudio para evaluar rendimiento y calidad de tres híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero con fertirrigación encontró para las variables altura e inicio de floración el genotipo Brillante presentó mayor altura con 222.7 cm, siendo además el

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera

La región Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México. Se encuentra ubicada entre los meridianos 101° 40' y 104° 45' de longitud Oeste, y los paralelos 25° 05' y 26° y 54' de latitud Norte. Con una altitud de 1,139 msnm. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan áreas agrícolas, así como las áreas urbanas. La temperatura promedio en los últimos 10 años es de una máxima de 28.8° C., una mínima de 11.68° C y una temperatura media anual de 19.98 °C (CNA, 2002).

3.2. Localización del experimento.

El experimento se llevo a cabo en un invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, la cuál se ubica en las coordenadas geográficas de 103° 25' 57" de longitud oeste al meridiano de Greenwich y 25° 31' 11" de latitud norte con una altura de 1123 msnm (CNA,2002).

3.3. Tipo y condiciones del invernadero

El experimento se llevo a cabo en un invernadero de tipo semicircular compuesto de cubierta de plástico (polietileno) y con estructura de tubo galvanizados, la ventilación del invernadero se realiza por ventanas laterales que se manejan manualmente (Figura 2), cuenta una pared húmeda, riego por goteo, una computadora reguladora de riego y el piso interior del invernadero es de grava suelta.

3.4. Clima

Santos (2002) indica que según la clasificación del Dr. Thorntwhite, el clima de la Comarca Lagunera es: árido, con lluvias deficientes en todas las estaciones mesotermal, con una concentración aproximada de temperatura durante el verano de 30°C y se simboliza por E dB'a; menciona además lo siguiente:



FIGURA 3.1. Invernadero donde se realizo el experimento de producción de tomate. UAAAN-UL.2004.

Temperatura: Señala dos épocas de temperatura en la Comarca Lagunera, la primera comprende desde abril hasta octubre en el cual la temperatura media mensual excede los 20°C y la segunda comprende los meses de noviembre a marzo, en los cuales la temperatura media mensual oscila entre 13.6°C y 19°C los meses más calurosos son los de mayo a agosto y los más fríos diciembre y enero.

Precipitación; Indica que de acuerdo a las lluvias registradas durante los últimos 30 años, en la estación climatológica de Ciudad Lerdo, Dgo., se concluye que en la Comarca Lagunera, el período máximo de precipitación está comprendido en los meses de mayo, junio, julio y agosto. La precipitación total durante los años involucrados ha sido muy variable, con un promedio de 242.2 mm y una fluctuación desde 77.8 mm en el año más seco (1954), hasta 434.9 mm en el año más húmedo (1958).

Humedad relativa. Indica que la humedad relativa varía según las estaciones del año, esta humedad es el promedio de las observaciones efectuadas durante el día.

Primavera	31.3%
Verano	46.2%
Otoño	52.9%
Invierno	44.3%

3.5. Genotipos

En el invierno 2002 – 2003 se evaluaron cuatro genotipos de tomate de crecimiento indeterminado y con las características de larga vida de anaquel, que son los siguientes:

No	Genotipo
1	V.7017
2	Abigail
3	V.81
4	13622512

3.6. Sustrato

El trasplante se realizó el día 6 de Septiembre del 2002. Se utilizaron macetas de 25 kgs. Utilizando como sustrato de arena que fue previamente desinfectada y posteriormente lavada, se instalaron a doble hilera con una arreglo a tres bolillo espaciados a 30 cm entre plantas y a 150 cm entre los pasillos.

3.7. Diseño experimental

El diseño experimental, fue bloques al azar, con 3 repeticiones, y la unidad experimental fueron 9 plantas por genotipo.

3.8. Manejo del cultivo

Las plantas fueron guiadas a una solo tallo, eliminando los chupones o brotes axilares, éstas se fueron eliminando de abajo hacia arriba, cuando tenían los 3 a 5 cm aproximadamente.

Se entutoró la planta, utilizando como sostén ixtle o rafia cuando alcanzó una altura de 30 cm, esto se hizo para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y frutos toquen el suelo. Conforme fue creciendo la planta se fue bajando con el tutor (rafia) para mantenerla sostenida en forma vertical como se muestra en la figura 3.2.

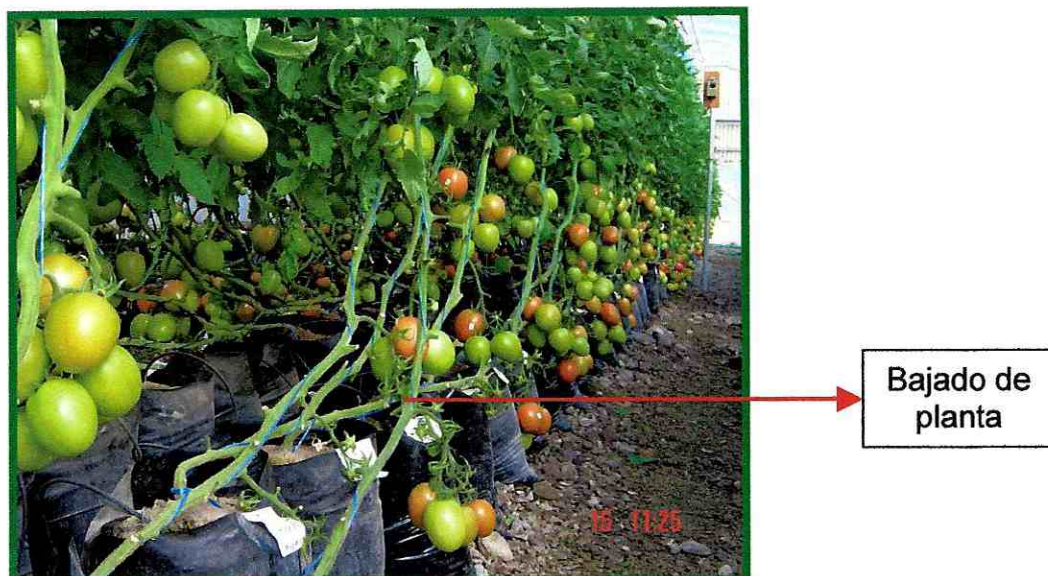


FIGURA 3.2. Bajado de plantas de tomate en condiciones de invernadero. UAAAN-UL. 2004.

En el momento en que aparecieron las primeras flores se procedió a efectuar la polinización manual utilizando un vibrador (cepillo eléctrico), el cual se pasó por el pedúnculo de la inflorescencia por un lapso de 3 segundos; repitiendo esta acción 4 veces por semana.

Durante la fructificación de los primeros racimos se procedió a deshojar, eliminando las hojas inmediatas a los frutos, tratando de mejorar la aireación del cuello, acelerar la maduración de los frutos y facilitar la realización del aporque a fin de aumentar el mayor número de raíces cubriendo la parte inferior de la planta con arena.

3.9. Fertilización y riegos

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, los niveles de concentración de las soluciones nutritivas para cada etapa se fueron incremento sucesivamente, conforme lo requiriendo 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 de macetas, en cantidades de 3 lavados en total durante el desarrollo del cultivo (Cuadro 3.1.).

Cuadro 3.1. Solución nutritiva empleada para cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en el otoño-invierno 2002-2003. UAAAN-UL. 2004.

Fertilizantes	1° fase de plantación y establecimientos	2° Fase floración y cuajado	3 Fase Inicio de maduración	4 Fase de Cosecha
Nitrato de calcio	60 g	420 g	169 - 246 g	281 g
Nitrato de magnesio	20 g	140 g	495 g	825 g
Nitrato de potasio	55 g	385 g	405 – 540 g	675 g
Quelatos	8 g	28 g	30g	36g
Ácido fosfórico	86 ml	240 ml	216 g	360 g

3.10. Cosecha

La cosecha se realizó dos veces por semana, cuando el fruto presentó un color rosado o rojo promedio de entre el 30% pero no más del 60%,

3.11. Variables evaluadas

En el experimento las variables medidas fueron altura, inicio y fin de floración, número de flores, flores abortadas, 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 y número de lóculos por fruto, empleando para ello Vernier, refractómetro, báscula de precisión, regla milimétrica y tabla de colores.

3.12. Análisis estadísticos

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%. Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998). Para altura, solamente se realizó la comparación entre genotipos a nivel de ecuaciones de regresión.

IV RESULTADOS

4.1. Floración inicial

En el análisis de varianza se detectó diferencia significativa en todas las fuentes de variación (Cuadro 1A), es decir genotipos, racimos y la interacción entre ambas variables con una media de 43.74 y un coeficiente de variación de 9.47.

Los genotipos más precoces fueron V.7017 y V.81 con floraciones de 40.1 y 41.1 días después del trasplante (DDT), mientras que el genotipo más tardío al inicio de floración fue 13622512 con 49.7 DDT (Cuadro 4.1).

Los resultados de este experimento no concuerdan con los citados por Rodríguez (2002), quien evaluando genotipos de tomate en invernadero reporta valores en el primer ciclo 1999 – 2000, de 56 a 68 días después de la siembra DDS. Así mismo los resultados obtenidos por López (2003) coinciden, ya que este reporta una media de 70.6 DDS mostrando valores que van de 68 y 75.4 DDS.

Por otro lado, el racimo más precoz para iniciar la floración fue el primero con 26.5 DDT, mientras que el último fue el sexto con 64.1 DDT (Cuadro 4.2.)

En la interacción, los genotipos V7017, V.81, Abigail y 13622512, con su primer racimo, fueron iguales estadísticamente con los siguientes valores respectivamente, 24.8, 26.3, 27.5 y 27.6 DDT, mientras que la combinación que más demoró su apertura fue la formada por el genotipo 13622512 con el racimo seis, con un valor de 74.0 DDT (Cuadro 2A)

4.2. Floración final

En el análisis de varianza se detectó diferencia significativa para las fuentes de variación genotipos y racimos, no significativa para su interacción (Cuadro 1A); presentando la media de 54.42 DDT y un coeficiente de variación de 11.57.

Cuadro 4.1. Floración inicial y final de cuatro genotipos de tomate a través de racimos, evaluados bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2004.

Genotipo	Floración		Floración	
	Inicial*		Final	
13622512	49.77	a	60.08	a
ABIGAIL	43.91	b	53.02	b
V.81	41.16	c	50.11	c
V.7017	40.11	c	54.47	b

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

Cuadro 4.2. Floración inicial por racimo de cuatro genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL.2004.

Racimo	Floración Inicial*		Floración Final	
6	64.125	a	77.917	a
5	55.250	b	68.452	b
4	45.625	c	56.750	c
3	38.333	d	48.500	d
2	32.542	e	40.750	e
1	26.583	F	34.083	f

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

El genotipo más precoz fue V.81 con 50.1 DDT, mientras que el genotipo más tardío fue 13622512 con 60.08 DDT (Cuadro 4.1.)

Para esta variable, el primer racimo fue el más precoz para finalizar la floración con 34.0 DDT, mientras que el sexto racimo resultó más tardío con 77.9 DDT (Cuadro 4.2.). En la interacción, no se presentó diferencia significativa, obteniéndose una media de 54.42 DDT, con un coeficiente de variación de 37.64.

4.3. Numero de flores

Para esta variable, el análisis de varianza no encontró diferencia significativa (NS) en ninguna de las fuentes de variación evaluadas, presentándose una media de 6.04 flores, con un coeficiente de variación de 36.4 (cuadro 1A).

Las medias para genotipos, racimos y la interacción de estas fueron 6.04, 6.05 y 6.02 flores respectivamente, con coeficientes de variación de 4.9, 6.03 y 12.24 respectivamente.

Los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango mencionado por Chamarro (1999), que es de 3 a 10 flores por racimo.

4.4. Numero de flores abortadas

Para esta variable, el análisis de varianza no encontró diferencia significativa en ninguna de las fuentes de variación, presentando una media de 0.11 flores, con un coeficiente de variación de 416.6 (cuadro 1A).

Las medias para genotipos, racimos y la interacción respectivamente fueron 0.11, 0.108 y 0.158 flores abortadas, con un coeficientes de variación de 0.76, 0.87 y 2.49, respectivamente.

Para el amarre de fruto es indispensable polinizar artificialmente como mencionan Pressman *et al.* (1999) en su estudio comparando la eficacia de la polinización con abejorros (*Bombus vosnesenskii* Radoszkowsk) y el uso del vibrador eléctrico señala que para eficientar la polinización mediante el uso de una abeja eléctrica es necesario realizar la práctica diariamente para semejar al uso de abejorros; cabe señalar que la polinización se llevo a cabo mediante un vibrador eléctrico con buenos resultados, sin embargo, Zaidan y Avidan (1997) sugieren el uso de abejorros, para una mayor uniformidad en la polinización de la inflorescencia.

4.5. Rendimiento

Para esta variable el análisis de varianza presentó diferencia altamente significativa, en todas las fuentes de variación evaluadas, mostrando una media de 159.5 ton/ha y un coeficiente de variación de 14.51 (Cuadro 3A).

El genotipo que presentó mayor rendimiento fue V.7017 con 176.20 ton/ha, superior estadísticamente a los demás genotipos, los cuales entre sí, son similares y se comportaron de la siguiente manera: Abigail, V.81 y 13622512 con 155.6, 153.3 y 153.22 ton/ha, respectivamente. (Cuadro 4.3.).

Estos resultados no superaron a los obtenidos por Ríos (2003), quien obtuvo para los genotipos Abigail, 870, V.81, V.70 y 136225, rendimientos de 225.60, 214.22, 200.23, 197.77 tonha⁻¹, respectivamente. Los resultados obtenidos tampoco superaron a los reportados por López (2003) quien evaluando híbridos de tomate en condiciones de invernadero reporta un promedio de 190.4 ton ha⁻¹, sin embargo, los resultados obtenidos superan a los reportados por Rodríguez (2001) y Santos, (2002).

Cotter y Gómez (1981) mencionan que para una producción exitosa bajo invernadero se deben producir 100 ton/acre por año es decir 200 Ton/ha por año. En el presente trabajo el rendimiento promedio obtenido fue de 159.5 Ton ha⁻¹ en solo seis meses lo cual, si lo transformamos nos daría un rendimiento de 319 ton/ha/año, dichos los resultados están por encima de lo señalado por dichos autores. Es importante mencionar que las condiciones del invernadero en el que fue desarrollado el experimento no son las optimas para producir tomate, por esta razón dichos rendimientos está por debajo del potencial de 400 ton/ ha/ año obtenidos en otros estudios (Papadopoulus *et al.*, 1998; Baytorun *et al.*, 1999; Johnson *et al.*,1975; Romero, 1979). Lo anterior se debió a que las plantas se trasplantaron después de dos meses en charolas, también durante los meses de octubre y noviembre se presentaron bajas temperaturas que no fueron posible controlar en el invernadero (por falta de un sistema de calefacción). Esta situación causo estrés en la planta, con esto se comprueba que cualquier variación de los factores ambientales (temperatura, humedad relativa) ocasionan una disminución significativa en la calidad y en rendimiento.

4.6. Calidad del fruto

4.6.1. Peso de fruto

El análisis de varianza mostró diferencias significativas solo en la fuente de variación genotipos, más no se presentó diferencias para racimos y su interacción, presentando una media de 123.18 g. y un coeficiente de variación de 17.43 (Cuadro 4A). El mejor genotipo estadísticamente fue Abigail con 152.6 g mientras que los de menor peso fueron V.7017 y V.81 con 114.0 y 107.4 g respectivamente (Cuadro 4.4.).

Las medias para racimos y la interacción fueron 122.23 y 122.23 g con coeficientes de variación de 27.1 y 54.88 respectivamente

Los resultados obtenidos en este experimento, son similares, con los reportados por Hernández (2003) ya que para el genotipo Abigail presenta un peso promedio de 146.8 g para los genotipos V. 7017 y V.81, reporta un peso de 120.2 y 104.7 g.

Cuadro 4.3. Rendimiento en ton/ha en genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2004.

Genotipo	Rendimiento t/ha*
V.7017	176.2 a
ABIGAIL	155.2 b
V.81	153.4 c
13622512	153.2 c

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

4.6.2. Diámetro polar

El análisis de varianza mostró diferencias significativas únicamente para genotipos, no así para racimos ni su interacción en ambas variables, presentando una media de 62.48 mm y un coeficiente de variación de 8.8 (Cuadro 4A).

El mejor genotipo estadísticamente que presentó el mayor diámetro fue V.7017 con 66.8 mm, mientras que el genotipo de menor diámetro fue Abigail con 54.8 mm (Cuadro 4.4.). Para racimos y la interacción las medias fueron las siguientes: 62.70 y 62.70 mm, con un coeficiente de variación de 19.39 y 38.92, respectivamente.

Para esta variable Hernández (2003) reporta un diámetro polar para V.70 y Abigail de 48.9 y 39 mm, respectivamente, lo cual no concuerda con lo obtenido en el presente trabajo de investigación, ya que dichos resultados fueron superados con una diferencia con 17.9 y 15.8 mm de diámetro respectivamente.

Cuadro 4.4.. Variables de calidad de 4 genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera UAAAN-UL 2004.

Genotipo	Peso (g)	Diámetro Polar (mm)	Diámetro Ecuatorial (mm)	°BRIX	Espesor Pulpa
ABIGAIL	152.6 a	54.8 d	66.7 a	7.0 b	8.9 a
13622512	114.8 b	62.4 c	56.9 b	6.9 b	7.4 b
V.7017	114.0 c	66.8 a	55.0 c	7.1 a	8.6 a
V.81	107.4 c	66.6 b	55.3 c	6.8 b	8.1 ab

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

4.6.3. Diámetro ecuatorial

El análisis de varianza mostró diferencias significativas únicamente para genotipos, no presentó diferencias significativas para las fuentes de variación racimos ni su interacción, presentando una media de 58.78 mm y un coeficiente de variación de 9.41 (Cuadro 4A)

El mejor genotipo estadísticamente fue Abigail con 66.7 mm, mientras que los genotipos de menor diámetro ecuatorial fueron V.7017 y V.81 con 55.0 y 55.3 mm, respectivamente (Cuadro 4.4.). Las medias para el racimo y su interacción son los siguientes valores 58.52 y 58.53 mm con un coeficientes de variación de 18.7 y 37.62 respectivamente.

Los resultados mostrados en esta investigación no superaron a los obtenidos por Ríos (2003) quien evaluando genotipos de tomate en condiciones de invernadero reporta una media

de 7 cm, mientras que López (2003), evaluando 7 genotipos en invernadero reporta una media de 6.6 cm de diámetro para esta variable.

Estos resultados casi son similares en el orden como se presentaron los genotipos sin embargo los superan en el valor mostrado, si superan a los reportados por Hernández (2003) ya que el valor que reporta para Abigail, V.7017 y V.81 fueron de 55.5, 48.9 y 43.5 mm, respectivamente inferiores a los obtenidos.

4.6.4. Grados Brix

El análisis de varianza mostró diferencias significativas en las fuentes de variación genotipos y la interacción, y no significativo para racimos; se presentó una media de 7.0 grados Brix y un coeficiente de variación de 5.39 (Cuadro 4A)

El mejor genotipo estadísticamente fue V.7017 con 7.1 grados Brix, mientras que el segundo grupo estadístico, se conformó por los tres genotipos restantes (Cuadro 4.4.). la interacción detectó cuatro grupos estadísticos, obteniéndose una media para el mejor de 7.3, conformado por los genotipos V.7017, 13632512, V.7017, 13622512 y V.7017, con los racimos 5,3,4,2 y 1, respectivamente (Cuadro 5A). El valor de la media para el racimo fue de 6.9 grados Brix, con un coeficiente de variación de 6.48.

Los resultados obtenidos en este experimento para esta variable superan a los mencionados por Hernández (2003) quien reporta para los genotipos: V.70, Abigail 870, 136225 y V. 81 con 3.86, 3.62, 3.39 y 4.06 grados Brix respectivamente.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo que mencionan Osuna (1983), para tener un fruto de calidad es necesario que tenga un valor de 4 o mayor cantidad de grados Brix, lo que demuestra que los frutos obtenidos en los genotipos son de buena calidad. De acuerdo con Díez (1999) en este experimento todos los genotipos presentaron una buena calidad ya que dicho autor menciona que los tomates para procesado y consumo en fresco deben contar con un contenido de sólidos solubles que oscile entre 4.5 y 5.5 °brix.

4.6.5. Espesor de pulpa

El análisis de varianza encontró diferencias significativas para genotipos y racimos, y no significativo para la interacción; presento una media de 8.34 mm y un coeficiente de variación de 15.24 (Cuadro 4A)

El primer grupo estadístico presentado fue conformado por los genotipos Abigail, V.7017 y V.81, con espesores de 8.9, 8.6 y 8.1mm, respectivamente (Cuadro 4.4.). En racimos se presentaron cuatro grupos estadísticos, siendo los racimos dos, uno y tres, el primer grupo, con espesores de 9.2, 8.9 y 8.6 mm, respectivamente (Cuadro 5). Para la interacción presentó una media de 8.2 mm, con un coeficiente de variación de 14.21.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo superaron a los obtenidos por Hernández (2003) para los genotipo Abigail y V.7017, con valores de 8.3 y 8.5 mm de espesor de pulpa.

Cuadro 4.5. Espesor de pulpa por racimo de cuatro genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2004.

Racimos	E. Pulpa
1	8.9 a
2	9.2 a
3	8.6 ab
4	8.1 bc
5	7.5 cd
6	7.2 d

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

4.7. Color y forma de fruto

El color del fruto al momento de la cosecha se presentó desde el color naranja hasta diferentes tonalidades de rojo, (rojo claro a rojo oscuro).

El color interno de los genotipos fue igual para todos, siendo éste el 41C; por otro lado, el color externo mas frecuente fue el 40C (Cuadro 4.6).

Para la forma del fruto se utilizó el formato técnico de la comercializadora de semillas Hazera (1999); de los híbridos evaluados el único híbrido diferente fue Abigail (Cuadro 4.6).

4.8. Numero de lóculos

En esta variable únicamente el genotipo Abigail presentó tres lóculos, mientras que el resto de los genotipos que son V.7017, V. 81 y 13622512 presentaron únicamente dos lóculos (Cuadro 4.6.).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son similares, a los presentados por Hernández (2003), al evaluar Abigail, V. 81 y 136225 reporta los siguientes números de lóculos 3.3, 2.7 y 2.3, respectivamente.

Cuadro 4.6. Variables cualitativas del fruto de cuatro genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL 2004.

Genotipo	Forma de fruto	Hombros	Número de lóculos	Color externo	Color interno
V.7017	1	U	2	41 A	41 C
ABIGAIL	3	U	3	40 A	41 C
V.81	1	U	2	40 A	41 C
13622512	1	U	2	40 A	41 C

U = Maduración Uniforme G = Hombros Verdes (V+) LG = Hombros Verdes Claro (Vg)

4.9. Relación altura con genotipos

El comportamiento que guardan cada uno de los genotipos en función de altura fue evaluado por medio de una regresión simple (Cuadro 4.7) y posteriormente las ecuaciones obtenidas de los cuatro genotipos fueron comparadas entre sí, para determinar diferencias o similitudes entre éstos, dando lugar a seis comparaciones, las cuales se realizaron por parejas entre los cuatro genotipos, dando lugar a 6 comparaciones, las cuales fueron las siguientes: V.7017 con Abigail, V.81 y 13622512; Abigail con V.81 y 13622512; y V.81 con 13622512.

Cuadro 4.7. Ecuaciones de regresión en función de la altura para cuatro genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL. 2003

Genotipo	Ecuación	r^2
V.7017	$y = -2.5667 + 1.9399x$	0.9755
Abigail	$y = 4.9684 + 1.7381x$	0.9745
V.81	$y = 9.0891 + 1.5694x$	0.9680
13622512	$y = 7.2856 + 1.4931x$	0.9646

Cinco de las seis combinaciones evaluadas presentaron diferencias significativas o altamente significativas, para el intercepto (x_2) y la pendiente (x_3), es decir, que tanto el intercepto como la pendiente son diferentes, es decir, no tienen ninguna similitud en estas comparaciones (Cuadro 4.8).

Cuadro 4.8 Componentes del modelo de regresión para la comparación de cuatro genotipos de tomate evaluados bajo invernadero 2003 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2004.

Relaciones	r^2	x_1	x_2	x_3
V.7017 vs Abigail	0.97	1.9125 **	4.9684 NS	-0.1753 **
V.7017 vs V.81	0.99	1.9125 **	9.0891 **	-0.3440 **
V.7017 vs 13622512	0.99	1.9135 **	7.2856 *	-0.4203 **
Abigail vs V.81	0.99	1.7893 **	9.0891 **	-0.2198 **
Abigail vs 13622512	0.99	1.7893 **	7.2856 *	-0.2962 **
V.81 vs 13622512	0.99	1.6630 **	7.2856 *	-0.1699 **

Solo la combinación entre los genotipos V.7017 y Abigail, muestra diferencias no significativas x_2 , es decir que ambos genotipos tienen el mismo intercepto, sin embargo, la significancia de x_3 , indica que ambos parten del mismo intercepto pero con pendientes diferentes; por consiguiente podemos afirmar que no se trata de una sola línea (Figura 4.1).

En términos prácticos estamos en presencia de dos genotipos que inician con la misma intensidad, pero posteriormente empiezan diferenciarse en el desarrollo, destacando el genotipo V.7017, mientras que el genotipo Abigail se rezaga un poco.

Las ecuaciones de regresión para los genotipos V.7017 y Abigail se muestran en la Figura 4.1, las cuales indican que por cada día de crecimiento de la planta, la altura aumentará 1.93 y 1.76 cm, respectivamente, para los genotipo V.7017 y Abigail.

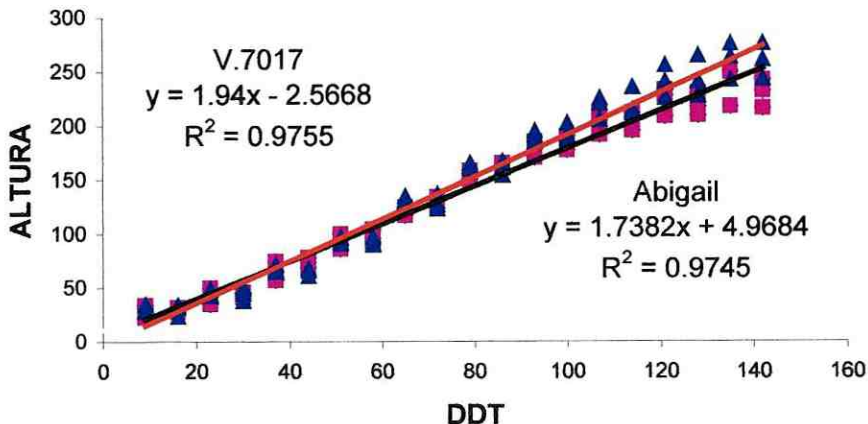


Figura 4.1 . Comparación de dos rectas de regresión de los genotipos V 7017 y Abigail evaluados bajo condiciones de invernadero se puede observar que tienen mismo intercepto y además tienen diferente pendiente.

V CONCLUSIONES

Existen diferencias significativas en todas las fuentes de variación, para las variables de inicio y final de floración y rendimiento.

Para las variables de calidad de fruto, existen diferencias significativas, únicamente entre los híbridos, en peso de fruto, diámetro polar y diámetro ecuatorial; en cuanto al contenido de sólidos solubles y espesor de pulpa se presentó diferencia significativa para genotipos y la interacción.

Para la variable color del fruto en la coloración interna, fue totalmente igual para todos los genotipos, siendo este el 41 C (rojo claro – rosita). Para el color externo, el más frecuente fue 40C (rojo). En la variable forma de fruto, el genotipo Abigail mostró una forma achatada (bola) y presentando tres lóculos, mientras que el resto de los genotipos presentó forma tipo saladette y con dos lóculos.

El genotipo de mayor rendimiento fue V 7017 con 176.20 ton / ha, en un periodo de seis meses; éste mismo híbrido fue el más precoz, ya que inicio su floración a los 40.1 días después de trasplante, así mismo registró un contenido de sólidos solubles de 7.1 grados Brix. El segundo genotipo de mayor rendimiento fue Abigail con 155.6 ton/ha. Ambos híbridos presentaron una excelente adaptación de desarrollo bajo condiciones de invernadero durante en el ciclo otoño – invierno.

Con lo antes expuesto, es posible determinar que los híbridos V 7017 y Abigail son los que presentaron mejores características de rendimiento, precocidad y adaptación para ser explotados bajo abrigo, durante el ciclo otoño – invierno, cumpliéndose con esto el objetivo del presente proyecto.

VI RESUMEN

La producción de tomate en época de escasez otoño – invierno en la comarca lagunera, bajo invernadero con sistema de fertirrigación y utilizando como sustrato arena, permite que las plantas se desarrollen con mayor vigor, incrementando su rendimiento, precocidad, calidad y un mínimo de incidencia de plagas.

Durante el período de otoño – invierno del 2002 – 2003, se estableció un experimento de tomate en invernadero semicilíndrico, con estructura metálica, cubierta de plástico transparente y sistema de fertirrigación, con el objetivo de seleccionar los híbridos con altos rendimiento, calidad de fruto y su adaptación en la región de la Comarca Lagunera. Se evaluaron cuatro genotipos de crecimiento indeterminado, con características de larga vida de anaquel. El trasplante se realizó el día 6 de Septiembre en macetas de poliestireno de 25 kg., usando como sustrato arena de río que fue previamente desinfectada y lavada, se instalaron a doble hilera, con un arreglo de tres bolillo espaciados a 30 cm entre plantas y a 150 cm entre pasillos. El diseño experimental, fue bloques al azar, con 3 repeticiones y la unidad experimental con 9 plantas por genotipo, con una superficie sembrada de 250 metros cuadrados.

En la variable inicio y final de floración se detectó diferencia significativa en todas las fuentes de variación, en número de flores y abortadas no hubo diferencia significativa en ninguna de las fuentes de variación. V 7017 obtuvo un rendimiento de 176.20 ton/ha, con inicio de floración de 40.1 día después de trasplante con 7.1 grados brix. El análisis de varianza mostró diferencias significativas solo en la fuente de variación genotipos en las variables de calidad: peso de fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, Para grados brix hubo diferencia significativa para genotipos y su interacción y para espesor de pulpa mostró diferencia para genotipos y racimos. El genotipo de mayor rendimiento fue V 7017; éste mismo híbrido fue el más precoz, ya que inicio su floración a los 40.1 días después de trasplante, así mismo registró un contenido de sólidos solubles de 7.1 grados El segundo genotipo de buen rendimiento fue Abigail con 155.6 ton / ha.

VII LITERATURA CITADA

- Adams, P. 1994. Some effects of the environment on the nutrition of greenhouse tomatoes. *Acta hort.* 366: 405 – 416.
- Aguilar A., C. P. 2002. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis de licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila, México. 36 p.
- Alpi, A. y F. Tognoni. 1999. Cultivo en invernadero. 3ª ed. ediciones Mundi, prensa Madrid., México pp. 76-77.
- Alvarado R. B. 2001. El manejo integrado de plagas del tomate en México. *En: Curso del INCAPA. "Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa".* Guadalajara, Jalisco, México. Pp. 1-16.
- Anderlini, R. 1996. El cultivo de Tomate. 3ª ed. Ediciones Mundi-Prensa, México.
- Asaf, A. 1990. Fertigation in greenhouses on sand dunes. *Proceedings 5th International Conference on Irrigation*, Tel Aviv, Israel. pp 79-87.
- Atherton, J.G. y J. Rudich 1986. Flowering, pp. 167-200. *En: Atherton J.G. y J. Rudich (ed. The tomato crop.* University Press, Cambridge.
- Avidan, A. 1998. Fertigation in vegetables. *Gan, Sade ve –Meshek June 1998:pp. 25-48.*
- Ávila, G., M. R., P. Cano R., U. Nava C. y E. López R. 2000. Identificación de las especies de moscas blancas presentes en la Región Lagunera, p. 669-674 *In: Memorias del XXXV Congreso Nacional de Entomología.* Sociedad Mexicana de Entomología. Acapulco, Gro.
- Baytorun, A. N., S.Topcu , K. Abak y Y. Dasgan, 1999. Growth and production of tomatoes in greenhouses at different temperature levels. *Univ. Cokurova, Depto Agri-Engn/Adanal. Turkey.* 64(1). pp. 33-39
- Blancard, D. 2000. Enfermedades del tomate. Observar, identificar, luchar. Versión Española de A. Peña I. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Belda, J. E. y J. Lastre. 1999. Reglamento Especifico de Producción Integrada de Tomate Bajo Abrigo: Resumen de aspectos importantes. pp.1-9. *Laboratorio y Departamento de Sanidad Vegetal de Almería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.*
- 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.
- Bretones, C. F.1995. Producción Hortícola Bajo Invernadero. Syposium internacional sobre tecnologías Agrícolas con plásticos. Guanajuato, Méx. Pp. 9-23.
- Burgueño, C. H. 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero, Diapositivas 102-104. *En: Memorias del 1^{er} Simposio Nacional de Técnicas Modernas en Producción de*

- Tomate, Papa y otras Solanáceas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Burgueño H., F. Uribe y M. Valenzuela. 2002. Extracción de nutrientes por los cultivos de tomate y bell pepper en el valle de Culiacán, Sinaloa, México. *En: Memorias del 2º Simposio Nacional de Horticultura*. Saltillo, Coahuila, México.
- Cadahia, L., C. 1996. Fertilización. pp.169-186. *En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate*. Editorial Mundi-Prensa México.
- Cadahia L. C. 1998. Fertirrigación. Cultivos hortícolas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 65-69.
- 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.
- Caro M. P. 2001. Manejo de plagas del cultivo del chile. *In: Curso del INCAPA "Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa"*. Guadalajara, Jalisco, México. Pp. 40-44
- Chamarro, L. J. 1999. Anatomía y fisiología de la planta, pp. 43-87. *En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate*. Editorial Mundi-Prensa México.
- CNA, 2002. Gerencia regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila.
- Cotter, D.J., and R.E. Gómez, 1981. Cooperative extension service. 400 H11 pp. 4. U. New Mexico, U.S.A.
- Cruz, A. M. 1997. " La Producción Distal del fruto de Tomate" Tierra Adentro HORTALIZAS. 1997 pp 22-25 INIA Quilamapu.
- Delgadillo, S. F. Y Álvarez, Z. R. 2003. Enfermedades del jitomate y pimiento en invernadero. Pp. 175-191. *En: Castellanos, J. Z.; Muñoz, R. J. J. (Ed.) Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero*. Celaya, Guanajuato, México.
- Diez, J. M. 1999. Tipos varietales. Pp. 95-129. *En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate*. Editorial Mundi-Prensa México.
- Edmond J. E. y F. Andrews S. 1984. Principios de Horticultura. Séptima edición. Editorial Continental. México. Pp 487-492. *En: "El cultivo del tomate"*. Ediciones y Promociones LAV, S. L. Valencia.
- Egea, C., R. Madrid, A. Alarcón L., J. Albuquerque y A. Guillén 1999. Consumo de NPK en cultivo de tomate en dos sustratos diferentes con rec lixiviados en cultivo sin suelo. Dpto. Química Agrícola, Geología y Edafología Univ. Murcia.30071 Espinardo (Murcia). Spain. VI Congreso Hispano-Luso De Fisiología Vegetal. Sep- 1999 p 1-34.

- El Siglo de Torreón. 2004. Resumen económico anual de la comarca Lagunera. Edición Especial. Torreón, Coahuila, Jueves 1 de Enero de 2004. p.38.
- Espinosa Z., C.; A. Álvarez S.; J. Muñoz R.; V. M. Castro R.; J. López H. Y P. Cano R. 2002. Comportamiento de híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero en Durango, México. 368 p. XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Saltillo, Coah. Méx.
- Esquinas, A. J. y F. V. Nuez 1999. Situación Taxonómica, Domesticación y Difusión del Tomate, pp: 13-23. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- FAO. 2000. [http:// WWW. Fao.org](http://WWW.Fao.org).
- Fonseca, E. 1999. Costos de la producción hidropónica de tomate. Pp. 399-408. 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.
- Geisenberg, C. and k. Stewart. 1986. Field crop maqnagement. In: Athertothon, J. G. , j. Rudich, (ed.) The tomato crop. Chapman and Hall.London: pp 241-280.
- Gispert, G. M. del C. 1987. Influencia Del Riego en la Fluctuación Poblacional del Acaro del Tomate (*Aculops lycopersici* Masse).Tesis de Maestría Colegio de Postgraduados. Centro de Entomología y Acarología. Chapingo mex.
- González, R. A. 1967. Efectos de diferentes sistemas de podas, sobre rendimiento y calidad del fruto del tomate. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Nacional de agricultura. Chapingo. México.
- Hance, T.; Van Impe,G.; Lebrun, P.; Nihoul,P.; Benoit, F.; Cuesterman, N. 1991. Las Plagas. En F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp.385-467.
- Hernández S., I. A. 2003. Evaluación de rendimiento y calidad de 18 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill.) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Pp. 15-18.
- Horward, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel. pp. 163-171. (2vi) Wener. Hazera LTD. 1166pp. Brurin Israel.
- Hoyos, P. 2003. parámetros de calidad de plántulas hortícolas. Pp. 53-96. En: II Jornada sobre semillas y semilleros. Congreso y Jornadas. Juntas de Andalucía- Consejería y pesca, Sevilla España.
- Hunziker, A. T. 1979. South America Solanaceae: a aynoptic survey. In: Hawker, J. G.; Lester, R. N.; Skidding, A.D. (Eds.) The Biology and taxonomy of the Solanaceae. Academic Press, New York& London: 4985.

- Infoagro, 2002. "<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>. del cultivo de tomate de primavera en invernadero. Fuente: Documentos Técnicos Agrícolas. Estación Experimental "Las Palmerillas". Caja Rural de Almería.
- Infoagro. 2001. HYPERLINK "<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>. del cultivo de tomate de primavera en invernadero. Fuente: Documentos Técnicos Agrícolas. Estación Experimental "Las Palmerillas". Caja Rural de Almería.
- 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
- Johnson, H. Jr. y C.R. Rock . 1975. Extensión Vegetable Specialist, University of California, Riverside. greenhouse tomatoes production. Division of Agricultural Sciences printed December 1975.
- Jones, P. J. 2001. Enfermedades Infecciosas. Pp. 13-14 *En*: Plagas y Enfermedades del Tomate. The American Phytopathological Society (Ed.) Ediciones Mundi-Prensa. México.
- Lacasa, A. y J. Contreras. 2001. Las plagas, pp. 387-463. *En*: F. Nuez (Ed.) El Lomelí, Z. H. 1999. Agricultura. Hidroponía, ventajas y beneficios comerciales. Edición número 60. Ocotlan, Jalisco, México.
- Lomelí, Z. H. 1999. Agricultura. Hidroponía, ventajas y beneficios comerciales. Edición número 60. Ocotlan, Jalisco, México
- López E., J. I. 2003 Producción de siete híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en otoño invierno del 2001- 2002 en la comarca lagunera. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón, Coah. Méx.
- Lupin, M., H. Magen and Z. Gambash. 1996. Preparation of solid fertilizer based solution fertilizers under "grass root" field conditions. *Fertiliser News, The Fertilizer Association of India (FAI)*, 41:69-72.
- Maroto, B. J. 1995. Horticultura herbácea espectral. Cuarta ed. Editorial Mundiprensa. Madrid, España. Pp.355-399.I.
- Martínez, C. E. y L. M. García. 1993. "Cultivos Sin Suelo, Hortalizas En Clima Mediterráneo". Compendio de Horticultura 3 ED. De Horticultura, S.L. Sustrato.
- Maynard, N. D. 2001. Enfermedades nutricionales. Pp.60-63. *En*: Plagas y Enfermedades del Tomate. The American Phytopathological Society (Ed.) Ediciones Mundi-Prensa. México
- Mendoza, Z. C. 1999. "Enfermedades Fungosas de Hortalizas y Fresas". *En* : Anaya R. S. (Ed.). Hortalizas plagas y enfermedades. Ed Trillas. México. Pp 25-35.

- Mexicano H. J., R. Alonso V., J. Ramírez M. y A. Benavides. 1999. Efecto de fuentes de nitrógeno y hierro del tomate en hidroponía. Memorias del VII Congreso de Horticultura. Manzanillo, Colima, México. P.113.
- Moreno I. T. 2002. Cultivo de hortalizas sin suelo. Instituto nacional de empleo centro de formación profesional ocupacional de horticultura. C/Remata s/n - CP. 04407/ Almería, España. Telefax: (34) 950244833. morenote@Wanadoo.es 127.
- Muñoz R. J. De J. 2003. El cultivo de tomate en invernadero. Pp. 229-230. En: Muñoz y Castellanos (Ed) Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA 2003.
- Navarro G. M. 2002. Nutrición Vegetal Balanceada y riego por goteo en cultivos hortícolas. En: Memorias del segundo Simposio Nacional de Horticultura. Saltillo, Coahuila, México. 7 -11 de octubre.
- Nelson, V. R. 1994. Intensificación y conducción del cultivo de tomate. En: 2º Congreso Internacional de Nuevas Tecnologías Agrícolas. Nayarit, México. pp. 155-159.
- Nonnecke, I. L. 1989. Vegetable production. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Nuez, V., F. 2001. Desarrollo de nuevos cultivares. Pp 626-669. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del tomate, Editorial Mundi-Prensa, México.
- Núñez, E. R. 1988 Producción de Hortalizas en invernaderos. AGT. Editor. México 67, 68.
- Osuna, G. A. 1983. Resultados de la investigación Tomates para uso industrial en el edo de Morelos, 1980- 1982., SarH. INIA, CITAMC CAEZ. México.
- Palacios, G. M. de la L.. 1990. Tesis "Efecto del Regulador Biozime en Tomate en la Comarca Lagunera". Torreón Coah. Pag. 14.
- Papadopoulos, A. P. and S. Pararajasingham. 1998. Effects of controlling pH with hydrochloric acid on the growth, yield, and fruit quality of greenhouse tomato grown by nutrient film technique. Hort Technology. 8(2). pp. 193-198.
- Paulus O., A. y C. Correll J.. 2001 Enfermedades no Infecciosas. Pp. 18-19. En: Plagas y Enfermedades del Tomate. The American Phytopathological Society (Ed.) Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp. 18-19
- Pilatti, R.A. y Bouzo C.A. 2000. Efecto del bajado de plantas sobre la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum mill.*) cultivado en invernadero Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. Vol. 15 (1-2), 2000.

- Pimpini, F. 1987. The effect of protective structures and of pinching on the earliness of table tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in the greenhouse. Università di Padova. Padua, Italy. In *Colture Protette*. 16: Pp. 63-73.
- Pressman, E., R. Shaked, K. Rosenfeld y A. Hefetz, 1999. A comparative study of the efficiency of bumble bees and an electric bee in pollinating unheated greenhouse tomatoes. *Journal of Horticultural Science Biotechnology*. 74(1). pp. 101-104
- Resh H.M. 1997. Cultivos hidroponicos. 4ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España. pp 275,279,425-471.
- Ríos, O. V. M. 2003. Identificación y control de plagas y enfermedades en tomate, bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila.
- Robledo, T. 1981 Producción de hortalizas en invernadero. FAZ – UNED .pp 47, 48.
- Romero, R. Arad. T. y Soria 1979 Univ. Murcia.30071 Espinardo (Murcia). Spain. VI Congreso Hispano-Luso De Fisiología Vegetal. Sep- 1999 p 1-34
- 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.
- Rodríguez, G. R.; C. Jasso ,D. y Martínez D. 1996. Efecto de Dosis de Hidrogel en el rendimiento de tomate bajo riego.pp. 85-97. Agraria. Vol. 12 Núm. 2 UAAAN Buena Vista Saltillo, Coah. Méx.
- Rodríguez D., N. 2002. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en otoño- invierno en la Comarca Lagunera. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila.
- Ruiz R. J. D. 2002. Poda en hortalizas. Apuntes de producción de hortalizas II. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Unidad Laguna. Torreón, Coahuila. México.
- Sade, A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Rejovot, Israel. p.143.
- Sanchez, C. M. A. 1999. Enfermedades del tomate,, enfermedades de las hortalizas, Ramírez, UAS, México.
- Sánchez, Del C. F y R. Vázquez J.C.. 2000. Doseles Escaliformes Para la Producción de Jitomate en Ambientes No Restrictivos:. pp,181, Memoria. XVIII Congreso Nacional de Fitotecnia Irapuato, Gto. Méx.
- Santiago N., J. 1995. evaluación de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en condiciones de invernadero, criterios fenológicos y fisiológicos. Tesis, Buena Vista Saltillo, Coah. Méx.
- Santos, C. J. 2002. Rendimiento y calidad de tres híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero con fretirrigación. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila. México 67p.

- Sanz, M. A, A. Blanco, E. Monge y J. Val.J. 2001. Caracterización de la Deficiencia de Calcio en la Planta de Tomate Utilizando Parámetros Fisiológicos. ITEA Vol. 97 N° 1 pag. 26-38.
- SAGARPA. 2000. Resumen Agrícola Región Lagunera. Delegación en la Región Lagunera, Sub-delegación de Planeación y Desarrollo Rural. Torreón.
- SAGARPA. 2001. Resumen Agrícola Región Lagunera. Delegación en la Región Lagunera, Sub-delegación de Planeación y Desarrollo Rural. Torreón, Coahuila
- SAS. 1998. Statistical Analysis System (SAS). Version 6.12. Edition Cary N. C. USA.
- Scott, W. J. 2001. Enfermedades causadas por virus, p. 31 *En: The American Phytopathological Society (Ed.). Plagas y Enfermedades del Tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México.*
- Schuster, D. J. 2001. Plagas. Pp.53-55. *En: Plagas y Enfermedades del Tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp.53-55.*
- Serrano, C. Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernaderos. Editorial Aedos. Imprenta Juvenil S.A. Barcelona ,España.
- Stevenson R. W. 2001 Enfermedades Infecciosas. Pp. 17-18. *En: Plagas y Enfermedades del Tomate. The American Phytopathological Society (Ed.) Edic. Mundi-Prensa. México.*
- Wittwer, S. y Honma, S. 1979. Greenhouse tomatoes, lettuce and cucumbers. Michigan State University Press. EUA. Pp. 225
- Williams, D.E. 1990. A review of sources for the study of nahuatl plant classification. *Adv. Econ. Bot.* 8. pp. 249-270.
- Winspear, K.W., Postlethwaite, J.D., Cotton, R.F. 1970. The restriction of Cladosporiu and Botrytis cinerea, attacking glasshouse tomatoes by automatic humidity control. *Ann. Appl. Biol.* 65:75-83.
- Wolk, J. O. Krechman D. W. and OrtegaD. G. Jr. 1985. Response of tomato to defoliation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108(4): E. U. A. Pp. 536-540
- Zaidan, O. y Avidan A 1997. CINDACO. Curso Internacional de hortalizas. Shefayim, Israel.

VIII APÉNDICE

Cuadro 1A. Variables florales de 4 genotipos de tomate en invernadero UAAAN-UL

FV	Floración Inicial	Floración Final	Numero de Flores	Flores Abortadas
GENO	675.32 **	630.96 **	12.99 NS	1.12 NS
RACIMO	4802.72 **	6683.70 **	4.39 NS	1.22 NS
GEN*RAC	46.58 **	62.79 NS	3.32 NS	0.68 NS
r ²	0.93	0.89	0.32	0.25
Media	43.74	54.42	6.04	0.11
C.V.	9.47	11.57	36.46	416.61

*,** = Significativo al 5% y 1%, respectivamente.

NS = No significativo

Cuadro 2A. Floración inicial en la interacción de genotipos por racimo de 4 genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL

Genotipo	Racimo	Floración inicial*
13622512	6	74 a
ABIGAIL	6	66 b
13622512	5	65.3 bc
V81	6	61 c
V7017	6	55.5 d
ABIGAIL	5	54.3 de
13622512	4	52 de
V81	5	51.5 de
V7017	5	49.8 ef
ABIGAIL	4	45.5 fg
13622512	3	43.1 g
V7017	4	43 gh
V81	4	42 gh
ABIGAIL	3	38.3 hi
V7017	3	36.5 ij
1362512	2	36.5 ij
V81	3	35.3 ijk
ABIGAIL	2	31.8 jkl
V7017	2	31 klm
V81	2	30.8 klm
13622512	1	27.6 lmn
ABIGAIL	1	27.3 lmn
V81	1	26.3 mn
V7017	1	24.8 n

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

Cuadro 3A. Análisis de varianza de rendimiento total de cuatro genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL

	FV	GL	SC	CM	FV	Pr>F
GENO		3	8975.537	2991.845	5.59	0.0015**
REP		2	5555.024	2777.512	5.19	0.0075**
GEN*REP		6	14557.479	2426.246	4.53	0.0005**
r ²		0.39				
C.V.		14.50				
MEDIA		159.50				

*,** = Significativo al 5% y 1%, respectivamente.

Cuadro 4A Fuentes de variación para variables cualitativas de cuatro genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL

FV	Peso	Diámetro polar	Diámetro ecuatorial	Grados Brix	Espesor pulpa
REP	109.79 NS	460.33 **	44.95 NS	0.27 NS	2.76 NS
GENO	15506.44 **	1161.59 **	1144.70 **	0.61**	15.07**
RACIMO	834.12 NS	19.87 NS	56.93 NS	0.27 NS	13.79 **
GEN*RACIMO	503.76 NS	17.35 NS	17.93 NS	0.32 **	1.83 NS
R2	0.52	0.58	0.53	0.34	0.44
CV	17.43	8.80	9.41	5.39	15.24
MEDIA	123.18	62.48	58.78	7.0	8.34

*,** = Significativo al 5% y 1%, respectivamente.

NS = No significativo

Cuadro 5A. Grados Brix para la interacción entre genotipos y racimos de cuatro genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL

GENOTIPO	RACIMO	Grados Brix
V7017	5	7.55 a
13622512	3	7.41 ab
V7017	4	7.30 ab
13622512	2	7.21 ab
V7017	1	7.15 abc
V.81	4	7.13 bc
V7017	3	7.11 bc
V81	3	7.10 bc
ABIGAIL	5	7.10 bc
ABIGAIL	4	7.10 bc
ABIGAIL	2	7.07 bc
V7017	6	7.06 bc
V81	6	7.02 bcd
ABIGAIL	3	6.98 cd
V7017	2	6.93 cd
ABIGAIL	1	6.92 cd
13622512	1	6.90 cd
13622512	4	6.90 cd
ABIGAIL	6	6.84 cd
V81	2	6.76 cd
V81	1	6.63 d
13622512	6	6.62 d
V81	5	6.59 d
13622512	5	6.58 d

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