

PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill)
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN OTOÑO-
INVIERNO EN LA COMARCA LAGUNERA

NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN
PRODUCCIÓN AGRONÓMICA



Universidad Autónoma Agraria "AntonioNarro"
Unidad Laguna - Subdirección de Postgrado
Torreón Coahuila, marzo de 2002.

**PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill)
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN OTOÑO - INVIERNO EN
LA COMARCA LAGUNERA**

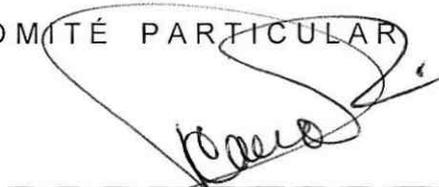
NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA COMO
REQUISITO PARCIAL, PARA OPTAR EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN PRODUCCIÓN AGRONÓMICA**

COMITÉ PARTICULAR

ASESOR PRINCIPAL:



DR. PEDRO CANO RIOS

ASESOR:



DR. J. FRANCISCO CHÁVEZ GONZÁLEZ

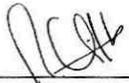
ASESOR:

DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ

ASESOR:



DR. ARTURO PALOMO GIL



DR. RAÚL VILLEGAS VIZCAINO
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE POSTGRADO

DR. RAMIRO LÓPEZ TRUJILLO
SUBDIRECTOR DE POSTGRADO

TORREÓN, COAH. MARZO DE 2002

AGRADECIMIENTOS

A mí “Alma Terra Mater”, que por segunda ocasión me ha brindado la oportunidad de escalar un peldaño más en mi formación profesional.

De manera muy especial a mí gran maestro Ph.D. Pedro Cano Ríos, por todo el apoyo y paciencia brindado, el cual hizo posible realizar estos estudios.

A mi comité particular de asesoría por su invaluable apoyo en la realización de este documento.

A las autoridades del INIFAP, por haberme permitido realizar este trabajo dentro de sus instalaciones.

A los señores: Gerardo Palacios Vásquez, Rubén Ramos Zamarripa, J. Dolores Monsivais y Samuel Veles, por su amistad y ayuda para la realización de este trabajo.

A mis compañeros y amigos Francisco Lucero, Sergio Alvarado Mata, Marcia Martínez Esther Peña Revueltas y Dolores López Magaña.

A todos los maestros que de alguna manera contribuyeron en mi formación académica, quienes con su amplia experiencia y conocimientos facilitaron la culminación de este trabajo de experimento. A todos ellos, gracias por los conocimientos compartidos.

DEDICATORIAS

A la memoria de mi madre, quien me apoyó en todas las actividades que he emprendido e hizo posible terminar mi maestría, quien ha sido mi mayor ejemplo y motivo de superación en mi vida.

A mis hijos: Carlos Ivan, Samantha y Sarai Mata Rodríguez porque gracias al amor y paciencia que me brindaron me dieron motivos de seguir adelante.

A mi esposo Antonio Mata Maravilla, por su apoyo y comprensión en todo momento durante la realización de mis estudios.

A mis hermanas: Lilia, Socorro y María Idalia, quienes siempre han estado cerca de mí.

A todos aquellos que influyeron para que culminaré ésta etapa, mi más profundo respeto y agradecimiento.

COMPENDIO

PRODUCCION DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN OTOÑO- INVIERNO EN LA COMARCA LAGUNERA

POR
NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

MAESTRIA EN CIENCIAS
PRODUCCIÓN AGRONOMICA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO UNIDAD LAGUNA
TORREÓN, COAHUILA, MARZO DEL 2002.

Dr. PEDRO CANO RIOS. – Asesor

Palabras claves: *Lycopersicon esculentum* Mill, cultivo protegido, calidad, rendimiento

En la Comarca Lagunera la producción de tomate es realizada durante la Primavera-verano, la principal producción de tomate es durante los meses de junio-agosto, en este periodo el precio es muy bajo y por esa razón los productores tienen pocas ganancias y en ocasiones pérdidas.

Por consiguiente, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la producción de genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero durante el ciclo otoño-invierno, el cual el tomate tiene un alto precio. Se llevaron a cabo dos experimentos en el Campo Experimental La Laguna durante el otoño-invierno de 1999-2000 y 2000-2001. en el primer experimento (1999-2000) 22 genotipos de tomate fueron evaluados mientras que en el experimento 2000-2001 únicamente 13 genotipos de tomate fueron evaluados.

Durante el experimento de 1999-2000 los genotipos de tomate con significante más rendimiento fueron: Norma, Andre, Gabriela, Red Chief y Anastasia con 100.1, 91.7, 89.3, 88.7 y 88.6 ton/ha, respectivamente. El genotipo de tomate con el más bajo rendimiento fue 136058 con 55.5 ton/ha. La mayoría de los genotipos de tomate tuvieron de una aceptable a una excelente calidad de fruto.

Durante el experimento del 2000-2001 el promedio del rendimiento fue de 39.27 ton/ha, el genotipo con el más alto rendimiento fue Norma con 51.06 ton/ha mientras que Floradade tuvo el más bajo rendimiento con 31.37 ton/ha.

En el análisis combinados con los cinco genotipos de tomate (Norma, Gabriela, Andre, Red Chief y Anastasia) comunes en ambos años, se encontraron diferencias altamente significativas para años y significativas para genotipos para la variable rendimiento. Los genotipos de tomate con significativamente más rendimiento fueron: Norma y Gabriela con 82.9 y 68.6 ton/ha, respectivamente. Para las variables altura de planta y peso de fruto se encontró diferencias significativas únicamente para la interacción genotipos X año.

La principal plaga en ambos años fue la mosquita blanca (*Bemisia argentifolii* y *Trialeurodes abutilonea*) y como plaga secundaria fue el minador de la hoja (*Liriomyza munda*) al principio de la temporada. Las enfermedades presentes fueron: Cladioporiasis (*Cladioporum fulvum*) y cenicilla (*Leveillula taurica*).

ABSTRACT

PRODUCTION OF TOMATO (*Lycopersicon esculentum* Mill) UNDER GREENHOUSE CONDITION DURING THE FALL-WINTER IN THE COMARCA LAGUNERA

By

NORMA RODRÍGUEZ-DIMAS

MASTER SCIENCE

AGRONOMIC PRODUCTION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO UNIDAD LAGUNA

TORREON, COAHUILA, MARCH OF 2002

Dr. PEDRO CANO RIOS. – Adviser.

Key words: *Lycopersicon esculentum* Mill, protected crop, quality, yield

In the Comarca Lagunera the tomato production under open field is done during the spring-summer cycle and the main production is during the June-august months. In this period the price is very low, for that reason the grower gets low profit and sometimes gets losses.

Therefore, the objective of the present work was to evaluate the production of tomato genotypes under greenhouse conditions during the fall-winter cycle, in which tomato has a high price. Two experiments were carried out during the fall-winter of 1999-2000 and 2000-2001. In the first experiment 22 tomato genotypes were evaluated while in the 2000-2001 experiment only 13 tomato genotypes were evaluated.

During the 1999-2000 experiment the tomato genotypes with significantly more yield were: Norma, Andre, Gabriela, Red Chief and Anastasia, with 100.1, 91.7, 89.3, 88.7, and 87.6 ton/ha, respectively. The tomato genotype with the lowest yield was 136058 with 55.5 ton/ha. Most of the tomato genotypes had from acceptable to excellent fruit quality.

During the 2000-20001 experiment the average yield was 39.27 ton/ha, the genotype with the highest yield was the Norma genotype with 51.06 ton/ha and Floradade had the lowest with 31.37 ton/ha.

In the combined analysis with the five tomato genotypes (Norma, Gabriela, Andre, Red Chief and Anastasia) Common in both years, highly significant differences were found for years and significant differences for genotypes for the variable yield. The tomato genotypes with significantly more yield were Norma and Gabriela with 82.9 and 68.6 ton/ha, respectively.

The main pest present in both years was the whitefly (*Bemisia argentifolii* and *Trialeurodes abutilonea*) and as a secondary pest was the leaf miner (*Liriomyza munda*) at the beginning of the season. The diseases present were *Cladosporium fulvum* and *Leveillula taurica*.

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	HIPÓTESIS	2
1.2	METAS.....	3
2	REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1	GENERALIDADES DEL TOMATE.....	4
2.1.1	Origen	4
2.1.2	Taxonomía y Morfología.....	5
2.1.3	Valor nutritivo.....	8
2.2	GENERALIDADES DE INVERNADERO	8
2.3	EXIGENCIAS DE CLIMA.....	10
2.3.1	Generalidades	10
2.3.2	Temperatura.....	10
2.3.3	Humedad.....	12
2.3.4	Luminosidad	14
2.3.5	Contenido de CO ₂ en el aire.....	15
2.4	ELECCIÓN DEL GENOTIPO	15
2.5	LABORES CULTURALES	18
2.5.1	Producción de plántula	18
2.5.2	Transplante	18
2.5.3	Poda de formación	19
2.5.4	Aporcado y rehundido.....	20
2.5.5	Tutorado.....	20
2.5.6	Destallado	21

2.5.7	Deshojado	21
2.5.8	Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos.....	21
2.5.9	Bajado de plantas.....	22
2.5.10	Arreglo topológico.....	23
2.5.11	Fertirrigación.....	24
2.5.12	Polinización.....	32
2.6	PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	33
2.6.1	Plagas	33
2.6.2	Enfermedades	45
2.7	ALTERACIONES DEL FRUTO	51
2.7.1	Podredumbre apical (blossom-end rot).....	51
2.7.2	Golpe de sol	51
2.7.3	Rajado de frutos	52
2.7.4	Otras alteraciones	52
2.8	COSECHA	52
2.9	CALIDAD DEL FRUTO	53
2.9.1	Grados Brix (° Brix).....	53
2.9.2	Tamaños	55
2.10	ANTECEDENTES DE PRODUCCIÓN DE TOMATE EN CONDICIONES DE INVERNADERO	
	55	
2.10.1	Producción.....	55
2.11	INTERACCIÓN GENOTIPO AMBIENTE	56
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	59
3.1	LOCALIZACIÓN Y TIPO DE INVERNADERO.....	59
3.2	UBICACIÓN.....	59

3.3	CLIMA.....	59
3.4	GENOTIPOS	60
3.5	SUSTRATO.....	60
3.6	DISEÑO EXPERIMENTAL	60
3.7	MANEJO DEL CULTIVO.....	61
3.8	FERTILIZACIÓN Y RIEGOS	61
3.9	CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	63
3.10	COSECHA.....	64
3.11	VARIABLES EVALUADAS.....	64
3.12	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	64
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
4.1	DESARROLLO VEGETATIVO.....	65
4.1.1	Altura de la planta.....	65
4.1.2	Inicio de floración.....	68
4.2	PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	69
4.2.1	Plagas	69
4.2.2	Enfermedades	69
4.3	CALIDAD DE FRUTO.....	72
4.3.1	Peso promedio del fruto.....	72
4.3.2	Diámetro polar	74
4.3.3	Diámetro ecuatorial	74
4.3.4	Grados brix.....	75
4.3.5	Espesor de pulpa.....	76
4.3.6	Número de lóculos.....	79
4.3.7	Color y forma del fruto	79

4.4	RENDIMIENTO	80
5	CONCLUSIONES	86
6	RESUMEN	88
7	LITERATURA CITADA.....	93
8	APENDICE	102

INDICE DE CUADROS

N°		Página
2.1	Principales componentes del fruto del tomate, Chamorro (1999). CELALA, 2002	8
2.2	Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm) (Zaidan y Avidan, 1997). CELALA, 2002	30
2.3	Principales enfermedades virales del tomate, síntomas, transmisión y métodos de lucha. CELALA, 2002	50
2.4	Sólidos solubles, acidez y relación sólidos solubles/acidez en tomates cherry (cv. Supers sweet VF 100) cosechados en tres grados de madurez y madurados a 20 °C hasta alcanzar el grado 6. CELALA, 2002	54
2.5	Clasificación del fruto de tomate por tamaños en cada tipo de calidad: México 1 y México 2. CELALA, 2002	55
3.1	Genotipos de tomate cultivados bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno de 1999-2000 en la Comarca Lagunera	62
3.2	Genotipos de tomate cultivados bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno de 2000-2001 en la Comarca Lagunera	62
3.3	Solución nutritiva empleada en ambos ciclos del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en el otoño-invierno 1999-2000 y 2000-2001. CELALA 2002	63
4.1	Variables altura de planta e inicio de floración de 22 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 1999-2000. CELALA, 2002	66
4.2	Variables altura de planta e inicio de floración de 13 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero durante el otoño-invierno del 2000-2001. CELALA, 2002	67
4.3	Cuadrados medios de los análisis de varianza combinado para las variables altura y floración de plantas de tomate en invernadero durante el otoño-invierno del 1999-2000 y 2000-2001. CELALA 2002	67
4.4	Interacción altura de planta de cinco genotipos bajo condiciones de invernadero otoño-invierno del 1999-2000 y 2000-2001 medias del	68

	análisis combinado. CELALA 2002	
4.5	Severidad del enrollamiento de las hojas de 22 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno de 1999-2000. CELALA 2002	71
4.6	Severidad de la cenicilla (<i>Leveillula taurica</i> Lev. Arn.) y cladosporiosis (<i>Cladosporium fulvum</i> Cooke) en 22 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno de 1999-2000	72
4.7	Severidad de la cenicilla (<i>Leveillula taurica</i> Lev. Arn.) y cladosporiosis (<i>Cladosporium fulvum</i> Cooke) en 13 genotipos de tomate bajo condiciones invernadero en otoño-invierno de 2000-2001	73
4.8	Variables de calidad del fruto de 22 genotipos de tomate en invernadero. CELALA otoño-invierno de 1999-2000	75
4.9	Variables de calidad del fruto de 12 genotipos de tomate en invernadero. CELALA otoño-invierno del 2000-2001	77
4.10	Interacción de peso del fruto de cinco genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno. CELALA 2002	78
4.11	Variables de calidad del fruto en la interacción de dos años de 5 genotipos de tomate en invernadero CELALA en otoño-invierno del 1999-2000 y 2000-2001 en La Comarca Lagunera	78
4.12	Rendimiento y forma del fruto de 22 genotipos de tomate en invernadero CELALA en otoño-invierno del 1999-2000	82
4.13	Rendimiento y precocidad de 12 genotipos de tomate en invernadero CELALA en otoño-invierno del 2000-2001	83
4.14	Análisis combinado para rendimiento. CELALA otoño-invierno del 1999-2000	83
4.15	Rendimiento y forma del fruto de 5 genotipos de tomate en invernadero en la interacción otoño-invierno del 1999-2001 y 2000-2001 CELALA	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°		Página
1	Gráficas de temperaturas máximas y mínimas de los meses de octubre y noviembre del ciclo otoño invierno 1999-2000 registradas dentro del invernadero en la Comarca Lagunera	100
2	Variable rendimiento y grados brix en 22 genotipos de tomate evaluados en el ciclo 1999-2000 bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera	101
3	Variable peso del fruto de 22 genotipos de tomate evaluados en el ciclo 1999-2000 bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera	101
4	Variable rendimiento de 5 genotipos de tomate evaluados en el ciclo 1999-2000 y 2000-2001 bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera	102

1 INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es en la actualidad, después de la papa (*Solanum tuberosum* L.), la hortaliza más cultivada en el mundo (Normecke, 1989) con una superficie superior a los 3.6 millones de hectáreas (FAO, 2000). El fruto en fresco se puede encontrar hoy en los grandes mercados consumidores en todas las épocas del año.

El tomate es el cultivo más intensamente 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 gradualmente en la República Mexicana y estos están destinados principalmente al cultivo de tomate (Nelson, 1994).

La producción de tomate en la Comarca Lagunera en 2001 alcanzó las 905 ha bajo cielo abierto representando el 0.12% del total nacional, con un rendimiento promedio regional de 18 ton/ha con un poco más de 34.3 millones de pesos en valor de la producción (SAGARPA, 2001) y alrededor de 5 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. En este periodo el precio es muy bajo por lo que el productor tiene reducidas ganancias y en ocasiones pérdidas. Aunado a lo anterior no se aprovecha la cercanía que se tiene con los Estados Unidos ya que su producción se presenta cuando el mercado de este país se encuentra saturado o totalmente abastecido.

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 de América, nuestro principal

comprador (FAO, 1996). Para lograr esto el productor debe producir bajo condiciones de invernadero. Lo anterior implica que el productor debe conocer el tipo de planta que se adapte a dichas condiciones, 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).

La gran variación en el comportamiento climático entre ciclos agrícolas y localidades de producción, origina fluctuaciones en el rendimiento y en el comportamiento de los distintos híbridos comerciales, por tal razón, los objetivos del presente trabajo son: 1). Evaluar durante 1999 y 2000 varios genotipos de tomate, bajo condiciones de invernadero y un paquete tecnológico de producción, con la finalidad de seleccionar el o los genotipos con aceptable calidad de fruto y los mas altos rendimientos en la época de noviembre a enero, período en el cual éste producto es escaso y su precio es alto y 2). Identificar los organismos dañinos presentes durante el desarrollo del cultivo.

1.1 HIPÓTESIS

Existen diferencias en cuanto a calidad de fruto y producción en los híbridos de tomate bola a evaluar.

Es posible producir altos rendimientos de tomate con aceptable calidad de fruto, bajo condiciones de invernadero con un paquete tecnológico de producción en época de escasez en la Comarca Lagunera.

Durante el ciclo de cultivo de otoño existen organismos dañinos para el tomate bajo condiciones de invernadero.

1.2 METAS

Para el año 2001 contar con el o los híbridos de tomate con aceptable calidad de fruto y altos rendimientos además de un paquete tecnológico de producción de tomate bajo condiciones de invernadero con aceptable producción (al menos 100 ton/ha).

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES DEL TOMATE

2.1.1 Origen

El lugar de origen del genero *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 introgresión 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, 1999).

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; Montes y Aguirre, 1992). 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. No obstante, parece seguro que en el México de los tiempos precolombinos 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 o fue desconocido o simplemente se hizo un consumo incidental de formas espontáneas (probablemente *L. pimpinellifolium* y *L. esculentum* var. *cerasiforme*). Guaman Poma de Ayala citado por 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 de los tomates está en México (Esquinas y Nuez, 1999).

2.1.2 Taxonomía y Morfología

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

Familia: Solanaceae.

Nombre científico: *Lycopersicon esculentum* Mill.

CLASE: Dicotyledoneas

ORDEN: Solanes (personatae)

FAMILIA: Solanáceae

TRIBU: Solaneae

GENERO: *Lycopersicon*

ESPECIE: *Esculentum*

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

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) y otras de crecimiento 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 internodales 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: La raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera a dentro 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 foliolos 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 pericarpo, 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 peciolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.

2.1.3 Valor nutritivo

El fruto en fresco es rico en vitamina C, el poder calórico del tomate es bastante modesto debido a su escaso contenido en materia seca y grasas. En el cuadro 2.1 se dan valores orientativos de los componentes de mayor interés.

Cuadro 2.1 Principales componentes del fruto del tomate, Chamorro (1999). CELALA, 2002

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

2.2 GENERALIDADES DE INVERNADERO

Definición de invernadero. Construcción cerrada cubierta con materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener condiciones de microclima artificial y con ello cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas (Sade, 1998).

Ventajas:

- Precocidad.
- Aumento de calidad y rendimiento.
- Producción fuera de época.
- Ahorro de agua y fertilizantes.
- Mejor control de insectos y enfermedades.
- Posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo al año.

Posibles desventajas:

- Alta inversión inicial.
- Alto costo de operación.
- Requiere personal ejecutivo de alto nivel, de experiencia práctica y conocimientos teóricos.

El cultivo bajo invernadero ha permitido obtener producciones de primera calidad y mayores rendimiento, en cualquier época del año, a la vez que permite alargar el ciclo de cultivo, permitiendo producir en las épocas del año más difíciles y obteniéndose mejores precios (<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>, 2001).

Carvajal (2000) menciona que una de las técnicas empleadas durante 15 años han sido los invernaderos., que permiten incrementar la producción, hasta en 300 por ciento, en relación al método tradicional del cultivo. Menciona también que al utilizar el riego por goteo, el ahorro de agua puede ser del orden del 40 % en relación al método de riego por superficie.

2.3 EXIGENCIAS DE CLIMA

2.3.1 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 (1999) y Sade (1998) los principales factores climáticos para el manejo óptimo de un invernadero son los siguientes:

2.3.2 Temperatura

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30 ° C durante el día y entre 13 y 16 °C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35 °C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos, y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta.

Sade (1998) en ensayos realizados con plantas de tomate híbrido observó ciertos fenómenos en función de la temperatura bajo la cual se desarrollo la planta:

- A temperaturas medias diarias de 19.5 °C el tallo de la planta alcanza su desarrollo más vigoroso.
- La aparición de hojas se intensifica con temperaturas medias de 15 a 24 °C.
- Las inflorescencias aparecen cuando la temperatura sube por encima de los 15 °C.

A temperaturas excesivas, más de 35 °C, las plantas detienen su crecimiento y su floración, mientras que a temperaturas inferiores, entre 10 °C y 15 °C, originan problemas en el desarrollo y germinación. A temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C, la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está influenciada por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, valores cercanos a 10° C y superiores a 30° C originan tonalidades amarillentas (Sade, 1998; www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp, 2001).

La temperatura del sustrato interviene en el crecimiento y absorción de raíces, temperaturas inferiores a 14 °C el crecimiento se inhibe y entre 18 °C y 12 °C la absorción de fósforo disminuye en un 50%. La temperatura tiene acción directa sobre el rendimiento final y el calibre del fruto (Chamarro, 1999).

Baytorun *et al.* (1999) estudiando el efecto de diferentes temperaturas nocturnas en rendimiento y calidad de plantas de tomate en dos invernaderos de plástico con temperaturas mínimas de 13 °C y 5 °C sin calentar, observaron que a 13 °C se obtuvo una producción dos veces mayor que en 5 °C, con 3.717kg/pt y 1.724 kg/pt, respectivamente y el tamaño de la fruta en las dos condiciones mostraron diferencias significativas. El rendimiento total en invernaderos que fueron calentados fue 24.038 Kg/m² y 19.047 Kg/m².

Towrer *et al.* (1998) indican que la malformación de frutos se debe a las bajas temperaturas, este tipo de malformación se encuentra frecuentemente en plantas que se desarrollan en invierno, este tipo de malformación propicia un desarrollo desigual de los lóculos.

Un examen histológico de los ovarios mostró que bajo altas temperaturas nocturnas, todos los lóculos de los cultivares examinados fueron normales y contenían placentas con óvulos pegados; los ovarios que desarrollaron con temperaturas nocturnas bajas contenían

cu lóculos deformados con pocos óvulos pegados en comparación a lo normal. En los casos más severos, algunos lóculos fueron deformados severamente y la placenta y óvulos no aparecieron (Towerer *et al.*, 1998).

No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los factores climáticos. Las temperaturas asociadas con la falta de humedad, determinan los siguientes fenómenos (Sade, 1998):

- Se intensifica la transpiración, perdiendo la planta su turgencia.
- Comienza por marchitarse el ápice de crecimiento y las hojas jóvenes.
- Los frutos de las plantas maduran de forma anormal y forzada, sin alcanzar la forma, color, tamaño, peso, etc., convenientes, y disminuye la producción.

2.3.3 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%.

Trigui *et al.* (1999) citan que el déficit de la presión de agua y aire es el primer factor que hay que controlar, para facilitar el canal de salida del agua de la planta en invernaderos, ya que el canal de salida del agua de la planta afecta varios procesos fisiológicos tal como la polinización, crecimiento de la planta y el rendimiento de la fruta.

Romero *et al.* (1999), 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 óptima entre 70 y 80% en condiciones bajas aumenta la transpiración, reduce el cuajado del fruto, baja la actividad radicular, aumenta el estrés hídrico

González (1991) encontró que el tomate necesita de alta cantidad de agua disponible en la fase de floración y fructificación y señala que los mejores rendimientos se obtienen cuando la planta recibe la cantidad de agua necesaria durante estas etapas provocando además un aumento en la calidad del fruto.

2.3.4 Luminosidad

Una baja luminosidad pueden incidir de forma negativa en los procesos de la floración, fecundación, así como en el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad.

Radiación en invernadero. La radiación solar en parte es absorbida por el suelo, la planta y dentro del invernadero, siendo convertida en energía térmica e irradiada o disipada por convección, conducción y transpiración. La radiación solar dentro del invernadero es menor que en el exterior debido a la reflexión y absorción del material de cerramiento, la transmisibilidad varía a lo largo del año, al ángulo de incidencia de los rayos y a la acumulación de polvo en la cubierta de los invernaderos (López *et al.*, 1991).

La radiación en el cultivo del tomate. Howard (1995) señaló que el tomate es insensible al fotoperíodo. Una iluminación limitada puede inducir en forma negativa sobre los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo. La densidad de plantación, el sistema de poda y el tutorado deben optimizar la interceptación de radiación por el cultivo, especialmente en época invernal cuando la radiación es más limitante, porque la reducción implica una reducción lineal de la cosecha (Cookshull, 1988; Kinet 1977). Una radiación total diaria de 0.85 Mj/m^2 es la mínima requerida para el cuajado y floración del tomate (Howard, 1994).

Van de Vooren *et al.* (1986) mencionan que el empleo de doble capa permanente de plástico en invernadero, para mejorar las condiciones térmicas durante el invierno, genera reducciones en la radiación interior con incidencia negativa en la producción. La práctica de blanquear el invernadero, a fin de reducir las altas temperaturas en primavera, reduce la radiación. Es preferible dotar a los invernaderos de una ventilación más eficiente (ventanas

cenitales) y evitar las prácticas que reducen la radiación y por lo tanto la producción. Con baja iluminación la polinización sería insuficiente y el tamaño del fruto menor.

2.3.5 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 ver que en las primeras horas de la mañana en un día despejado la concentración de CO₂ en 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).

2.4 ELECCIÓN DEL GENOTIPO

Principales criterios de elección: (Diez, 1999)

Características de la variedad comercial: vigor de la planta, tipo de fruto, resistencias a enfermedades y/o plagas.

- Tolerancia factores de clima y salinidad.

Principales tipos de tomate comercializados para explotación en invernadero:

- Tipo Beef. Plantas vigorosas hasta el 6°-7° 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.

Híbridos de tomate para invernadero - Tipo Daniela

- Daniela (R-144). Híbrido sumamente productivo con fruto bien firme y largo, período de conservación de larga vida de anaquel. Se trata de una planta vigorosa cultivada con éxito en condiciones de salinidad moderada. Cuaja bien en bajas temperaturas y responde satisfactoriamente a los estimulantes de crecimiento.
- Brillante (FA-179). Híbrido que combina un fruto grande y fuerte con un buen sabor. La planta es compacta y se cultiva en otoño y verano, se recomienda una fertilización complementaria.
- Abigail (FA-870). Variedad con un fruto mayor que el de Daniela, de un color sumamente atractivo. Adecuado para el cultivo en verano e invierno
- Gabriela. Para otoño, invierno y comienzos de la primavera, similar a Daniela.
- Tenerife (FA-185). Un fruto del tipo generador de ganancias con larga vida. Se recomienda para la producción en otoño y primavera
- Catherine (FA-572). Planta del tipo Dumbo, más fuerte que la variedad 516. Para comienzos del otoño (Peso del fruto: 180-280g).

- Electra (FA-516). Planta del tipo Dumbo para la temporada de otoño. La fruta combina un tamaño gigante con una excelente firmeza y color
- Colette (FA-832). Planta relativamente resistente con un largo período de cuajado, fruto globoso con un peso de 180-280g
- Francesca (FA-574, Adela). Similar a Catherine con frutos más grande (200-300g)

2.5 LABORES CULTURALES

2.5.1 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 trasplante a raíz desnuda. Hoy 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, 1999). La germinación de la semilla tiene lugar a temperaturas óptimas de entre 18°C y 24°C. Temperaturas inferiores a 11°C en los semilleros reducen la producción precoz y total (Martínez, 1984).

2.5.2 Transplante

Rodríguez *et al.* (1984) citados por Castilla (1999) mencionan que en cultivo enarenado, el cepellón debe colocarse entre la arena y el suelo evitando que el cuello de la planta quede demasiado enterrado. En algunas regiones, antes de plantar es usual sumergir o mojar el cepellón con algún funguicida.

Belda y Lastre (2001) encontraron que el trasplante 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 trasplante y el aporcado de plantas para evitar encharcamiento en la zona del cuello.

Es importante no demorar el trasplante cuando la planta está a punto, pues los retrasos afectan negativamente a la futura producción. Tras el trasplante, 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, 1999).

2.5.3 Poda de formación

Anderlini (1976) 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 tener 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. 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, 2001).

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.

2.5.4 Aporcado y rehundido

Práctica que se realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El aporcado de plantas lleva como finalidad evitar el encharcamiento en la zona del cuello (Belda y Lastre, 2001).

2.5.5 Tutorado

Es una práctica imprescindible que se realiza para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados ,recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades (Howard, 1995). La planta se suspende mediante un hilo, sobre el que se va enrollando el tallo principal conforme va creciendo, sino a modo de carrete que permite soltar el hilo, permite, continuar indefinidamente con la parte productiva de la planta erguida en la misma altura (Cánovas, 1999).

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre

situado a determinada altura por encima de la planta (de 1.8 a 2.4 m sobre el suelo) (infoagro, 2001). Por otro lado, Zaidan y Avidan (1997) indican que esta altura debe ser entre 2.5 y 3 metros.

2.5.6 Destallado

Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano-otoño y cada 10-15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes deben de ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún funguicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre (Johnson y Rock, 1975).

2.5.7 Deshojado

Es recomendable eliminar tanto las hojas senescentes como las hojas enfermas, con el objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos. Dicha hojas deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así posible fuente de inóculo, las hojas se desprenden arrancandolas bruscamente hacia arriba, a fin de que la cicatriz quede a nivel del tallo. Solo se quitan dos a tres hojas arriba del ramillete maduro a la vez, a fin de no afectar la planta y proteger el fruto del sol lo más posible y tener un buen crecimiento vegetativo y producción de fruto. (Howard, 1995).

2.5.8 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 (Howard, 1995).

2.5.9 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.

2.5.10 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). En la cuenca Mediterránea la densidad de plantación oscila entre 2.0 a 4.0 plantas/m² según el

vigor varietal, fertilidad del sustrato, salinidad del suelo y del agua de riego (Nisel *et al.*, 1990).

2.5.11 Fertirrigación

Cuando se usa métodos de riego a presión (goteo, aspersores, microaspersores), el fertirriego no es opcional, sino absolutamente necesario. Bajo riego por goteo sólo el 20% del suelo es humedecido por los goteros, y si los fertilizantes son aplicados al suelo separadamente del agua, los beneficios del riego no se verán expresados en el cultivo. Esto se debe a que la eficiencia de la fertilización disminuye mucho ya que los nutrientes no se disuelven en las zonas secas donde el suelo no es regado. El fertirriego es el único método correcto de aplicar fertilizantes a los cultivos bajo riego (Burt *et al.*, 1998).

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 fonológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.). Cadahía (1999) indica que las principales ventajas del sistema de fertirrigación son las siguientes:

- Dosificación racional de los fertilizantes.
- Un considerable ahorro de agua.
- Utilización de aguas incluso de mala calidad.
- Nutrición del cultivo optimizada y por lo tanto aumento de rendimientos y calidad de los frutos.
- Control de la contaminación.

- Mayor eficacia y rentabilidad de los fertilizantes.
- Adaptación de los fertilizantes a un cultivo, sustrato, agua de riego y condiciones climáticas, durante todos y cada uno de los días del ciclo del cultivo.
- Automatización de la fertilización.

En cultivo en suelo y en enarenado el establecimiento del momento y volumen de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros:

- Tensión del agua en el suelo (tensión mátrica), que se determinará mediante un manejo adecuado de tensiómetros, siendo conveniente regar antes de alcanzar los 20-30 centibares.
- Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación).
- Evapotranspiración del cultivo.
- Eficacia de riego (uniformidad de caudal de los goteros).
- Calidad del agua de riego (a peor calidad, mayores son los volúmenes de agua, ya que es necesario desplazar el frente de sales del bulbo de humedad).

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).

La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcilloso-arenosos. En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos; cuando están enarenados prefiere suelos de pH entre 5 y 7 (Nonnecke, 1989).

El cultivo de las plantas en sustrato permite un control riguroso del medio ambiente radical, particularmente de los aspectos relacionados con el suministro de agua y nutrientes. La arena es el sustrato más utilizado, llegando a representar cerca del 60% de la superficie total bajo condiciones de hidroponía (Abad, 1999).

Egea *et al.* (1999) al estudiar dos sustratos (arena y lana de roca) en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*), encontraron que en la arena los consumos acumulados de N, P y K son superiores a los de lana de roca. La producción obtenida para sustrato de arena fue de 21.16 kg/m² y para lana de roca fue de 19 kg/m², por lo que ellos recomiendan el sustrato lana de roca ya que consume menos fertilizante.

En condiciones salinas se debe prestar especial cuidado en aplicar agua en exceso para lavar las sales por debajo de la zona radical, siendo el requerimiento de lixiviación mucho más alto que en condiciones no salinas (Rhoades y Loveday, 1990).

El riego de tomate, melón y otras hortalizas con aguas salinas reduce el tamaño del fruto y el rendimiento total, pero por otro lado mejora la calidad del fruto al incrementar la concentración de azúcares reducidos, la acidez titulable y el total de sólidos solubles, mejorando así el sabor del fruto (Mizrahi *et al.*, 1988).

Sakamoto *et al.* (1999) en hidroponía estudió el efecto de la salinidad en plantas de tomate. Expuso las plantas a una salinidad (CE) de 5.0 dS/m y de 8.0 dS/m en las fases de fructificación madura, inmadura verde y de decoloración. Cuando se aumentó la salinidad a la fase inmadura verde mejoró la calidad de la fruta, más que el incremento de la misma salinidad en la fase de decolorado, pero disminuyó más el rendimiento de la fruta. La reducción en el rendimiento de la fruta fue debido más a una disminución en el peso que en el número. La salinidad aumentó la concentración de sólidos solubles, citrato, ácido ascórbico, K, clorofila a, clorofila b, licopeno y caroteno en la fruta, pero la totalidad de estos constituyentes por fruto o disminuyeron o no fueron afectados. Estos resultados sugieren que el mejoramiento de la calidad de la fruta, inducida por el aumento en la salinidad, se debe a la reducción del agua en la fruta.

Basándose en este principio, se ha desarrollado en Israel la agrotécnica de fertirriego de tomates con aguas salinas para producir tomates de alta calidad y con sabor especial, como por ejemplo, la línea de exportación "Desert Sweet". Esta agrotécnica se basa en el riego con agua no salina, y a continuación proporcionar a la planta un estrés salino mediante el riego con agua muy salina (CE ~ 7 dS/m), lo cual aumenta el contenido de glucosa en el fruto obteniéndose así tomates de alta calidad (Siton *et al.*, 1996).

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 mantenido constantemente dentro de los valores adecuados. El monitoreo del agua de riego y de drenaje debe ser exhaustivo (Asaf, 1990).

En la práctica en los enarenados la frecuencia de riego para un cultivo ya establecido es de 2-3 veces por semana en invierno, aumentando a 4-7 veces por semana en primavera-verano, con caudales de 2-3 litros por planta/día (Infoagro, 2001).

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).

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).

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 (Zaidan y Avidan, 1997).

Cuadro 2.2 Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm). (Zaidan y Avidan, 1997). CELALA, 2002.

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

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.

Lupin *et al.* (1996) señala que la mayoría de los fertilizantes absorben calor al ser disueltos, reduciendo la temperatura del agua. La dilución de ácido fósfórico 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.

El calcio es otro macroelemento fundamental en la nutrición del tomate para evitar la necrosis apical.

Cruz (1997) menciona que la pudrición 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.

Los experimentos realizados por Morard *et al.* (1996) con plantas de tomate en cultivo hidropónico sometidas durante 8 días de carencia total de calcio en el sustrato nutritivo, mostraron que se interrumpía el crecimiento de los tallos y la aparición de nuevas hojas, esto confirma el papel del calcio en el crecimiento de la planta.

Sanz *et al.* (2000) 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.

Actualmente se emplean básicamente dos métodos para establecer las necesidades de abonado: en función de las extracciones del cultivo, sobre las que existe una amplia y variada bibliografía, con base a una solución nutritiva "ideal" a la que se ajustarán los aportes previo análisis de agua. Este último método es el que se emplea en cultivos hidropónicos, y para poder llevarlo a cabo en suelo o en enarenado, requiere la colocación de sondas de succión para poder determinar la composición de la solución del suelo mediante análisis de macro y micronutrientes, CE y pH. No obstante, para no cometer grandes errores, no se deben sobrepasar dosis de abono total superiores a 2g.l^{-1} , siendo común aportar 1g.l^{-1} para aguas de conductividad próxima a 1mS.cm^{-1} (Imas,2001).

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).

Un pre-requisito esencial para el uso de fertilizantes sólidos en fertirriego es su completa disolución en agua.

Ejemplos de fertilizantes altamente solubles apropiados para su uso en fertirriego 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 micronutrientes (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo). El hierro debe ser suministrado como quelato porque las sales de hierro, como por ej. sulfato de hierro, son muy inestables en solución y el hierro precipita fácilmente. En

caso de aguas duras, se debe tomar en cuenta el contenido de Ca y Mg en el agua de riego (Imas,2001).

También se dispone de numerosos correctores de carencias tanto de macro como de micronutrientes que pueden aplicarse vía foliar o riego por goteo, aminoácidos de uso preventivo y curativo, que ayudan a la planta en momentos críticos de su desarrollo o bajo condiciones ambientales desfavorables, así como otros productos (ácidos húmicos y fúlvicos, correctores salinos, etc.), que mejoran las condiciones del medio y facilitan la asimilación de nutrientes por la planta (Infoagro 2001)

2.5.12 Polinización

Debido a que se requiere uniformidad en la inflorescencia, es importante el uso de abejorros(*Bombus vosnesenskii* Radoszkowsk) *Bombus terrestris* para asegurar la polinización, para la obtención de un fruto regular y uniforme en la inflorescencia. Es necesario tomar en cuenta el régimen de aplicaciones contra plagas en el invernadero, para que no se dañen los abejorros (*Bombus vosnesenskii*) (Zaidan, 1997).

Lacasa y Contreras (1999) en un estudio realizado midieron el efecto sobre abejorros polinizadores (*Bombus terrestris*) en la aplicación de Confidor (imidacloprid) y Namacur (fenamifos) en el agua de riego en tomate en invernadero, los tratamientos fueron: 1° el testigo sin tratar, 2° Confidor a la dosis de 0.75 lt/ha aplicados al suelo y el 3° Namacur a la dosis 20 lt/ha aplicados al suelo. el análisis de la actividad polinizadora no mostrarán diferencias significativas en ninguno de los conteos realizados entre el testigo y los diferentes tratamientos

Pressman *et al.* (1999) en un 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.

Dogterom y Plowright (1998) en un estudio realizado para medir el efecto de la polinización de tomate en invernadero por medio del abejorro (*Bombus vosnesenskii* Radoszkowsk) fue determinado en la medición del tamaño de fruto y su contenido de semilla., la polinización del abejorro fue comparada en los tratamientos: Sin polinización, polinización manual y polinización manual más abejorro. Los resultados encontrados indicaron que las flores polinizadas con abejorros, produjeron frutos más grandes que las flores que no fueron polinizadas con abejorros y que la forma del fruto no fue afectada por la polinización con abejorros. Los resultados muestran que el *Bombus vosnesenskii* es un efectivo polinizador dentro del invernadero.

2.6 PLAGAS Y ENFERMEDADES

2.6.1 Plagas

2.6.1.1 Ácaros

2.6.1.1.1 Araña roja

Alpi y Tongnoni (1999) indican que Hay tres especies de araña que afectan al cultivo de tomate y son: *Tetranychus urticae* (Koch), *T. turkestanii* (Ugarov & Nikolski) y *T. ludeni* (Tacher), como la biología, ecología y daños causados son similares, se abordan las tres especies de manera conjunta.

Los primeros síntomas de su daño se desarrollan en el envés de las hojas más jóvenes donde se nutre con los estiletes bucales haciendo que se vacíen el contenido celular. causando decoloraciones, la aparición de puntuaciones cloróticas o manchas

amarillentas. Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso defoliación. Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos. Las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga.

Métodos preventivos y técnicas culturales

- Desinfección de estructuras y suelo previa a la plantación en invernaderos con historial de araña roja.
- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- Evitar los excesos de nitrógeno.
- Vigilancia de los cultivos durante las primeras fases del desarrollo.

Control biológico mediante enemigos naturales

Principales especies depredadoras de huevos, larvas y adultos de araña roja: *Amblyseius californicus*, *Phytoseiulus persimilis* (especies autóctonas y empleadas en sueltas), *Feltiella acarisuga* (especie autóctona).

Control químico

En invernadero usualmente se emplean: dicofol, tetradifon, clorfenson, propargil, azufre, empleados también mezclados entre si.

2.6.1.1.2 Ácaro del bronceado

Aculops lycopersici (Masse) es una plaga exclusiva del tomate. Síntomas: Bronceado o herrumbre primero en el tallo y posteriormente en las hojas e incluso frutos. Evoluciona de forma ascendente desde la parte basal de la planta. Aparece por focos y se dispersa de

forma mecánica favorecida por la altas temperaturas y baja humedad ambiental. Para alimentarse, con su estilete inyecta saliva y absorbe el contenido de la célula. Al principio los órganos afectados toman un aspecto verde aceitoso, luego las células vacías, llenan de aire, proporcionan tonos plateados que adquieren tonos bronceados antes de acartonarse y desecarse, los frutos afectados precozmente ven reducido su desarrollo y la superficie se cubre de una especie de roña de color marrón resquebrajándose el tejido epidérmico suberificado. Cuando las plantas infestadas se tocan entre sí el ácaro pasa de una a otra. Planta (Lacasa y Contreras, 1999).

Gispert (1987) En un estudio realizado para ver la influencia del riego en las fluctuaciones de la población del ácaro (*Aculops lycopersici* Masse) en tomate bajo condiciones de invernadero. Indica que con la aplicación de riego abundante se mantiene reducida la densidad de *A. Lycopersici* en plantas de tomate, mientras que en las desarrolladas bajo niveles menores de riego se favorece el aumento notable de la población de ácaros y el daño ocasionado a estas plantas fue más severo.

Métodos preventivos y técnicas culturales

- Cuidar no dispersar la plaga mediante la ropa, calzado, etc.
- Eliminar las plantas muy afectadas.

Control químico

Materias activas: abamectina, aceite de verano, amitraz, azufre: coloidal, micronizado, mojable, molido, sublimado y micronizado. dicofol, bromopropilato, diazinon, dicofol, endosulfan + azufre, permanganato potásico + azufre micronizado, tetradifon.

2.6.1.2 Insectos

2.6.1.2.1 Mosca blanca

Ortega (1999) indica que a nivel mundial se reportan 1200 especies, incluidas en 126 géneros; sin embargo, en México solo son reconocidas como especies de importancia económica *Bemisia tabaci* (Genn.), *Trialeurodes vaporariorum* (West) y *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring).

Trialeurodes vaporariorum (Westwood) y *Bemisia tabaci* (Gennadius.). Los adultos colonizan las partes jóvenes de las plantas, realizando las puestas en el envés de las hojas. De éstas emergen las primeras larvas, que son móviles. Tras fijarse en la planta pasan por tres estadios larvarios y uno de pupa, este último característico de cada especie. Los daños directos (amarilleamientos y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de negrilla sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas. Ambos tipos de daños se convierten en importantes cuando los niveles de población son altos (Mejía *et al.*, 1999).

Otro daños indirectos se producen por la transmisión de virus. *Trialeurodes vaporariorum* es transmisora del virus del amarillamiento de las Cucurbitáceas. *Bemisia tabaci* es potencialmente transmisora de un mayor número de virus en cultivos hortícolas y en la actualidad actúa como transmisora del virus del “rizado amarillo de tomate” (TYLCV), conocido como “virus de la cuchara”. Estas enfermedades han provocado pérdidas considerables en la cantidad y calidad de las cosechas, lo que a su vez a provocado disminución de la superficie sembrada (Ortega, 1999).

Ohnesorge y Rapp (1988) indican que el adulto de la mosquita blanca es atraído por el color amarillo, el uso de trampas adhesivas es una de las principales herramientas en el muestreo de las poblaciones de adultos. Sharaf (1982) observó que durante la primavera y verano, las trampas colocadas horizontalmente capturan más mosquitas que las que se colocan verticalmente. Mientras que en el invierno las trampas verticales parecen ser más efectivas. Con relación a la altura de las trampas, las mas altas capturas fueron obtenidas de aquellas colocadas sobre el suelo. Se obtuvieron también un mayor número de adultos en las capturas realizadas durante las primeras horas del día (entre las 6 y 9 am.).

Métodos preventivos y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas de los invernaderos.
- Limpieza de malas hierbas y restos de cultivos.
- 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.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas

Control biológico mediante enemigos naturales

Principales parásitos de larvas de mosca blanca

- *Trialeurodes vaporariorum*. Fauna auxiliar autóctona: *Encarsia formosa*, *Encarsia transvena*, *Encarsia lutea*, *Encarsia tricolor*, *Cyrtopeltis tenuis*. Fauna auxiliar empleada en sueltas: *Encarsia formosa*, *Eretmocerus californicus*.

- *Bemisia tabaci*. Fauna auxiliar autóctona: *Eretmocerus mundus*, *Encarsia transvena*, *Encarsia lutea*, *Cyrtopeltis tenuis*. Fauna auxiliar empleada en sueltas: *Eretmocerus californicus*

Control químico

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

Avila (1989) reportó un control eficiente de *Bemisia tabaci* con Permetrina y Endosulfan sin embargo, la Permetrina es un producto que no se ha autorizado para el control de este cultivo en México.

2.6.1.2.2 Pulgón

Aphis gossypii (Sulzer) (HOMOPTERA: APHIDIDAE) y *Myzus persicae* (Glover) (HOMOPTERA: APHIDIDAE). Son las especies de pulgón más comunes y abundantes en los invernaderos. Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. Las formas áptera del primero presentan sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de *Myzus* son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas). Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño, mediante las hembras aladas (Infoagro, 2001).

Métodos preventivos y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.

- Eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior.
- 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

Beltra y Lastre (1999) y Lacasa y Contreras (1999) indican un control eficiente en invernadero a: Imidacloprid etiofencarb, acefato, cipermetrina, cipermetrina + azufre, metomilo, malation, deltametrina, endosulfan, endosulfan + metomilo.

2.6.1.2.3 Trips

Frankliniella occidentalis (Pergande) (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE). Los adultos colonizan los cultivos realizando las puestas dentro de los tejidos vegetales en hojas, frutos y, preferentemente, en flores (son florícolas), donde se localizan los mayores niveles de población de adultos y larvas nacidas de las puestas. Los daños directos se producen por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. Estos síntomas pueden apreciarse cuando afectan a frutos (sobre todo en pimiento) y cuando son muy extensos en hojas). Las puestas pueden observarse cuando aparecen en frutos (berenjena, judía y tomate). El daño indirecto es el que acusa mayor importancia y se debe a la transmisión del virus del bronceado del tomate (TSWV), que afecta a pimiento, tomate, berenjena y judía (Lacasa y Contreras, 1999; Belda y Lastre 1999; Infoagro, 2001).

Métodos preventivos y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Limpieza de malas hierbas y restos de cultivo.
- Colocación de trampas cromáticas azules.

Control biológico mediante enemigos naturales

Fauna auxiliar autóctona: *Amblyseius barkeri*, *Aeolothrips sp.*, *Orius spp.*

Control químico

Materias activas: acrinatrin, avermectina, cipermetrin, metil clorpirifos, cipermetrin + malation, formetanato, malation, endosulfan, metiocarb y piretroidesL (Lacasa y Contreras, 1999).

2.6.1.2.4 Minadores de hoja

Liriomyza spp (DIPTERA: AGROMYZIDAE). Las hembras adultas realizan las puestas dentro del tejido de las hojas jóvenes, donde comienza a desarrollarse una larva que se alimenta del parénquima, ocasionando las típicas galerías. La forma de las galerías es diferente, aunque no siempre distinguible, entre especies y cultivos. Una vez finalizado el desarrollo larvario, las larvas salen de las hojas para pupar, en el suelo o en las hojas, para dar lugar posteriormente a los adultos (Lacasa y Contreras, 1999; Alpi y Tognoni, 1999; Alvarado y Trumble, 1999).

Métodos preventivos y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.

- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- En fuertes ataques, eliminar y destruir las hojas bajas de la planta.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas.

Control biológico mediante enemigos naturales

- Especies parasitoides autóctonas: *Diglyphus isaea*, *Diglyphus minoicus*, *Diglyphus crassinervis*, *Chrysonotomyia formosa*, *Hemiptarsenus zihalisebessi*.
- *Opius dimidiatus* (ashmead), *Chrysocharis parksi*(Crawford), *Ganaspidiatus utilis*(Beardsley) y *Dyrosigma pacifica* (Yoshimoto).
- Especies parasitoides empleadas en sueltas: *Diglyphus isaea*.

Control químico

Materias activas: Avermectina B1 es muy efectivo en larvas, acefato, ciromazina, Naled pirazofos y piretroides. La lucha contra estos parásitos consiste en tratamientos con ésteres fosfóricos y piretroides de síntesis (Alpi y Tognoni, 1999).

2.6.1.2.5 Orugas

Spodoptera exigua (Hübner) *Spodoptera littoralis* (Boisduval), *Heliothis armigera* (Hübner), *Heliothis peltigera* (Dennis y Schiff), *Chrysodeisis chalcites* (Esper), *Autographa gamma* (L.). La principal diferencia entre especies en el estado larvario se aprecia en el número de falsa patas abdominales (5 en *Spodoptera* y *Heliothis* y 2 en *Autographa* y *Chrysodeixis*), o en la forma de desplazarse en *Autographa* y *Chrysodeixis* arqueando el cuerpo (orugas camello). La presencia de sedas ("pelos" largos) en la superficie del cuerpo de la larva de *Heliothis*, o la coloración marrón oscuro, sobre todo de patas y cabeza, en las

orugas de *Spodoptera littoralis*, también las diferencia del resto de las especies (Lacasa y Contreras, 1999).

La biología de estas especies es bastante similar, pasando por estados de huevo, 5-6 estadíos larvarios y pupa. Los huevos son depositados en las hojas, preferentemente en el envés, en plastones con un número elevado de especies del género *Spodoptera*, mientras que las demás lo hacen de forma aislada. Los daños son causados por las larvas al alimentarse. En *Spodoptera* y *Heliothis* la pupa se realiza en el suelo y en *Chrysodeixis chalcites* y *Autographa gamma*, en las hojas. Los adultos son polillas de hábitos nocturnos y crepusculares.

Los daños pueden clasificarse de la siguiente forma: daños ocasionados a la vegetación (*Spodoptera*, *Chrysodeixis*), daños ocasionados a los frutos (*Heliothis*, *Spodoptera* y *Plusia* en tomate, y *Spodoptera* y *Heliothis* en pimiento) y daños ocasionados en los tallos (*Heliothis* y *Ostrinia*) que pueden llegar a cegar las plantas.

Métodos preventivos y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- En fuertes ataques, eliminar y destruir las hojas bajas de la planta.
- Colocación de trampas de feromonas y trampas de luz.
- Vigilar los primeros estados de desarrollo de los cultivos, en los que se pueden producir daños irreversibles.

Control biológico mediante enemigos naturales

- Parásitos autóctonos: *Apantelles plutellae*.
- Patógenos autóctonos: Virus de la poliedrosis nuclear de *S. exigua*.
- Productos biológicos: *Bacillus thuringiensis*.

Control químico

Materias activas: Flufenoxuron, teflubenzuron. acefato, clorpirifos metomilo, piretroides triclofon y teflubenzurón (Lacasa y Contreran, 1999; Belda y Lastre, 1999).

2.6.1.2.6 Gusano alfiler

Keiferia lycopersicella (Walshingham) este insecto es la plaga más importante en Sinaloa. Su daño en los frutos puede alcanzar hasta un 80%; a pesar de las aplicaciones continuas de insecticidas (Alvarado y Trumble, 1989).

En estado adulto es una palomilla pequeña de color blanco grisáceo, con flecos abundantes escamas. La coloración larval varía de verde-pálido a rosado posteriormente adquiere un color grisáceo. La oviposición se realiza individualmente sobre las hojas inmediatamente superiores a las inflorescencias. En altas infestaciones son colocadas hasta en tallos y frutos. Las larvas de 1° y 2° instar al emerger inmediatamente se introducen en el parénquima foliar formando una empanada, que le sirve de protección dificultando con esto la acción del insecticida. Cuando hay presencia de frutos en el 3° y 4° instar los barrenan por el pedúnculo para alimentarse de su interior (Bautista y Véjar, 1999; Alvarado y Trumble, 1999).

Control Legal

Destrucción oportuna de las socas y de los lotes abandonados. Estableciendo un periodo libre del cultivo durante el verano y mantener libre de maleza los canales de riego.

Control Biológico

El único parásito de huevecillo del gusano alfiler es la avispa (*Trichogramma pretiosum* Riley) y para larvas la avispa de los endoparásitos (*Apanteles scutellaris* Muesebeck) y del hectoparásito (*Parahormius prob. Pallidipes* Ashmead) (Bautista y Véjar, 1999)

uso de feromonas como Control

Las feromonas sintéticas se usan como un método de confusión en el apareamiento de gusano, son efectivas, deben colocarse cuando aparezcan en las trampas un promedio no mayor de 2 a 5 palomillas / trampa/ noche (Alvarado y Trumble, 1999).

Medina *et al.* (2001) indican que la feromona interfiere en la fecundación de la palomilla hembra por el macho, inhibiendo con esto la reproducción del gusano alfiler del tomate. En un estudio realizado muestran que la feromona CheckMate TPW-F a la dosis de 25 g.i.a./ha proporciona un control positivo del gusano al igual que Nomate en la dosis de 25 y 40 g.i.a./ha.

Control Químico

Este insecto ha desarrollado resistencia prácticamente a todos los insecticidas. Su combate es difícil. El insecticida selectivo a base de Avermectina B1 es efectivo para larvas del gusano en la dosis de 20 g.i.a./ha, cuando el umbral económico este de 0.25 larvas/planta .

2.6.2 Enfermedades

2.6.2.1 Enfermedades producidas por hongos

2.6.2.1.1 Oidiopsis

Leveillula taurica (Lev.) Arnaud. Es un parásito de desarrollo semi-interno y los conidióforos salen al exterior a través de los estomas. Es importante en los cultivos de pimiento y tomate y se ha visto de forma esporádica en pepino. Los síntomas que aparecen son manchas amarillas en el haz que se necrosan por el centro, observándose un fieltro blanquecino por el envés. En caso de fuerte ataque la hoja se seca y se desprende. Por lo general las hojas más viejas son más susceptibles. Las solanáceas silvestres actúan como fuente de inóculo. Se desarrolla a 10-35 °C con un óptimo de 26 °C y una humedad relativa entre 52 y 75 %. Sobreviven el invierno en residuos de cosecha como micelio y como cleistotecio en el suelo (Mendoza, 1999).

Daños: Reducción de área fotosintética y en consecuencia de la longevidad de la planta, el rendimiento y la calidad de los frutos, que por lo general son pequeños y quemados por el sol por la falta de follaje.

Métodos preventivos y técnicas culturales

- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- Utilización de plántulas sanas.

Control químico

Cuando hay condiciones favorables para su desarrollo es conveniente inspeccionar los campos y aplicar productos a base de azufre, y en caso de encontrar las primeras lesiones aplicar Bayleton u otro fungicida del grupo de los Triazoles (Sánchez, 1991)

Los productos utilizados en invernadero: azufre en sus formas: coloidal, micronizado, mojable, molido y sublimado, bupirimato, ciproconazol, dinocap, fenarimol, hexaconazol, miclobutanil, nuarimol, penconazol, pirifenox, quinometionato, triadimefon, triadimenol, triforina (Belda y Lastre, 1999; Alpi y Tognoni, 1999).

2.6.2.1.2 Podredumbre gris (Botritis)

Botryotinia fuckeliana (de Bary) Whetrel. ASCOMYCETES: HELOTIALES. Anamorfo: *Botrytis cinerea* Pers. Parásito que ataca a un amplio número de especies vegetales, afectando a todos los cultivos hortícolas bajo invernadero de Almería España. En plántulas produce Damping-off. En hojas y flores se producen lesiones pardas. En frutos se produce una podredumbre blanda (más o menos acuosa, según el tejido), en los que se observa el micelio gris del hongo. Las principales fuentes de inóculo son las conidias y los restos vegetales que son dispersados por el viento, salpicaduras de lluvia, gotas de condensación en plástico y agua de riego. La temperatura, la humedad relativa y fenología influyen en la enfermedad de forma separada o conjunta. La humedad relativa óptima oscila alrededor del 95 % y la temperatura entre 17 °C y 23 °C.. Los pétalos infectados y desprendidos actúan dispersando el hongo (Belda y Lastre, 1999).

Métodos preventivos y técnicas culturales

- Eliminación de malas hierbas, restos de cultivo y plantas infectadas.

- Tener especial cuidado en la poda, realizando cortes limpios a ras del tallo. A ser posible cuando la humedad relativa no es muy elevada y aplicar posteriormente una pasta funguicida.
- Controlar los niveles de nitrógeno.
- Utilizar cubiertas plásticas en el invernadero que absorban la luz ultravioleta.
- Emplear marcos de plantación adecuados que permitan la aireación.
- Manejo adecuado de la ventilación y el riego.

Control químico

Materias activas en invernadero: tiabendazol, carbendazima, dietofencarb, carbendazima , oxinato de cobre, clortalonil, -tiofanato, metil-tiofanato, pirimetanil, procimidona, propineb, tebuconazol, tiabendazol y tiram.

2.6.2.1.3 Alternariosis

Alternaria solani ASCOMYCETES: DOTHIDEALES.

Afecta principalmente a solanáceas y especialmente a tomate y patata. En plántulas produce un chancro negro en el tallo a nivel del suelo. En pleno cultivo las lesiones aparecen tanto en hojas como tallos, frutos y peciolo. En hoja se producen manchas pequeñas circulares o angulares, con marcados anillos concéntricos. En tallo y peciolo se producen lesiones negras alargadas, en las que se pueden observar a veces anillos concéntricos. Los frutos son atacados a partir de las cicatrices del cáliz, provocando lesiones pardo-oscuros ligeramente deprimidas y recubiertas de numerosas esporas del hongo. Fuentes de dispersión: solanáceas silvestres y cultivadas, semillas infectadas, restos de plantas

enfermas. Las conidias pueden ser dispersadas por salpicaduras de agua, lluvia, etc., o el viento. Rango de temperatura: 3-35 °C. La esporulación es favorecida por noches húmedas seguidas de días soleados y con temperaturas elevadas Alpi y Tognoni, 1999; Infoagro, 2001).

Métodos preventivos y técnicas culturales

- Eliminación de malas hierbas, plantas y frutos enfermos.
- Manejo adecuado de la ventilación y el riego.
- Utilizar semillas sanas o desinfectadas y plántulas sanas.
- Abonado equilibrado.

Control químico

Materias activas: Iprodiona, oxiclóruo de cobre, captan, tiabendazol, zineb, oxinato de cobre, metalaxil, tiram, metiram, etc.(mendoza, 1999).

2.6.2.1.4 Moho de la hoja (*Cladosporium fulvum*)

Alpi y tognoni (1999) indica que esta enfermedad puede ser más severa en hortaliza bajo condiciones de invernadero. Los síntomas se observan principalmente en el haz de las hojas, como pequeñas manchas pálidas o ligeramente amarillas, que al crecer se tornan de color café en el centro. El envés se cubre con pequeños filamentos de color sucio, y al paso del tiempo se tornan de color gris a café oscuro a manera de terciopelo. En condiciones de alta incidencia, el follaje se deshidrata por completo (Sánchez, 1991).

El agente causal es el hongo *Cladosporium fulvum* produce conidioforos libres oscuros y ramificados. La infección se efectúa cuando los conidios germinan y penetran a través de

los estomas. La dispersión del patógeno se efectúa por medio de corrientes de aire, y si esto ocurre cuando la humedad relativa es superior a los 90% y la temperatura se encuentra entre 20 y 27°C, la enfermedad se manifiesta en forma epifítica. Es notable que las plantas después de la floración son muy susceptibles a la enfermedad (Mendoza, 1999).

Control: Alpi y Tognoni(1999) aconsejan que sólo puede prevenirse mediante la aplicación eficiente y oportuna de funguicidas, entre los que sobresalen por su eficacia los productos a base de clorotalonil: Captafol, Maneb, Captan tiram, donina y Tridimefon.

2.6.2.1.5 Mancha negra del tomate

Pseudomonas syringae pv. *Tomato* (Okabe) Young et al.

Bacteriosis más frecuente en los cultivos de tomate almerienses. Afecta todos los órganos aéreos de la planta. En la hoja se forman manchas negras de pequeño tamaño (1-2 mm de diámetro) y rodeadas de halo amarillo, que pueden confluir, llegando incluso a secar el foliolo. En tallos, peciolo y bordes de los sépalos, también aparecen manchas negras de borde y contorno irregular. Las inflorescencias afectadas se caen. Tan sólo son atacados los frutos verdes, en los que se observan pequeñas manchas deprimidas. Las principales fuentes de infección las constituyen semillas contaminadas, restos vegetales contaminados y la rizosfera de numerosas plantas silvestres. El viento, la lluvia, las gotas de agua y riegos por aspersión diseminan la enfermedad que tiene como vía de penetración los estomas y las heridas de las plantas. Las condiciones óptimas de desarrollo son temperaturas de 20 a 25 °C y períodos húmedos.

Métodos preventivos y técnicas culturales

- Eliminación de malas hierbas, plantas y frutos enfermos.

- Manejo adecuado de la ventilación y el riego.
- Utilizar semillas sanas o desinfectadas y plántulas sanas.
- Abonado equilibrado.

Control químico

- Realizar tratamientos con productos cúpricos o a base de zinc.

2.6.2.2 Enfermedades producidas por virus

En cuadro siguiente se presentan las principales enfermedades del tomate causadas por virus.

Cuadro 2.3 Principales enfermedades virales del tomate, síntomas, transmisión y métodos de lucha. CELALA, 2002.

Virus	Síntomas en hojas	Síntomas en frutos	Transmisión	Métodos de lucha
CMV (Cucumber Mosaic Virus) (Virus del Mosaico del Pepino)	- Mosaico fuerte - Reducción del crecimiento - Aborto de flores	- Moteado	- Pulgones	- Control de pulgones. - Eliminación de malas hierbas - Eliminación de plantas afectadas
TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus) (Virus del Bronceado del Tomate)	- Bronceado - Puntos o manchas necróticas que a veces afectan a los peciolo y tallos. - Reducción del crecimiento	- Manchas irregulares - Necrosis - Maduración irregular	Trips (<i>F. occidentalis</i>)	- Eliminación de malas hierbas - Control de trips - Eliminación de plantas afectadas - 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 amarilleamiento. - Hojas curvadas hacia arriba	Reducción del tamaño	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	- Control de <i>B. Tabaci</i> - Eliminación de plantas afectadas - Utilización de variedades resistentes

Virus	Síntomas en hojas	Síntomas en frutos	Transmisión	Métodos de lucha
ToMV (Tomato Mosaic Virus) (Virus del Mosaico del Tomate)	<ul style="list-style-type: none"> - Mosaico verde claro-verde oscuro - Deformaciones sin mosaico - Reducción del crecimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Manchas pardo oscuras externas en internas en frutos maduros - Manchas blancas anubarradas en frutos verdes - Necrosis 	<ul style="list-style-type: none"> - Semillas - Mecánica 	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar la transmisión mecánica - Eliminar plantas afectadas - Utilizar variedades resistentes
PVY (Potato Virus Y) (Virus Y de la Patata)	Manchas necróticas internerviales	No se han observado	Pulgones	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminación de malas hierbas - Control de pulgones - Eliminación de plantas afectadas
TBSV (Tomato Bushy Stunt Virus) (Virus del Enanismo Ramificado del tomate)	<ul style="list-style-type: none"> - Clorosis y amarilleamiento fuerte en hojas apicales - Necrosis en hojas, peciolo y tallo. 	Manchas necróticas	<ul style="list-style-type: none"> - Suelo (raíces) - Semilla 	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminación de plantas afectadas - Evitar contacto entre plantas

2.7 ALTERACIONES DEL FRUTO

2.7.1 Podredumbre apical (blossom-end rot)

La aparición de esta fisiopatía está relacionada con niveles deficientes de calcio en el fruto. El estrés hídrico y la salinidad influyen también directamente en su aparición. Existen también distintos niveles de sensibilidad varietal. Comienza por la zona de la cicatriz pistilar como una mancha circular necrótica que puede alcanzar hasta el diámetro de todo el fruto (Tello y Del Moran, 1999).

2.7.2 Golpe de sol

Se produce como una pequeña depresión en los frutos acompañada de manchas blanquecinas. Ocurre cuando se expone a los rayos directos después de un desarrollo sombreado (Tello y Del Moran, 1999; Blancard, 1999)..

2.7.3 Rajado de frutos

Las principales causas de esta alteración son: desequilibrios en los riegos y fertilización, disminución brusca de las temperaturas nocturnas después de un período de calor (Tello y Del Moran, 1999)..

2.7.4 Otras alteraciones

Jaspeado del fruto. Se produce por desequilibrios en la relación N/K, dando lugar a la aparición de un jaspeado verde en la superficie del fruto, Cat-face o cicatriz leñosa pistilar, etc. (Blancard, 1990).

2.8 COSECHA

La recolección debe hacerse con cuidado a fin de mejorar la calidad del fruto y la vida de anaquel. Cubrir las cajas con materiales suaves, recolectar por la mañana cuando las temperaturas son bajas y no magullar la fruta arrojándola a las cajas o llenándolas en exceso. Dos pisos por cajas son suficiente (Howard,1995).

La maduración del tomate comprende una serie de cambios físicos y químicos que ocurren en el fruto fisiológicamente maduro dando lugar a un producto atractivo por su apariencia externa, aroma y sabor. Dentro del proceso madurativo, también se destaca la degradación del almidón y el aumento de los azúcares reductores, mientras que los ácidos orgánicos disminuyen (Wills *et al.*, 1989). Como típico fruto climatérico, la producción de etileno se incrementa con el avance de la maduración (Murray y Yommi, 1995)

2.9 CALIDAD DEL FRUTO

Blatta (2001). Los parámetros de calidad relacionados con el proceso de maduración deben presentar la mayor homogeneidad posible, por ello es fundamental que haya uniformidad de color, calibres y consistencia entre frutos de un mismo racimo y entre distintos racimos, por otro lado es deseable que la firmeza del fruto sea elevada, y que estos tengan suficiente aguante desde su maduración en rojo hasta su consumo.

2.9.1 Grados Brix (° Brix)

Osuna (1983) menciona que se le llama grados brix, a las sustancias solubles en agua, que reflejan la cantidad de sólidos totales que contienen los frutos en por ciento. A mayor valor es más deseable; un valor mayor o igual a 4.0 es considerado bueno. Además, este investigador encontró una relación directa entre sólidos solubles y firmeza; a mayor concentración de sólidos, mayor la firmeza.

Murray *et al.* (2001) reportaron que en tomate el estado de madurez en el momento de la cosecha es determinante de la calidad y duración de la vida postcosecha. La vida poscosecha es mayor cuanto menos maduros se cosechen. El estudio se realizó cosechando en tres estados de madurez: Grado 3: Pintón (hasta 10 % de coloración rosada), Grado 4: Rosado (más de 30 % y menos de 60 % de coloración rosada) y Grado 6: Rojo (más del 90 % de la superficie de color rojo). Concluyeron que, en función de la evolución del color y la relación SS/AT, la calidad organoléptica de los frutos cosechados pintones (grado 3) y rosados (grado 4) fue similar a la de los frutos cosechados rojos (grado 6), necesitando 4 días y 7 días de maduración, respectivamente (Cuadro 5).

Cuadro 2.4 Sólidos solubles, acidez y relación Sólidos Solubles/acidez en tomates cherry (cv. Supers sweet VF 100) cosechados en tres grados de madurez y madurados a 20 °C hasta alcanzar el Grado 6. CELALA, 2002.

Momento de Evaluación	Grado de madurez a la cosecha	SS (°Brix)	AT (% de ácido Cítrico)	SS/AT
Cosecha	Pintón (3)	5.2 d	0.81 b	6.42 b
Cosecha	Rosado (4)	6.6 b	1.01 a	6.53 b
Cosecha	Rojo (6)	7.2 a	0.96 a	7.50 a
7 días a 20°C	Pintón (3)	5.9 c	0.81 b	7.28 a
4 días a 20°C	Rosado (4)	6.6 b	0.85 b	7.76 a

Cuartero *et al.*, (1999) indican que la salinidad afecta el sabor de los frutos al influir en la concentración de azúcares y ácidos. Recomiendan utilizar agua moderadamente salina (3-6 ds/m) para mejorar la calidad de los frutos que se van a procesar como pasta y sirve para fijar precio de compraventa en el mercado.

Por otro lado, Mizrahi *et al.* (1988) y Siton *et al.* (1996) encontraron que el riego de tomate y otras hortalizas con aguas salinas reduce el tamaño del fruto y el rendimiento total, pero por otro lado mejora la calidad del fruto al incrementar la concentración de azúcares reducidos, la acidez y el total de sólidos solubles, mejorando así el sabor del fruto.

Diez (1995) afirma que en tomate destinado para procesado y consumo en fresco, son importantes las características de calidad externa, forma color y tamaño al igual que los caracteres de calidad interna, como acidez, contenido de azúcares y materia seca. Además menciona que en la mayoría de los cultivares industriales el contenido de los sólidos solubles (°Brix) se sitúa entre 4.5 y 5.5 ° Brix y el pH del jugo se sitúa entre 4.2 y 4.4.

2.9.2 Tamaños

Rendon *et al.* (1983) indican que clasificar ocho tamaños de frutos en dos calidades es un trabajo excesivo, debido a que solo se agrupan en tres tamaños. Por lo tanto sugieren una nueva nomenclatura de México 1 (exportación) y México 2 (nacional) y clasifican a cada una en tamaños grande, mediano y chico (Cuadro 5).

Cuadro 2.5 Clasificación del fruto de tomate por tamaños en cada tipo de calidad: México 1 y México 2. CELALA, 2002.

Tamaño	Diámetro ecuatorial (mm)	
	Mínimo	Máximo
Grande	73	No requerido
Mediano	64	72
Chico	48	63

2.10 ANTECEDENTES DE PRODUCCIÓN DE TOMATE EN CONDICIONES DE INVERNADERO

2.10.1 Producción

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.

Takahi (2001) estudiando la producción de tomate en sistema de cultivo sin suelo abierto y cerrado, no detectó diferencias significativas en rendimiento de fruto comercial pero

el sistema abierto produjo mayor rendimiento de frutos grandes y mayor cantidad de frutos con podredumbre apical.

Wilhelm (1982) evaluando cuatro cultivares (Cadagio, Lucy, Pyros y Hellfrucht) de tomate con el manejo de entutorado bajo condiciones de invernadero de cubierta plástica, sin calefacción bajo riego por goteo obtuvo como resultado que el acolchado con plástico negro incrementó la producción total por m^2 obteniendo $10.6 \text{ kg}/m^2$ en el cultivar Pyros.

Ibarra y Quezada (1992) sugieren producir tomate en condiciones de invernadero y túneles, cuando las condiciones climáticas al aire libre no lo permitan, teniendo bajo consideración que los dos sistemas de producción compensan de 3 a 4 °C en las temperaturas mínimas en ausencia de inversiones térmicas. Sugiere también su uso, cuando el rendimiento sea prioritario. El acolchado de suelos con plástico negro en invernadero, túneles y aire libre es recomendable por el ahorro de agua y la ausencia de malezas.

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 Solarset (Determinado) y Daniela (indeterminado), reportaron producciones entre 21.3 y $29.3 \text{ kg}/m^2$. No se encontró diferencia significativa para la variable peso del fruto.

2.11 INTERACCIÓN GENOTIPO AMBIENTE

Falconer (1978) menciona que el problema principal de la interacción genotipo-ambiente, se relaciona con la adaptación de los individuos a ciertas condiciones, de tal manera que dicha interacción puede significar que el mejor genotipo de un ambiente no lo sea en otro diferente. Por otro lado, Márquez, (1976) definió la interacción genotipo-ambiente

como el comportamiento relativo diferencial que exhiben los genotipos cuando se les someten a diferentes ambientes, mientras que Carballo (1970) indica que el comportamiento de una variedad en diferentes medios ambientes se ha tratado de expresar en función del término estabilidad. Siendo una variedad estable, aquella que interacciona menos con el ambiente. Esta condición aunada a un rendimiento promedio elevado, son deseables en cualquier variedad.

Moll y Stuber (1974) explican que un genotipo es estable si de alguna manera puede ajustar sus respuestas fenotípicas para proporcionar alguna medida de uniformidad a pesar de los cambios ambientales; si se desean variedades que se comporten bien sobre un rango de ambientes, entonces el programa es favorecido por pequeñas interacciones, si por el contrario se desean variedades bien adaptadas a ambientes muy específicos, entonces el programa puede ser beneficiado por grandes interacciones.

Currence *et al.* (1964) encontraron una relación entre rendimiento varietal y aptitud combinatoria general para rendimiento de tomate. Sugiriendo que las variedades más rendidoras para una localidad producirían probablemente los mejores híbridos F_1 .

Stoffella (1983) evaluó 8 variedades y 2 líneas avanzadas de tomate en diferentes sistemas detectó interacción genotipo-ambiente para peso y número de frutos comerciales, así mismo diferencias genotípicas en estabilidad del rendimiento. Usando los parámetros de estabilidad consideró como estables y de alto rendimiento a: Floradade y dos líneas avanzadas y fueron inestables los genotipo Sunny, Haysleep y Walter pf.

Con el propósito identificar los mejores progenitores de alta aptitud combinatoria, Sánchez (1983) estudio el comportamiento de 8 progenitores de tomate, así como 25 híbridos simples de habito determinado e indeterminado, bajo un diseño dialélico modelo II de Griffing, bajo condiciones de invernadero. Para las variables rendimiento total, comercial,

número de flores, firmeza de fruto y grosor de pericarpio encontró efectos aditivos significativos y para número de lóculos estos efectos fueron no aditivos, para grados brix fueron importantes tanto los aditivos como los no aditivos.

Morales (1995) en un estudio realizado con el fin de evaluar 6 genotipos de *Lycopersicon esculentum* Mill. Utilizando un diseño experimental de bloques al azar con 2 repeticiones, se estimó la estabilidad de los genotipos a través de los tratamientos (ambientes) indica que el mejor tratamiento fue DoubleX40 y el genotipo de mayor rendimiento fue Summer Flavor éste por presentar mayor valor de ecovalencia lo considera inestable.

Herrera (1985) evaluando el rendimiento y estabilidad en cultivares e híbridos de tomate, para este estudio se realizaron tres experimentos en diferentes condiciones de manejo. Dos de ellos se efectuaron en el campo experimental Ebanos S. L.P. en estacado y piso. El tercero en el campo exp. La Huasteca en Cuahutemoc, Tam., manejado en temporal. Indica a Floradade y Hayslip como los cultivares más sobresalientes en rendimiento y calidad en los tres experimentos, con un comportamiento estable.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y TIPO DE INVERNADERO

En el periodo de Agosto- enero de 1999 - 2000 y en el segundo experimento en 2000 – 2001, se realizó el presente estudio en el Campo Experimental La Laguna (CELALA), ubicado en el km 17.5 de la carretera Torreón - Matamoros, en un invernadero tipo semicircular compuesto de cubierta de fibra de vidrio y con estructura totalmente metálica, la ventilación del invernadero se encuentra automatizada pero no existen instalaciones de climatación suficientes.

3.2 UBICACIÓN

El CELALA se ubica en las coordenadas geográficas de 103°14' de longitud oeste al meridiano de Greenwich y 25°32' de latitud norte con una altura de 1120 msnm (CETENAL, 1970).

3.3 CLIMA

Palacios (1990) define el clima de la región como bWhw (f), es decir, muy seco con lluvias en verano. Los registros de temperatura indican una media anual de 21°C, presentando su valor más bajo en enero y el más alto en julio. La precipitación promedio es de 220 mm anuales, situación que limita la práctica de una agricultura de temporal. Las heladas ocurren de noviembre a marzo, teniéndose un periodo libre de heladas de abril a octubre. La cantidad de agua para esta región es escasa en todas las estaciones del año, en el mes más lluvioso tiene una acumulación de 36.6 mm. En cuanto al mes más seco solo alcanza 1.5 mm; La humedad varia en el año; en primavera tiene un valor promedio de 30.1%, En otoño de 49.3% y finalmente en invierno un 43.1% (CENID-RASPA, 2000).

3.4 GENOTIPOS

En el periodo agosto-enero de 1999–2000 se evaluaron 22 genotipos de tomate de crecimiento indeterminado y con la característica de larga vida de anaquel los cuales se pueden observar en el Cuadro 1. Para el ciclo 2000–2001 se evaluaron 13 genotipos de tomate de crecimiento indeterminado y determinado incluyendose los mejores cinco del ciclo anterior, por la razón de seleccionar los genotipos con aceptable calidad de fruto y los mas altos rendimientos, los cuales se pueden observar en el Cuadro 2.

3.5 SUSTRATO

En el primer año, la siembra se efectuó el 6 de agosto en charolas germinadoras de 200 celdas, usando como sustrato el musgo Canadiense (turba) y el trasplante se realizó el 10 de septiembre de 1999. Para el segundo año la siembra se efectuó el 12 de agosto usando el mismo sustrato y el trasplante se realizó el 30 de septiembre del 2000. En ambos años se utilizaron macetas de 25 kg con sustrato de arena previamente desinfectada y lavada, se instalaron en doble hilera con arreglo tresbolillo espaciadas a 30 cm entre plantas y a 70 cm entre pasillos.

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

En el primer ciclo el diseño experimental empleado fue bloques al azar con 6 repeticiones y la unidad experimental fueron dos plantas por genotipo, mientras que en la segunda etapa el diseño experimental empleado fue bloques al azar con 4 repeticiones y la unidad experimental fueron cuatro plantas por genotipo, en ambos casos la superficie sembrada fue de aproximadamente de 100 m².

3.7 MANEJO DEL CULTIVO

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo eliminando los brotes axilares, ésta realizarsó de abajo hacia arriba para no perder la guía principal, sé entutoró sosteniendo la planta con rafia cuando alcanzó una altura de 30cm para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y fruto toquen el suelo.

Cuando inició la etapa de floración se procedió a la polinización con un vibrador (cepillo dental eléctrico) el cual se pasó por el pedúnculo de la inflorescencia por un lapso de 3 seg. de 4 veces por semana.

Durante la fructificación en el punto rosado de los primeros racimos se procedió a deshojar, eliminando las hojas que quedan debajo de éste, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporque a fin de aumentar la formación de mayor número de raíces cubriendo la parte inferior de la planta con arena.

3.8 FERTILIZACIÓN Y RIEGOS

Para el manejo del agua la máxima cantidad aplicada fue de 2 litros por planta por día por fertirrigación, los niveles de concentración de las soluciones nutritivas para cada etapa se usaron como base los resultados citados por Zaidan y Avidan (1997), pero se hicieron algunos ajustes según lo fuera requiriendo la planta, por ejemplo en etapa de fructificación se incrementó el 20 % de calcio para reducir el daño por pudrición apical (Cuadro 3.3.). Para evitar acumulaciones de sales se dieron un total de tres lavados de macetas durante el desarrollo de la planta.

Cuadro 3.1 Genotipos de tomate cultivados bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno de 1999-2000 en la Comarca Lagunera.

Genotipo	Fruto	Compañía
1.-Norma	Bola	Royal Slui
2.-Andre	Bola	Peto Seed
3.-Gabriela	Bola	Hazera
4.-Red Chief	Bola	Bruinsma
5.-Anastasia	Bola	Bruinsma
6.-Daniela	Bola	Hazera
7.-Brillante	Bola	Hazera
8.-136150	Bola	Harris M.
9.-136240	Roma	Rogers
10.-136225	Roma	Rogers
11.-FA-852	Bola	Hazera
12.-136114	Bola	Hazera
13.-Max	Bola	Peto Seed
14.-Fanny	Bola	Royal Sluis
15.-FA-574	Bola	Hazera
16.-Cambria	Bola	Peto Seed
17.-BS331475	Bola	Bruinsma
18.-136066	Saladet	Harris M.
19.-136224	Roma	Rogers
20.-870	Bola	Hazera
21.-136151	Roma	Vilmorin
22.-136058	Roma	Hazera

Cuadro 3.2 Genotipos de tomate cultivados bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno de 2000-2001 en la Comarca Lagunera.

Genotipo	Fruto	Compañía
1.-Norma	Bola	Royal Slui
2.-Tom Cat (BS 2914)	Bola	Bruinsma
3.-Gabriela	Bola	Hazera
4.-Andre	Bola	Peto Seed
5.-Red Shine (BS 2225)	Bola	Bruinsma
6.-Vorage (BS2637)	Bola	Bruinsma
7.-Red Chief	Bola	Bruinsma
8.-Hay Sleep	Bola	Asgrow
9.-Anastasia	Bola	Bruinsma
10.-Sunny	Bola	Asgrow
11.-Filón (BS 8586)	Bola	Bruinsma
12.-Floradade	Bola	Asgrow
13.-FA-2612	Saladett	Sakata

3.9 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Se establecieron trampas amarillas para el control de plagas, Se realizaron revisiones visuales de la planta cada semana, desde las charolas hasta la cosecha. Los agentes causales de las enfermedades encontradas se identificaron colocando tejido dañado previamente desinfectados en medio de cultivo papa dextrosa-agar (PDA) y mediante observaciones directas en el microscopio compuesto. Para evaluar la incidencia se contaron el numero total de plantas y mediante observaciones visuales semanales, se cuantificó el número de plantas enfermas para determinar su porcentaje. Después del trasplante se presentaron problemas radicales debido a los hongos *Rhizoctonia solani* y *Fusarium spp*, con una incidencia muy baja los cuales se controlaron con aplicaciones en el agua de riego de Tecto-60 (Tiabendazol) en dosis de 250g/ha.

Cuadro 3.3 Solución nutritiva empleada en ambos ciclos del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en el otoño-invierno 1999-2000 y 2000-2001. CELALA 2002.

Solución	1ª Fase plantación y establecimiento	2 Fase Floración y cuajado	3 Fase Inicio de maduración	4 Fase de Cosecha
A). Ac. Fosforico	86 g	86 g	169 - 246 g	281 g
B). KNO ₃	55 g	385 g	495 g	825 g
Ca(NO ₃) ₂	60-120 g	300 -420g	405 – 540 g	675 g
Mg(NO ₃) ₂	20 g	140-216 g	216 g	360 g
Zn(EDDHA)	4 g	14 g	9 g	15 g
Maxiquel multi	2.7 g	14 g	18 g	30 g
Cu 150 p.p.m.	0.2 g	1.5 g	2.19 g	2.19 g
Mo 5 p.p.m.	0..03 g	0.05 g	0.07 g	0.07 g

Cada solución en 18 lt de agua

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%, ya que son los requerimientos de clasificación por color del USDAAMSFV (1975).

3.11 VARIABLES EVALUADAS

En los dos años del experimento las variables medidas fueron altura de planta, inicio de floración, 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. También Se realizaron revisiones visuales de plagas y enfermedades presentes en la planta.

3.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para el presente estudio se realizó un análisis de varianza para cada año, 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%. Con los cinco genotipos que se evaluaron en ambos años se llevó a cabo un análisis de varianza combinado para cada una de las características estudiadas, para determinar la existencia o no, de interacción genotipo-ambiente. Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DESARROLLO VEGETATIVO

Los 22 genotipos de tomate cultivados en 1999-2000 son mostrados en el cuadro 1. Las plantas crecieron muy vigorosas, cubriendo eventualmente el espacio entre hileras,, todos los genotipos tuvieron un crecimiento indeterminado

4.1.1 Altura de la planta

Análisis individual

A). En el experimento 1 (1999-2000). Entre los tratamientos evaluados se observaron diferencias altamente significativas para altura de planta, Los genotipos de mayor altura y estadísticamente iguales fueron Cambría, Norma, y Anastasia con 327, 303 y 299 cm respectivamente, mientras que el genotipo de menor altura fue Red Chief con 233.5 cm (Cuadro 4.1).

B). Para el segundo ciclo (2000-2001) los resultados del análisis de varianza para esta variable también mostraron diferencias significativas entre genotipos. Los genotipos de mayor altura y estadísticamente iguales fueron Anastasia, Gabriela, Tom Cat , Vorage y Norma y el genotipo de menor altura fue nuevamente Red chief con 171.4 cm (Cuadro 4.2).

Análisis combinado

C). El análisis combinado para la variable altura detectó diferencias significativas altas entre años y genotipos así como para su interacción genotipo x año (Cuadro 4.3).siendo el año el más importante ya que presentó mayor efecto, 19% superior al genotipo. El efecto de año para altura es indicio de que son las condiciones ambientales y no los genotipos la causa principal de la variación. la altura promedio del ciclo1999-2000 fue superior al

obtenido en el ciclo 2000-2001 una posible causa lo fue el trasplante tardío en el segundo año. La prueba de comparación de medias permitió afirmar que los genotipos Anastasia y Norma son los más altos en ambos años con una altura promedio de 256 y 251 cm, respectivamente, mientras que el genotipo de menor altura fue Red chief con 206 cm. (Cuadro 4.4)

Cuadro 4.1 Variables altura de planta e inicio de floración de 22 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 1999-2000. CELALA, 2002.

Genotipo	Altura (cm)	Días a Floración
Norma	302.6 ab	67.7 ab
Andre	238.2 fg	67.5 abc
Gabriela	255.3 defg	65.5 bc
Red Chief	233.5 g	69.7 a
Anastasia	299.8 abc	62.0 def
Brillante	250.0 efg	64.6 bcdef
Max	249.2 efg	64.7 abcd
FA-852	251.2 efg	61.2 ef
870	263.3 cdefg	62.8 cdef
BS331475	264.5 cdefg	64.8 bcde
Fanny	281.8 bcde	62.3 cdef
Cambria	327.0 a	62.3 cdef
Daniela	281.8 bcde	64.5 bcdef
136225	253.7 efg	66.5 abc
136151	266.7 bcdefg	67.8 ab
136224	275.0 bcdef	65.8 abcd
FA-574	247.0 efg	66.5 abc
136066	283.2 bcde	67.3 ab
136150	295.8 abc	56.3 g
136114	273.2 bcdef	62.5 cdef
136058	291.2 abcd	67.7 ab
136240	247.0 efg	60.5 fgc
DMS (.05)	37.11	4.19
Media	269.4	64.6
C.V.	12.03	5.66

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

Cuadro 4.2 Variables altura de planta e inicio de floración de 13 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero durante el otoño-invierno del 2000-2001. CELALA, 2002.

Genotipo	Altura (cm)	Días a Floración
Tom Cat	199.3 a	74.3 cde
Anastasia	197.3 a	76.3 cde
Vorage	196.8 a	72.0 e
Filón	192.0 a	75.0 cde
Gabriela	190.4 a	80.5 abcd
Norma	189.5 ab*	78.3 bcde*
Red shine	189.0 ab	77.75 bcde
Andre	187.4 ab	80.0 bcde
Red chief	171.4 b	73.0 ed
Hay Sleep ¹	-	86.5 a
Sunny ¹	-	85.5 a
Floradade ¹	-	82.0 abc
DMS (.05)	12.18	8.14
Media	190.5	78.4
C.V.	5.02	7.21

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

¹Hay Sleep, Sunny y Floradade son genotipos de crecimiento determinado por esta razón no fueron evaluados en la variable altura

Cuadro 4.3 Cuadros medios de los Análisis de varianza combinado para las variables altura y floración de plantas de tomate en invernadero durante el otoño-invierno del 1999-2000 y 2000-2001. CELALA 2002.

F. V	GL	CUADRADOS MEDIOS	
		ALTURA	FLORACION
Año	1	76912.90 **	1276.9 **
Año(Rep)	6	198.03 NS	48.7 NS
Genotipo	4	3849.35 **	33.7 NS
Geno x Año	4	1902.8 **	47.0 NS
Error	27	253.7	21.3

Cuadro 4.4 Interacción altura de planta de cinco genotipos bajo condiciones de invernadero otoño-invierno del 1999-2000 y 2000-2001 medias del análisis combinado. CELALA 2002.

Genotipo	1999-2000	2000-2001	media
Anastasia	315 a *	197 a *	256.4 a
Norma	313 a	189 ab	251.4 a
Gabriela	259 b	190 ab	224.7 b
Andre	245 b	187 ab	216.2 c
Red Chief	241 b	171 b	206.4 bc
Media	274.9 a	187.2 b	

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

4.1.2 Inicio de floración

A). En el experimento 1 (1999 – 2000) el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos donde los genotipos más precoces fueron 136050 y 136240 que iniciaron la floración a los 56 y 61 días después de la siembra (DDS) mientras que el genotipo más tardío fue Red Chief con 68 DDS.

B). En el experimento 2 (2000-2001) también se detectaron diferencias estadísticas entre genotipos siendo los más precoces: Vorage y Red Chief con 72 y 73 DDS respectivamente, y los genotipos más tardíos fueron: Haiy sleep y Sunny que empezaron a florear a los 86.5 y 85.5 DDS, respectivamente.

C). El análisis combinado detectó diferencias significativas entre años, y no las hubo para la fuente de variación genotipos y su interacción (genotipoxaño) (Cuadro 4.5) . El efecto de año para floración es indicio de que son las condiciones ambientales y no los genotipos fueron la causa principal de la variación en inicio de la floración, lo que indica que el primer ciclo fue mas precoz, en el cuadro 4.10 se puede observar que el genotipo Anastasia fue el

más precoz con 68.6. confirmándose lo expuesto por Cássares *et al.*, (2000) quienes mencionan que cuando el tomate se somete a condiciones de estrés, el cultivo completa sus etapas fenológicas en forma más precoz, sin embargo, se reduce el rendimiento.

4.2 PLAGAS Y ENFERMEDADES

4.2.1 Plagas

En ambos ciclos la principal plaga que se presentó fue la mosquita blanca de la hoja plateada (*Bemisia argentifolli* Bellows & Perring) y como plagas secundarias se presentaron la mosquita blanca de las alas bandeadas (*Trialeurodes abutilonea* Haldeman) y el minador de la hoja (*Liriomyza munda* Frick) al inicio de la temporada. Dichas plagas fueron controladas al principio con una aplicación de Endosulfan 35% (2 l/ha), posteriormente se empleó una mezcla de 30 ml Mitac 20 CE y 30 ml de Endosulfan al 35%, disueltos en 10 litros de agua.

4.2.2 Enfermedades

A). En la primera fase (1999-2000) después del trasplante se presentaron problemas radicales debido a los hongos *Rhizoctonia solani* y *Fusarium spp*, con una incidencia muy baja los cuales se controlaron con aplicaciones en el agua de riego de Tecto-60 (Tiabendazol) en dosis de 250g/ha. A los 62 días después del trasplante se presentó un enrollamiento de hojas, principalmente en la parte media de la planta, esta condición ocurre cuando existen demasiados frutos, cuando se presentan condiciones climáticas extremas, o con poda severa, exceso de sales en el suelo, periodos de sequía prolongados o suelo húmedo (Blancard, 1996). En el Cuadro 4.5 se puede observar que el genotipo menos afectados por el enrollamiento fue Red Chief con 0.83 de severidad seguidos por Norma y Andre con 1.66 y 1.58 de severidad respectivamente. El genotipo más afectado fue 136058

con 3.75 de severidad, no se encontraron agentes fitopatógenos asociados a este enrollamiento.

Casi al final de la cosecha, a los 83 días después del transplante se detectó cenicilla (*Leveillula taurica* Lev. Arn.) y el moho verde (*Cladosporium fulvum*, Cooke), ambos fitopatógenos se presentaron en forma conjunta, con una incidencia del 66.4% y una severidad de 2.0 (25% del follaje dañado). Ambos patógenos se propagan a través del viento. La cenicilla produce manchas amarillas y un vello blanco. La cladosporiosis produce manchas amarillo claro que posteriormente se observan de color pardo oliváceo debido a las fructificaciones del hongo (Blancard, 1996). Los genotipos también presentaron diferencias en daños por los patógenos siendo el más dañado 136150 con 2.00 de severidad, seguido por Cambria con 1.91, y el menos dañado fue el genotipo Norma con 0.58 de severidad (Cuadro 4.6). Todas las plantas fueron tratadas con los funguicidas Tecto 60 (Tiabendazol) como preventivo, el Ridomil Bravo y Amistar como curativo, ambos en concentraciones de 2 g / litro de agua.

B). En el ciclo 2000 – 2001, a los 67 días después del transplante se observaron manchas verde pálido en las hojas, detectándose cenicilla y cladosporium, con una incidencia final de 16%. En este periodo no se encontró diferencia significativas entre los tratamientos sin embargo, el genotipo Norma fue el genotipo que presento más daño, en el ciclo anterior este mismo genotipo fue el menos dañado por estos hongos, lo que indica que de acuerdo a las condiciones prevalecientes del invernadero (temperaturas, humedad y nutrición) puede variar su susceptibilidad. Los genotipos que no presentaron daños por cenicilla- cladosporiosis fueron Gabriela y Red Chief. También se observo el enrollamiento de hojas debido a cambios bruscos de temperatura (Cuadro 4.7) En este ciclo no se presentaron problemas radicales en el transplante debido a que las plántulas no tuvieron problemas de enfermedades.

Cuadro 4.5 Severidad del enrollamiento de las hojas de 22 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno de 1999-2000. CELALA 2002:

Genotipo	Severidad ¹
Anastasia	2.33
Daniela	2.25
Gabriela	1.91
Norma	1.66
Andre	1.58
Red Chief	0.83
136058	3.75
136150	2.90
136114	2.83
Brillante	2.50
FA-852	2.45
136224	2.41
136066	2.33
136240	2.25
Cambria	2.25
870	2.16
136151	2.08
Fanny	2.08
Max	2.00
FA-574	2.00
B5 331475	1.58
136225	1.27
Mayor	3.75
Menor	0.83
Media	2.15
DMS (P<0.05)	0.47

Severidad ¹ : 0=planta sana; 1= inicio de síntoma; 2= 25% del follaje enrollado; 3=50% follaje enrollado; 4=>50% del follaje enrollado. DMS (P<0.05) = diferencia mínima significativa

Cuadro 4.6 Severidad de la cenicilla (*Leveillula taurica* Lev. Arn.) y cladosporiosis (*Cladosporium fulvum* Cooke) en 22 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno de 1999-2000.

Genotipos	Severidad ¹
Anastasia	1.83
Andre	1.41
Gabriela	1.25
Daniela	0.75
Red Chief	0.75
Norma	0.58
136058	1.66
136150	2.00
Cambria	1.91
Anastasia	1.83
136114	1.83
136225	1.72
136224	1.50
136240	1.50
B5331475	1.50
FA-852	1.27
870	1.25
FA-574	1.25
Max	1.25
Brillante	1.16
136066	0.91
Fanny	0.83
136151	0.66
Mayor	2.00
Menor	0.58
Media	1.23
DMS (P<0.05)	1.24

Severidad ¹ : 0=planta sana; 1= inicio de síntoma; 2= 25% del follaje enrollado; 3=50% follaje enrollado; 4=>50% del follaje enrollado. DMS (P<0.05) = diferencia mínima significativa

4.3 CALIDAD DE FRUTO

4.3.1 Peso promedio del fruto

A). En ciclo 1999-2000 se detectaron diferencias altamente significativas para esta variable. El peso del fruto fluctuó entre 167 y 70.1 g, el genotipo que presento el mayor peso fue Red Chief, mientras que el de menor peso fue 136114 (Cuadro 4.8).

Cuadro 4.7 Severidad de la cenicilla (*Leveillula taurica* Lev. Arn.) y cladosporiosis (*Cladosporium fulvum* Cooke) en 13 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno de 2000-2001

Genotipos	Severidad ¹
Norma	1.12
Sunny	1.00
Floradade	0.41
Anastasia	0.37
Filon	0.33
Hay Sleep	0.08
Andre	0.25
Red Chief	0.06
Gabriela	0.00
Tom Cat	0.08
AF-2612	0.08
Red Shine	0.00
Vorage	0.00
DMS (P<0.05)	NS

B). En el experimento 2 (2000-2001) no se evaluó el genotipo FA-2612 para las variables rendimiento y calidad, por no producir frutos, y si produjo fue un fruto por planta ; por esta razón no aparece en los cuadros 4.9 y 4.13. El análisis de varianza para esta variable mostró diferencias estadísticas altamente significativas entre los genotipos, el valor promedio para peso del fruto fue de 118.34 g, destacando el genotipo Andre con un peso de 190.53 g, mientras que el genotipo Tom Cat presentó el menor peso con 77.1 g.

C). El análisis combinado encontró diferencias altamente significativas entre genotipos y se detectaron diferencias significativas para la interacción genotipo x año, sin embargo, no se detectaron diferencias significativas para años . En el cuadro 4.10 se pueden observar que los genotipos de mayor peso fueron Red Chief y Andre con 174 en el ciclo 1999-00 y 195 g en el segundo ciclo, respectivamente mientras que los genotipos de menor peso fueron Gabriela y Anastasia con 158.9 y 114.9 g, respectivamente.

4.3.2 Diámetro polar

A). En el ciclo 1999-2000 el diámetro polar promedio del fruto fue de 4.1 cm, el análisis mostró diferencias altamente significativas entre genotipos, el genotipo que presentó el mayor diámetro (4.3 cm) fue Andre y el de menor diámetro fue Daniela (3.5 cm) se pueden observar los datos en el cuadro 4.8.

B). En el ciclo 2000-2001 los resultados del análisis de varianza para esta variable encontró diferencias altamente significativas entre genotipos, el diámetro polar promedio fue 3.29 cm, los genotipos con mayor diámetro polar fueron Andre y Red Chief con 3.85 y 3.77 cm, respectivamente, mientras que el genotipo de menor diámetro fue Filón (Cuadro 4.9).

C). El análisis combinado mostró diferencia altamente significativa para la fuente de variación año y genotipos pero no significativa para la interacción año x Genotipo. La comparación de medias encontró a Gabriela como el genotipo con menor diámetro polar, Andre y Red Chief como los de mayor diámetro con 4.07 y 4.03 cm, respectivamente (Cuadro 11).

4.3.3 Diámetro ecuatorial

A). En la primera fase (1999-2000) el diámetro ecuatorial vario de 6.0 a 3.5 cm y el genotipo de mayor diámetro fue FA-852 y el genotipo con menor diámetro fue 136240. Los parámetros de calidad concuerdan con las normas Mexicanas de calidad (NMX-FF-03)(Cuadro 4.8).

B). En la segunda etapa (2000-2001) en el cuadro 4.9 se presenta la comparación de media en el cual se puede observar que existió diferencias altamente significativas resultando el genotipo de mayor diámetro Andre con 6.14 cm, el de menor diámetro fue Tom Cat con 3.9 cm.

C). El análisis de varianza combinado para los cinco genotipos mostró diferencias altamente significativas entre genotipos, no se encontró diferencia significativa para las fuentes de variación año y genotipo por año. Para esta variable correspondiendo el mayor diámetro a Andre con 5.87 cm, y el menor a Gabriela con 4.5 cm (Cuadro 4.11)

Cuadro 4.8 Variables de calidad del fruto de 22 genotipos de tomate en invernadero. CELALA otoño-invierno de 1999-2000.

Genotipo	Peso (g)	Diám. polar (cm)	Diám. ecua (cm)	Grado Brix	Esp. pulpa (cm)	No de lóculos	Color Interno	Color externo
Norma	130.8	3.7	5.1	4.6	0.7	4	31 C	31 A
Andre	152.6	4.3	5.3	4.9	0.5	5	35 B	31 A
Gabriela	121.2	3.7	4.9	5.0	0.7	3	42 B	31 A
Red Chief	167.0	4.2	5.5	4.8	0.7	5	31 C	31 A
Anastasia	106.0	4.0	5.0	4.6	0.7	3	34 C	31 A
Brillante	118.4	4.3	5.1	4.7	0.8	3	31 C	32 A
Max	136.2	3.8	5.0	4.8	0.5	5	31 C	34 A
FA-852	111.2	4.4	6.0	4.6	0.7	3	31 C	32 A
870	116.1	4.0	5.0	4.7	0.7	3	31 D	33 A
BS331475	120.2	3.6	4.9	4.7	0.6	4	31 D	32 A
Fanny	127.2	4.0	5.0	4.8	0.7	4	34 B	34 A
Cambria	87.5	3.8	4.6	5.2	0.9	4	31 C	33 A
Daniela	106.0	3.5	4.6	5.2	0.7	3	42 B	31 A
136225	90.6	4.2	4.3	4.6	0.7	3	31 C	33 A
136151	107.6	3.8	4.9	5.2	0.7	3	31 D	32 A
136224	91.0	4.5	4.2	4.9	0.7	3	31 C	34 A
FA-574	149.1	4.0	5.5	4.9	0.6	5	42 B	32 A
136066	106.7	5.5	4.0	4.8	0.7	2	34 C	34 A
136150	75.2	5.2	4.0	4.6	0.7	3	31 C	31 A
136114	70.1	4.3	4.0	4.8	0.7	3	31 C	32 A
136058	81.8	4.5	3.9	5.1	0.6	3	42 B	33 A
136240	76.5	4.5	3.5	4.9	0.6	2	31 C	32 A
DMS (.05)	15.79	0.47	0.69	0.24	0.13	0.56		
Media	111.1	4.18	4.76	4.84	0.68	3.4		
C.V.	17.6	12.23	19.16	6.08	24.8	24.75		

4.3.4 Grados brix

A). En el experimento 1 (1999-2000) el análisis de varianza mostró diferencias significativas para esta variable donde la media general fue de 4.84 grados brix. Los

genotipos con mayor contenido de sólidos solubles fueron Cambria, 186151 y el testigo Daniela con 5.21, 5.21 y 5.19 grados Brix, respectivamente, los genotipos con menor cantidad fueron Norma, Anastasia, FA-852, 136225 y 136150, con 4.6 °Brix. De acuerdo con Díez (1999) en este año todos los genotipos presentaron una buena calidad ya que según este investigador, 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.

B). En el experimento 2, el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas entre genotipos. Bajo estas condiciones, los genotipos con mayor contenido de grados brix fueron Anastasia y Filón con 4.5 y 4.52 respectivamente, mientras que el genotipo con menor contenido fue Norma con 4.2 (Cuadro 4.9).

C): El análisis de varianza combinado no mostró diferencias significativas para las fuentes de variación, genotipo y su interacción, solo indicó diferencia altamente significativa para año, aspecto en el que los genotipos de mayor contenido de sólidos solubles y estadísticamente iguales fueron Gabriela, Andre, Red Chief, y Anastasia con 4.76, 4.71, 4.46 y 4.64 grados, respectivamente, mientras que el genotipo de menor contenido fue Norma con 4.4 grados brix (Cuadro 4.11). Los genotipos aquí evaluados se clasifican de buen calidad ya que el límite mínimo para tal consideración es de 4.0 grados brix (Osuna, 1983).

4.3.5 Espesor de pulpa

A).En el experimento realizado durante 1999-2000, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para espesor de la pulpa. El mayor espesor lo presentaron los genotipos Cambria y Brillante, con 0.86 y 0.75 cm, respectivamente, mientras que los genotipos de menor espesor fueron FA-574 y Max con 0.55 y 0.54 cm, respectivamente (Cuadro 4.8).

B). En el ciclo 2000-2001 los genotipos de mayor espesor fueron Gabriela y Filón, ambos con 0.57 cm y los genotipos de menor espesor fueron Sunny y Floradade con 0.35 y 0.34 cm, respectivamente (Cuadro 4.9).

Cuadro 4.9 Variables de calidad del fruto de 12 genotipos de tomate en invernadero. CELALA otoño-invierno del 2000-2001.

Genotipo	Peso Fruto gr	Diam Polar cm	Diam. Ecua cm.	Grad. Brix	E. pulpa Cm	No loculos	Color interno	Color externo
Norma	119.65 de	3.0 d	4.9 cde	4.20 b	0.54 ab	5.0 c	31 B	31 C
TomCat	77.11 i	2.85 d	3.9 g	4.3 ab	0.54 ab	3.0 ef	31 D	31 C
Gabriela	103.6 efg	3.01 d	4.54 ef	4.43 a	0.57 a	3.25 ef	31 C	31 C
Andre	190.53 a	3.83 a	6.03 a	4.3 ab	0.46 cd	7.25 a	31 B	35 B
Red Shine	92.03 ghi	2.90 d	4.19 fg	4.47 a	0.49 cd	3.5 ef	31 D	31 A
Vorage	93.38 ghi	2.83 d	4.19 fg	4.30 ab	0.54 ab	3.0 ef	31 C	31 A
Red Chief	162.55 b	3.79 a	5.51 b	4.31 ab	0.5 abc	6.25 bc	31 C	35 B
Hay Sleep	134.32 cd	3.29 c	5.24 bc	3.89 c	0.43 d	5.75 bc	35 B	31 C
Anastasia	114.67 ef	3.24 c	4.73 de	4.50 a	0.54 ab	4 de	31 C	31 A
Sunny	143.26 c	3.53 b	5.32 bc	3.78 c	0.35 e	7 ab	31 B	35 B
Filón	85.83 hi	2.87 d	4.19 fg	4.52 a	0.57 a	2.75 f	31 C	31 B
Floradade	106.30	2.99 d	5.02 cd	3.87 c	0.34 e	6.25 bc	31 B	35 B
DMS	17.9	0.21	0.43	0.23	0.06	1.15		
Media	119.18	3.18	4.83	4.24	0.49	4.66		
C V	10.44	4.55	6.15	3.75	8.41	16.94		

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

C). El análisis de varianza combinado indicó diferencias altamente significativas para años y significativas para genotipos, pero no se encontró significancia para la interacción genotipo X año. Gabriela, Anastasia, Norma y Red Chief presentaron el mayor espesor con 0.64, 0.62, 0.62, y 0.59 cm, respectivamente, en tanto que Andre mostró el menor espesor de pulpa con 0.46 cm (Cuadro 4.11).

Cuadro 4.10 Interacción de peso (fruta) de cinco genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno. CELALA 2002.

Genotipo	1999-2000	2000-2001	Media
Red Chief	174 a'	164 ab*	169.2 a
Andre	150 b	195 a	173.4 a
Norma	134 b	119.6 b	127.1 a b
Gabriela	126 b	103.6 b	114.9 b
Anastasia	117 b	114.6 bc	115.9 b
Media	140.6	139.6 a	

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

Cuadro 4.11 Variables de calidad (fruta) en la interacción de dos años de 5 genotipos de tomate en invernadero CELALA en otoño-invierno del 1999-2000 y 2000-2001 en La Comarca rugenera

Genotipo	Diámetro	cu. Ecu.		°Brix	Espesor	Número
	Polar cm	m	cm		Pulpa cm	
Norma	3.49 c	6	bó.26 bc	4.47 b	0.62 a	4.5 b
Gabriela	3.45 c	2	c l.82 c	4.76 a	0.63 a	3.25 c
Andre	4.07 a	7	a i.87 a	4.71 a	0.53 b	6.5 a
Red Chief	4.03 ab	1	b i.31 b	4.66 ab	0.59 a	5.87 a
Anastasia	3.73 bc	3	cl.93 c	4.64 ab	0.63 a	3.62 c
DMS	0.207		.1	0.18	0.062	0.429
Media	3.75		.1	4.64	0.60	4.75
C.V.	8.45		.1	3.84	9.96	13.85

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

4.3.6 Número de lóculos

A). En el primer ciclo (1999-2000) FA-574, Red Chief y Andre fueron los genotipos con mayor número de lóculos, con 5.29, 4.86 y 4.81, respectivamente, los genotipos con menor cantidad fueron 136066 y 136240, ambos con 2 lóculos.(Cuadro 4.9)

B). En 2000-2001 los genotipos que presentaron mayor cantidad de lóculos fueron Andre y Sunny con 7.2 y 7 lóculos respectivamente, mientras que los genotipos con menor cantidad fueron Tom Cat y Filón con 3 y 2.75 lóculos, respectivamente (Cuadro 4.10).

C). El análisis combinado detectó diferencias altamente significativas entre años y genotipos pero no para la interacción genotipo X año. En el primer año se obtuvo una media de 5 lóculos y para el segundo año se tuvo 4, Los genotipos con mayor contenido de lóculos fueron Andre y Red Chief con 6.5 y 5.9 y el genotipo de menor cantidad fue Gabriela con 3.5 lóculos (Cuadro 4.11).

4.3.7 Color y forma del fruto

A). En el ciclo 1999-2000 el color del fruto en estado maduro presentó variación que fue desde color naranja hasta diferentes tonalidades de rojo (rojo claro a rojo oscuro). En cuanto a la forma de fruto se observó que los frutos fueron elongados (saladett), casi redondos (Roma), redondo globoso (bola) y redondo achatado (bola) (Cuadro 4.12).

B). En el ciclo 2000-2001 el color varió del rojo naranja al rojo maduro. La morfología general del fruto fue bola, siendo las variaciones más comunes la globosa, achatada profundamente, achatada y achatada surcada (Cuadro 4.13).

4.4 RENDIMIENTO

En ambos años, frutos con pudrición distal (apical) y algunos de los más grandes que se partían en dos no se incluyeron en el registro total de peso de fruto.

En el experimento 1999-2000 el número de cortes al cultivo fue de 12 a intervalos de 8 días y un total de 11 cortes para el ciclo 2000-2001 con intervalo de 7 días. Al momento de la cosecha se clasificaron por sus calidades frutos de aspecto sano sin deformación y que corresponden a la calidad de exportación. En ambos años se encontraron diferencias significativas entre los genotipos para todas las variables del fruto. En los cuadros 4.12 y 4.13 se presenta el rendimiento y algunos parámetros de calidad.

A). Para el periodo 1999-2000, el análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas para la variable rendimiento, el rendimiento promedio fue de 76.3 ton / ha, los genotipos que presentaron mayor rendimiento fueron Norma, Andre y Gabriela con 100.1, 91.7 y 89.3 Ton/ha, respectivamente, mientras que el genotipo de menor rendimiento fue 136240, con 55.5 Ton/ha (Cuadro 4.12).

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 obtenido fue de 100.1 Ton/Ha en solo cinco meses lo cual concuerda con 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 durante los meses de octubre y noviembre se presentaron bajas temperaturas que no fueron posible controlar en el invernadero (por fallas en el 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. Sade (1998) menciona que el cultivo de tomate se desarrolla en forma natural, siempre y cuando sus necesidades de suelo, luz, temperatura, humedad relativa, anhídrido carbónico, macro y micronutrientes sean satisfechas.

B). Los genotipos cultivados en el periodo 2000 – 2001 para la variable rendimiento (Cuadro 4.13) el análisis de varianza no indicó diferencias significativas. El rendimiento promedio en ésta temporada fue de 39.27 Ton/ha, en donde el genotipo con mayor rendimiento fue Norma con 51.06 Ton/Ha y el menor rendimiento lo presentó Floradade con 31.37 Ton/ha. En la temporada 2000-2001, los rendimientos de los cinco genotipos de tomate evaluados en ambos ciclos, fueron inferiores a los obtenidos el año anterior. Además el crecimiento vegetativo del cultivo en este ciclo no fue muy vigoroso.

C). En el análisis combinado se realizó con los cinco genotipos que se evaluaron en ambos años. Al respecto, los análisis de varianza para años mostraron diferencias altamente significativas y significativas para genotipos , mas no las hubo para su interacción. El rendimiento medio del primer ciclo (1999-200) fue de 96 Ton/ha, fue superior al obtenido en el segundo ciclo en el cual se obtuvo 42.3 ton /ha indicando al primer año como el mejor. Una posible causa fue el trasplante tardío en el segundo experimento. En este análisis los genotipos más sobresalientes y estadísticamente iguales fueron Norma y Gabriela con promedios en rendimientos de 85.4 y 70.69 Ton/ha, respectivamente (Cuadro 4.14 y 4.15).

El fruto no se rompió y se almacenó mejor, manteniéndose firme por más de 3 semanas, a temperatura ambiente y alrededor de 8 semanas en refrigeración. Estos resultados indican el potencial de algunos genotipos de tomate, tales como Norma, Gabriela

y Andre para ser recomendados para su desarrollo cómo cultivares comerciales bajo condiciones de invernadero.

Cuadro 4.12 Rendimiento y forma del fruto de 22 genotipos de tomate en invernadero CELALA en otoño-invierno del 1999-2000.

Genotipo	Rend. Ton/ha	Forma del fruto
Norma	100.1 a	Globoso
Andre	91.7 ab	Achatado surcado
Gabriela	89.3 ab	Globoso
Red Chief	88.1 abc	Globoso
Anastasia	87.7 abc	Globoso
Brillante	86.9 abc	Bola Globoso
Max	84.0 abcd	Bola
FA-852	81.8 bcde	Achatado surcado
870	77.8 bcdef	Achatado surcado
BS331475	77.0 bcdefg	Achatado surcado
Fanny	76.9 bcdefg	bola Globoso
Cambria	76.3 bcdefg	Achatado Surcado
Daniela	75.8 bcdefg	Achatado profundo
136225	74.5 bcdefgh	Bola
136151	73.3 cdefgh	Roma
136224	72.0 defghi	Roma
FA-574	68.9 defghi	Globoso
136066	65.1 efghi	saladet
136150	60.3 fghi	Saladet
136114	59.4 ghi	Saladet
136058	56.7 hi	Roma
136240	55.5 i	Roma
DMS	17.92	
Media	9.59	
C.V.	20.5	

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

Cuadro 4.13 Rendimiento y precocidad de 12 genotipos de tomate en invernadero CELALA en otoño-invierno del 2000-2001.

Genotipo	Rend.		Forma del
	Ton/ha		Fruto
Norma	51.06	a	Globoso
Tom Cat	47.15	ab	Globoso
Gabriela	44.36	ab	Globoso
Andre	40.22	abc	Achatado surcado
Red shine	38.22	ab	Globoso
Vorage	37.98	bc	Globoso
Red chief	37.84	bc	Globoso
Hay Sleep	37.67	abc	Achatado surcado
Anastasia	37.31	abc	Globoso
Sunny	34.65	abc	Achatado surcado
Filón	33.41	abc	Globoso
Floradade	31.37	c	Achatado surcado
DMS	NS		
Media	39.27		
C.V	20.18		

Hay Sleep, Sunny y Floradade son genotipos de crecimiento determinado por esta razón no fueron evaluados en la variable altura

Cuadro 4.14 Análisis combinado para rendimiento. CELALA otoño-invierno del 1999-2000.

F. V	GL	SC	CM	F	P>F
Año	1	26468686.86	26468686.86	147.32 **	0.01
Año(Rep)	6	1352123.78	225353.96	1.25 NS	0.31
Genotipo	4	1886911.96	471727.99	2.69 *	0.05
Geno x Año	4	199318.36	49835.59	0.28 NS	0.88
Error	24	4312128.84	179669.61		

Cuadro 4.15 Rendimiento y forma del fruto de 5 genotipos de tomate en invernadero en la interacción otoño-invierno del 1999-2001 y 2000-2001 CELALA.

Genotipo	Rend. Ton/ha	Forma
Norma	82.9 a	Globoso
Gabriela	68.6 ab	Globoso
Andre	67.1 b	Achatado Surcado
Red Chief	64.2 b	Globoso
Anastasia	62.9 b	Globoso
DMS	14.43	
Media	69.14	
C.V.	20.23	

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

En el Cuadro 4.12 se puede observar que todos los genotipos de tomate son extremadamente productivos y que cualquier variación de los componentes de producción afecta el rendimiento y calidad del fruto (Cuadro 4.13), lo cual concuerda con lo expuesto por investigadores como Nelson (1994), Sade (1998), Bretones, (1995) y Martínez y García (1993).

El rango de rendimiento total estuvo entre 100 y 51 Ton/ha de un año a otro se debió a un mal manejo de las condiciones de temperatura y humedad reportando pérdidas de rendimiento hasta 47%. También el retraso en la fecha del transplante del segundo año dañó a la planta afectando el potencial de rendimiento de los genotipos evaluados.

También se encontró variación en año para floración (cuadro 4.5) lo que indica que son las condiciones ambientales y no los genotipos la causa principal de las condiciones de

estrés en el cultivo completando sus etapas fenológicas en forma forzada y como consecuencia se reduce el rendimiento.

El análisis combinado de varianza para los 2 años para el peso total del fruto, número de frutos por planta y peso promedio de fruto son mostrados en el cuadro 4.11.

5 CONCLUSIONES

La variabilidad dentro de los tipos de tomate se debe principalmente a la variación del fruto tanto en peso, forma y color así como al contenido de sólidos solubles, y en menor grado a variables vegetativas.

En el primer ciclo los genotipos precoces de tomate no mostraron mayores rendimiento que el genotipo tardío Red Chief, destacando los genotipos 136050 y 136240. en el segundo ciclo el genotipo Red Chief fue el más precoz aunque en este año su rendimiento no fue mayor.

Para estos dos años de evaluación se cumplió con el objetivo de producir tomate en época de escasez bajo las condiciones climáticas prevalecientes en el periodo otoño-invierno en la Región Lagunera. Se encontró que el sistema de producción tomate en invernadero cuadruplica el rendimiento regional obtenido en campo. Esta es una primera fase de líneas de investigación orientadas a la obtención de un paquete tecnológico para este sistema de producción.

La mayoría de los genotipos obtuvieron mejores rendimientos que el testigo Daniela con excelente comportamiento y mejores características de calidad.

El mejor genotipo para rendimiento fue Norma, manteniendo su mismo nivel productivo en ambos años. Esto indica que este híbrido tiene una excelente adaptación en el otoño-invierno.

De acuerdo a los resultados de ambos años Norma, Gabriela y Andre pueden ser recomendados para su producción comercial bajo condiciones de invernadero.

Las principales plagas que se presentaron durante el ciclo del cultivo fueron la mosquita blanca (*Bemisia argentifolli* y *Trialeurodes abutilonea*) y como plaga secundaria se presentó el minador (*Liriomyza munda* Frink.) al inicio de la temporada, la cual fue controlada con aplicaciones de insecticidas Mitac 20 CE 30 ml y Endosulfan al 35% 30 ml,. Las enfermedades presentes fueron cladioporiasis (*Cladosporium fulvum*, Cooke) y Cenicilla (*Leveillula taurica* Lev. Arn.) para cuyo control se requirieron aplicaciones de funguicidas (Tecto 60, Ridomil Bravo y Amistar).

El cultivo de tomate mediante el uso de invernaderos y de la fertirrigación puede producir altos rendimientos y calidad de fruta por unidad de superficie, en el periodo otoño-invierno en la Comarca Lagunera, así como en el territorio nacional lo que conlleva a su vez a elevar la productividad y competitividad de los productores, ya que la calidad es un requisito indispensable y una nueva oportunidad para poder competir en el ámbito internacional.

6 RESUMEN

El tomate es el cultivo más explotado en condiciones de invernadero en el mundo. Debido a su alto consumo y a su capacidad de producción. En la Comarca Lagunera se siembran 905 has en cielo abierto, con un rendimiento promedio de 18 Ton/ha. Su producción se presenta durante el ciclo primavera-verano, periodo en el cual ésta hortaliza posee un precio bajo por lo que el productor tiene reducidas ganancias y en ocasiones pérdidas.

Por lo anterior es necesario desarrollar un paquete tecnológico para obtener rendimientos altos y buena calidad en condiciones de invernadero en la época de noviembre a enero, cuando la producción de tomate es escasa y por lo tanto su precio es alto. Por consiguiente, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la producción de genotipos de tomate en invernadero en época de escasez para la Comarca Lagunera, para lo cual se establecieron dos experimentos en los invernaderos del campo Experimental La Laguna en Matamoros, Coah. El primero en el periodo de agosto- enero de 1999-2000, en donde se evaluaron 22 genotipos de tomate de crecimiento indeterminado; su siembra, en charolas germinadoras, se realizó el 6 de agosto y el trasplante el 10 de septiembre; el diseño experimental fue de bloques al azar con 6 repeticiones. En el segundo experimento, en el periodo de Agosto-enero del 2000-2001, se evaluaron 13 genotipos, incluyendose los mejores cinco del ciclo anterior, por la razón de seleccionar los genotipos con aceptable calidad de fruto y los mas altos rendimientos; su siembra se realizó el 12 de agosto y se trasplantó el 30 de septiembre, el diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones y la parcela util fueron 4 plantas. En ambos experimentos se utilizaron macetas de 25 kg, distribuyéndolas a doble hilera con arreglo tres bolillo espaciadas a 30cm entre plantas y de 70 cm entre pasillo, las plantas fueron guiadas a un solo tallo y sostenidas con

hilo de plástico (rafia). En cada experimento las variables evaluadas fueron rendimiento y calidad, así como la precocidad y altura de planta más su interacción.

En el periodo 1999-2000 se encontraron diferencias significativas entre los genotipos para todas las variables analizadas. Los genotipos que presentaron mayor rendimiento fueron Norma, Andre, Gabriela, Red Chief y Anastasia. Con 100.1, 91.7, 89.3, 88.7 y 87.6 Ton/ha respectivamente mientras que el genotipo de menor rendimiento fue 136058 con 55.5 Ton/ha.

En el periodo 1999-2000 El promedio de diámetros del fruto varió entre los genotipos, para la variable diámetro polar de fruto el genotipo que presentó mayor diámetro fue Andre con 4.3 cm y el de menor diámetro fue el genotipo Daniela con 3.5 cm, para el diámetro ecuatorial fluctuó de 6.0 a 3.5 cm, el genotipo de mayor diámetro fue FA- 852 mientras que El genotipo de menor diámetro fue la línea 136240.

En este ciclo se estimaron pérdidas de rendimiento debido a que los resultados fueron afectados por condiciones inadecuadas del invernadero, bajas temperaturas registradas estresaron la planta, ocasionando enrollamiento de hojas y aborto de flores y frutos.

Casi al finalizar la cosecha, las plantas fueron afectadas por la cenicilla *Leveillula taurica* y *Cladosporium fulvum*, siendo los genotipos más susceptibles a ésta enfermedad Anastasia y Andre. Todas las plantas fueron tratadas con los fungicidas Tecto 60 como preventivo, y el Ridomil Bravo como curativo, ambos en concentraciones de 2 gr / litro de agua.

En el ciclo de 2000-2001 se encontraron diferencias altamente significativas entre los genotipos para todas las variables de calidad analizadas más no para la variable rendimiento en la cual no se encontró diferencia significativa, se obtuvo un rendimiento promedio de

42.48 Ton/ha. Los frutos obtenidos fueron de peso variable fluctuando entre 190.53 y 85.83 gr, destacando el genotipo Andre, por su mayor peso. mientras que el genotipo de menor peso fue Filón.

Los frutos se consideraron listos para cosecha cuando habían llegado al color rosado (USDA,1975). En ambos años, frutos con pudrición distal (apical) y algunos de los más grandes que se partían en dos no se incluyeron en el registro total de peso de fruto. se encontraron diferencias significativas entre los genotipos para todas las variables del fruto en ambos años.

El análisis de varianza combinado para las variables de rendimiento indica que sólo se encontró diferencias significativa altamente para año y significativa para genotipos no hubo diferencias significativas en la interaccióni genotipo x año. la interacción genotipo por año se encontró en las variables peso del fruto y altura de planta.

Los genotipos Norma y Gabriela supera en rendimiento a el resto de los genotipos, manteniendo su mismo nivel productivo en ambos años, esto indica que los híbrido tiene una excelente adaptación en el otoño-invierno. Los genotipos evaluados se consideran de buena calidad por su contenido en sólidos solubles, ya que el análisis combinado mostró una media de 4.64 grados brix.

Se encontró que la producción de tomate en invernadero cuadruplica el rendimiento obtenido en el campo.

En la Comarca Lagunera la producción de tomate bajo cielo abierto se realiza durante el ciclo primavera-verano, la principal producciones da en los meses de junio a agosto,. En este periodo el precio es muy bajo por lo que el productor tiene reducidas ganancias y en ocasiones pérdidas.

Por consiguiente, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la producción de genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno en la Comarca Lagunera con la finalidad de seleccionar el o los genotipos con aceptable calidad de fruto y los mas altos rendimientos, para lo cual se establecieron dos experimentos en el invernadero del campo Experimental La Laguna en Matamoros, Coah.se evaluarón 22 en 1999-2000 y 13 genotipos en el 2000-2001.

Los genotipos que presentaron mayor rendimiento en el ciclo 1999-2000 fueron Norma, Andre, Gabriela, Red Chief y Anastasia. Con 100.1, 91.7, 89.3, 88.7 y 87.6 Ton/ha respectivamente mientras que el genotipo de menor rendimiento fue 136058 con 55.5 Ton/ha. El promedio de diámetros del fruto varió entre los genotipos.

En el ciclo 2000-2001 el rendimiento promedio en ésta temporada fue de 39.27 ton/ha, en donde el genotipo con mayor rendimiento fue Norma con 51.06 Ton/ha y el menor rendimiento lo presentó Floradade con 31.37 Ton/ha. En esta temporada, los rendimientos de los cinco genotipos de tomate evaluados en ambos ciclos, fueron inferiores a los obtenidos el año anterior. En el análisis combinado se realizó con los cinco genotipos que se evaluaron en ambos años. Al respecto, los análisis de varianza para años mostraron diferencias altamente significativas mas no las hubo para genotipos y su interacción. Solo se encontró interacción para las variables altura de planta y peso del fruto.

En el experimento 1 Para calidad de cosecha existieron diferencias altamente significativas en el peso, tamaño, sólidos solubles y número de lóculos y solo significativas

para la variable espesor de pulpa. El peso del fruto fluctuó entre 167 y 70.1 g el genotipo de mayor peso fue Red Chief y el de menor peso fue la línea 136114.

En el experimento 2 en las variables de calidad existieron diferencias altamente significativas entre genotipos en: el peso, tamaño, sólidos solubles , número de lóculos y espesor de pulpa. el diámetro polar promedio fue 3.29 cm, los genotipos con mayor diámetro polar fueron Andre y Red Chief con 3.85 y 3.77 cm, respectivamente, mientras que el genotipo de menor diámetro fue Filón

las principales plagas que se presentaron durante en ambos ciclos del cultivo fueron la mosquita blanca (*Bemisia argentifolli* y *Trialeurodes abutilonea*) y como plaga secundaria se presentó el minador (*Liriomyza munda*) al inicio de la temporada, la cual fue controlada con una aplicación de Endosulfan 35%, y posteriormente se empleó una mezcla de insecticidas Mitac 20 CE 30 ml y Endosulfan al 35% 30 ml, disueltos en 10 litros de agua. Las enfermedades presentes fueron cladioporosis (*Cladosporium fulvum*, Cooke) y Cenicilla (*Leveillula taurica* Lev. Arn.) para cuyo control se requirieron aplicaciones de funguicidas (Tecto 60 y Amistar).

7 LITERATURA CITADA

- Abad, M. 1999. Sustratos para el cultivo sin suelo, pp. 133-155. *En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate*. Editorial Mundi-Prensa, México.
- Alpi, A. y F. Tognoni. 1999. Cultivo en invernadero. 3ª ed. ediciones Mundi, prensa Madrid., México pp. 76-77.
- Alvarado, R. B. y T. Trumble J. 1999. Manejo integrado de plagas en el cultivo del Tomate en Sinaloa, pp. 435-456. *En: Anaya R. y Romero N. (Ed.) Hortalizas , Plagas y Enfermedades*. Editorial trillas México. D.f.
- 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.
- Auclair, L.; J: A: Zee, A. Karam and E. Rochat. 1995. Nutritive value, organoleptic quality and productivity of greenhouse tomatoes in relation to their production methods: Organic - conventional – hydroponic. *Sciences Des Aliments*. 15(6). pp. 511-527
- Avidan, A. 1998. Fertigation in vegetables. *Gan, Sade ve –Meshek June 1998*:pp. 25-48.
- Avila, J. 1989. Evaluación de nueve tratamientos con insecticidas para control de *Bemisia tabaci* en chile. XXIV Congreso Nacional de Entomología. Oaxtepec, Morelos, Méx. Pag. 351.
- Auerswald, H. y P. Pedros. 1999. Análisis del sensorio y medidas del instrumental de a corto plazo almacén de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Postharvest Biología y Tecnología*. 15 (3). pp. 323-334.
- Baytorun, A. N., S.Topcu , K. Abak and 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
- Bellert, C., J. , Le Bot, M. Dorais, N. Tremblay, J. López, and A. Gosselin 1996. *CRH, Département de phytologie, Université LAVAL, Québec, G1K 7P4, Canada. INRA, Unité d'Ecophysiologie et Horticulture, Site Agroparc, 84914 Avignon Cédex 9, France* <http://www.icia.es/eventos/wqq96/boa/session4.html>
- Belda, J. E. y J. Lastre. 1999. Reglamento Específico 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*.
- Blancard, D. 1996. Enfermedades del tomate. Observar, identificar, luchar. Versión Española de A. Peña I. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

- Bretones, C. F. 1995. Producción Hortícola Bajo Invernadero. Syposium internacional sobre tecnologías Agrícolas con plásticos. Guanajuato, Méx. Pp. 9-23.
- Bringas, L. 2000. Producción de tomate. http://www.ediho.es/horticom/tem_aut/frutas/tomate.3.html
- 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.
- Burt, C., K. O'Connor and T. Ruehr. 1998. Fertigation. The Irrigation Training and Research Center, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, CA.
- Cadahia, L., C. 1996. Fertilización. pp.169-186. *En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate.* Editorial Mundi-Prensa México.
- Canovas, F. 1999. Manejo del cultivo sin suelo. pp. 229- 235. *En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate.* Editorial Mundi-Prensa México.
- Carvajal, M., A. Cerda y V. Martinez, 2000. Modification of the response of saline stressed tomato plants by the correction of cation disorders *Plant Growth Regulation.* 30: 1pp.37-47. M/CSIC/Ctr Edafol & Biol Aplicada Segura. Dept Fisiol & Nutr Vegetal/POB 4195/Murcia. Spain,
- Casseres, E. 1998. (Ed) Producción de hortalizas. 2a Reimpresión, centro de interamericano Documentación Agrícola del IICA). N° 42. San Jose de Costarica
- Cayuela, E., E. Balibrea y M. Parra, , Bolarín, M.C. y Caro, M. Adaptación a la salinidad inducida por el pretratamiento de semillas en híbridos comerciales de tomate, 2001. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CSIC). Apartado. 4195. 30080-Murcia.
- Castilla, P. N. 1999. Manejo del cultivo intensivo con suelo; pp. 191-211. *En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate.* Editorial Mundi-Prensa México.
- Cenid-Raspa. 2000. Datos climatológicos históricos de 1975 al 2000. Centro Nacional de investigaciones, Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera, Gómez Palacio, Dgo. Méx.
- Cetenal, 1970. Carta Topográfica Escala 1:50,000. Méx, D.F.
- 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.
- Cockshull, K. E. 1988. The integration of plant physiology with physical changes in the greenhouse climate *Acta Hort.* 229. pp. 113- 123.
- 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.
- Cuartero, J., Fernández y R. Muñoz, 1999. Tomato and salinity. *Sciencia Horticulturae*. 78. pp. 83-125. "La Mayora" *Experimental Station (C.S.I.C.) 29750 Algarrobo-Costa, Spain*.
- Currence, T. M., R.E. Larson and A.A. Virta. 1964. A comparison of six tomato Varietes as parents of F₁ resulting from the fifteen possible crosses. *Amer. Soc. Hort Sci.* 45: 349-352.
- Deren, C. W., L.E. and G.H. Snyder, 1992 variable silicon content of rice cultivars grown on Everglades Histosols. *J-Plant-Nutr. New York,N:Y: Marcel Dkker.* 15(11): 2363-2368.
- Diez, J. M. 1999. Tipos varietales. Pp. 95-129. *En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate.* Editorial Mundi-Prensa México.
- Dogterom, M.H. , J. A. Matteoni, and R. Plowright, C. 1998. Pollination of greenhouse tomatoby the North American *Bombus vosnesenskii* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology.* Vol. 97.issue 1. pp. 71-75.
- Egea, C., R. Madrid, A. Alarcón L., J. Alburquerque 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
- 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.
- Falconer, D. S. 1978. Introducción a la genética cuantitativa. Ed. CECSA. Mex., D. F. 380 pp.
- FAO. 2000. [http:// WWW. Fao.org](http://WWW.Fao.org).
- 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.
- Guzmán, M., A. Giménez , M. C. Sánchez , M. Salas y M. Urrestarazu.1996. water consumption of a tomato crop under two different growing techniques: recirculating nft versus "enarenado almeriense" *Dept. of Plant Production University of Almeria, Almeria, F-04120, Spain.*
- Herrera, G. R. 1985. Rendimiento y Estabilidad de Cultivares e Híbridos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en las Huastecas. Tesis. Buenavista Saltillo, coah. Méx
- Horward, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimienta en malla sombra en Israel. pp. 163-171. (2vi) Wener. Hazera LTD. 1166pp. Brurin Israel.

- Ibarra, J. L. Y M. R. Quezada M. 1992. Respuesta del acolchado y rendimiento del cultivo de Tomate en Invernadero, túnel y cielo abierto. *En: XII Congreso Internacional de Plásticos en Agricultura*, Granada, España.
- Ikeda, H. y X. W. Curten. 1998. Comparación de crecimiento del tomates hidropónicamente de Urea como una fuente del nitrógeno orgánica con fuentes de nitrógeno inorgánicas. *Ciencia de la Tierra y Nutrición de la Planta*. 44 (4): 609-615.
- Infoagro, 2001. "<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
- Iwasaki, Y. y T. Sasaki. 1999. Comparación de la solución nutritiva utilizado como substratos entre arena y lana de roca en el crecimiento de tomates con un sistema del fertigación cerrado. *Periódico de la Sociedad japonesa por Ciencia Hortícola*. 68 (6). pp. 1161-1169.
- 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.
- Jiménez, D. F. y P. Cano R. 1997. Incidencia de mosquita blanca y virosis en tres fechas de trasplante de tomate. *Informes de CELALA*. Matamoros, Coahuila, México.
- Katerji, N. y J. W. VanHoorn. 1998. Respuesta del cultivo tomates de crecimiento indeterminado a salinidad. *Manejo del Agua Agrícola* 38(1). Pp. 59-68.
- Kinet, J. M. 1977. Effect of light conditions on the development of the inflorescence in tomato *Sci. Hort.* 6: 15-26.
- Lacasa, A. y J. Contreras. 1999. Las plagas, pp. 387-463. *En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate*. Editorial Mundi-Prensa, México.
- LaMondia, J. A. and V. L. Smith. 1999. Posadero tiene cierto alcance de *Oidium lycopersicum* en seleccionó de la especie solanaceous en Connecticut. *Enfermedad de la Planta*. 83(4). pp. 341-344.
- López, J., M. Dorais , N. Tremblay and A. Gosselin. 1996. Effects of varying sulfate concentrations and vapor pression deficits (vpd) on greenhouse tomato fruit quality and foliar mineral and amino acid components. Horticultural Research Center, Plant Science Department, Laval University, Sainte-Foy, QC, G1K 7P4, Canada.
- 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.

- 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.
- Marquez, S. F. 1976. Observación de un índice socio-agronómico de adaptabilidad para la selección de variedades de plantas cultivadas. VII Reunion de Maiceros de la zona andina. Guayaquil, Ecuador.
- Medina, M. R. , C. Reyes R., C. Ceceña D. y D. Legasti F. 2001. Efectividad biológica de la feromona Checkmate TPW-F en el control de gusano alfiler del tomate. *Keiferia licopersicella*, Costa de Ensenada, Baja California, pp.E-112. XXXVI Congreso Nacional de Entomología ITEMS Qro. Méx.
- 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.
- Mejía, G. H., S. Anaya R. y J. Romero N. 1999. Diagnósis Comparativa De la Mosquita Blanca Bemisia tabaci Genn y B. Argentifolli B. Y P. (Homoptera:Aleyrodidae) pp.132-146. En :Anaya R. S. (ed.). Hortalizas Plagas y Enfermedades 1ed. Ed Trillas. Méx. D. F.
- Mejía, L. 1998. Enrollamiento de la hoja del tomate: el complejo mosca blanca-geminivirus. Agricultura 1(4) pp. 44-46.
- Mizrahi, Y., E. Taleisnik , V. Kagan-Zur , Y. Zohar , R. Offenbach , E. Matan and R. Golan. 1988. A saline irrigation regime for improving tomato quality without reducing yield. J. Am. Soc. Hort. Sci. 113. pp. 202-205.
- Moll, R. H. and C. W. Stuber. 1974. Quantitative genetics empirical results relevant to plant breeding. Advances in Agronomy. 26: pp 277-313.
- Morales, G. R. 1995. Análisis de Estabilidad de Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Relación con Fertilizantes Foliares. Tesis. Buena Vista, Saltillo, Coah. Méx.
- Morard, P., A. Pujos , A. Bernadac and Bertoni G.1996. Effect of temporary calcium deficiency on tomato growth and mineral nutrition. J. Plant Nutr., 19 (1):115-127.
- Murray, R., C. Lucangeli (ex - aequo), G. Polenta y C. Budde. 2001. Calidad de tomate cherry cosechado en tres estados de madurez Grupo Postcosecha y Alimentos. EEA San Pedro INTA. C.C 43. San Pedro. Buenos Aires. Argentina. B2930ZAA. esanpedro@inta.com.ar
- Murray, R. y Yommi, A. 1995. Momento oportuno de cosecha de tomates larga vida y normales. XVIII Congreso Argentino de Horticultura. ASAGO - Las Termas de Río Hondo.
- 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.

- Ohnesorge, G. and G. Rapp 1986. Monitoring *Bemisia tabaci* : a review. *En: Agriculture, ecosystems and environment*, vol. 17, pp. 21-27.
- Ortega, A. L. D. 1999. "Mosquita blanca Vectores de Virus en Hortalizas. Pp. 149-150. *En: Anaya R. S. (ed.). Hortalizas Plagas y Enfermedades Ed. Trillas. México. D. F.*
- Ortiz, M. E. 1988. Observaciones sobre la biología y ecología de la mosquita blanca *Trialeurores Vaporariorum* Westwood en tarimbaro Mich. Tesis profesional. Universidad Mich. San nicolas de Hidalgo. Pag 52.
- 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 X.M. Hao. 1997. Effects of three greenhouse cover materials on tomato growth, productivity, and energy use. *Scientia Horticulture*. Vol 70. pp. 165-178.
- 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.
- Peiris, K. H. S. and G. G. Embota. 1999. Near-infrared (NIR) técnica del espectrómetro para determinación de volumen de los sólidos soluble en tomates de proceso (Vol 123, pg 1089, 1998)." *Periódico de la Sociedad americana por Ciencia Hortícola*. 124(4). p.445.
- Penhe, J. C. 2000. "Riego por goteo con cinta enterrada y la fertirrigación (N,P;K) aumentan el rendimiento y la calidad del tomate para proceso industrial. Memoria curso de fundamentos técnicos del riego por goteo con cinta enterrada. León Gto, Méx.pp..29-33..
- 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.
- 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
- Rendon, P. E. 1983. Documento de trabajo, INIA-SARH. Méx.
- Rhoades, J.D. and J. Loveday. 1990. Salinity in irrigated agriculture. In: *Irrigation of Agricultural Crops*. B.A. Stewars and D.R.Nielsen (Eds.). ASA-CSAA-SSSA, Madison, WI. pp 1089-1142.
- Rodríguez, G. E., A. Carballo C., G. Baca C., A. Martinez G. y M. Rosas R. 2000. Parámetros Genéticos de Calidad Fisiológica de semilla en Jitomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) pp.212. Memoria. XVIII Congreso Nacional de Fitotecnia Irapuato, Gto. Méx.

- Romero, F. E. 1979. CENAMAR. Curso Internacional de Hortalizas. Shefayim, Israel.
- Romero, R. Arad. T. y Soria (1999) Univ. Murcia.30071 Espinardo (Murcia). Spain. VI Congreso Hispano-Luso De Fisiología Vegetal. Sep- 1999 p 1-34
- Rodríguez, P.A. y L. J.. Ibarra 1991. Semiforzados de cultivo Mediante el uso de plásticos 1ª ed. Manuales Agropecuarios. LIMUSA. pp. 80
- 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.
- Sade, A. 1998; Sade A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Rejovot, Israel. p.143.
- SAGARPA. 2001. Resumen Agrícola Región Lagunera. Delegación en la Región Lagunera, Sub-delegación de Planeación y Desarrollo Rural. Torreón, Coahuila.
- Salas, M. C., A. Sánchez, A. González y M. Urrestarazu, 2001. Producción y calidad de fruto de tomate cherry en sistema sin suelo durante dos ciclos de cultivo. Departamento de Producción Vegetal, Univ. Almería.
- Sanchez, C. M. A. 1991. Enfermedades del tomate,, enfermedades de las hortalizas, dir. V.J. Ramírez, UAS, México.
- Sánchez, L. A. 1983. Evaluación de la Aptitud combinatoria de Algunos Progenitores de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en base a Caracteres de Rendimiento y Calidad.pp. 2-93 Tesis de Maestria. UAAAN Buenavista Saltillo Coah. Méx.
- 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.
- 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.
- SAS. 1998. el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12. Edition Cary N:C: United States of America.
- Sakamoto, Y. , S.Watanabe, K. Okano and T. Nakashima. 1999. Effects of salinity at two ripening stages on the fruit quality of single-truss tomato grown in hydroponics. Journal of Horticultural Science & Biotechnology. Vol 74-6 pp.. 690-693.
- Schroder, F. G. and D. Schwarz. 1995. Comparación de producción del biomasa de tomates crece en dos sistemas cerrados circulantes. Gartenbauwissenschaft. 60(6). pp.294-297.

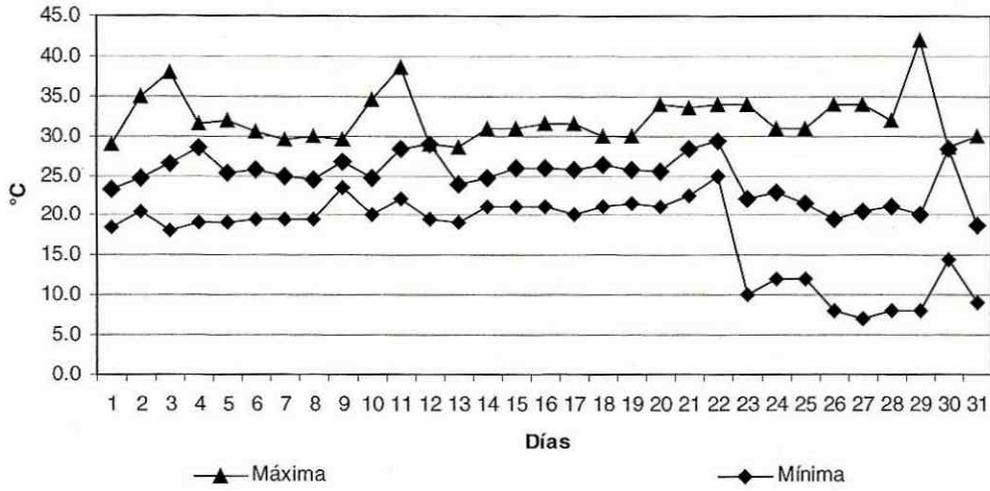
- Sharaf . 1982. Determination of the proper height, direction Position and distance of a Yellow sticky trap for monitoring adults sweet potato whitefly population *Bemisia tabaci* gen *Homoptera: Aleyrodidae*). Dirisat 9: 169-182.
- Siton, D., S. Kravtzik, Z. Plaut, A. Grava and H. Yehezkel. 1996. High quality tomato production with saline water. BGUN-ARI-9-96. Institutes for Applied Research, Ben Gurion University, Beer Sheva, Israel. (In Hebrew).
- Stoffella, J. P. (1983). Stability differences between tomato genotypes for fresh market. Jour. Amer. Soc. Hort. Sci.
- Takahi, A. Amma. Suelo y Agrometeorología. E.E.A. INTA San Pedro. Ruta 9 Km 170. (2930) San Pedro. Tel/Fax: 03329-424074/423321 – email: esanpedro@inta.gov.ar. Proyecto MP/Arg 97/196. INTA – ONUDI.
- Tasdelen, O. y L. Bayindirli. 1998. Control y almacenamiento de la atmósfera en el efecto de la vida de anaquel del almacenamiento y calidad de tomates. Periódico de Proceso de la Comida y Preservación. 22(4). pp.303-320.
- ← Tower, E. Moshkuits, H., Rosenfeld, K. Shaked R. and M. Cohen. 1998. Varietal difference in the susceptibility to pointed fruit malformation in tomatoes: historical studies of the ovaries. *sciencia Horticulturae Elsevier* 77(1998) 145-154
- Trigui, M.; S.F. Barrington, and L. Gauthier, 1999. Effects of humidity on tomato (*Lycopersicon Esculentum* cv. Truss) water uptake, yield, and dehumidification cost Canadian Agricultural Engineering. Vol. 41-3. pag. 135-140.
- U.S.D.A. 1991. United States Department of Agriculture Agricultural Marketing Service. United States Standards for grades of fresh Tomatoes. As of October 1, 1991. pag. 3.
- Valdéz, R. V., P. Cano R. y U. Nava C. 1997. incidencia de mosquita blanca y virosis en tres fechas de siembra de tomate . in. CELALA. Matamoros.
- Valdéz, R.V. , P. Cano R. y Nava C.U. 1997. Evaluación de genotipos de tomate resistencia de mosquita blanca y virosis en, rendimiento y calidad.. in. CELALA. Matamoros.
- ← Van de Vooren, J. G. , W. H. Welles and G. Hayman. 1989. Glasshouse crop production. *En: Atherthon J. G. Rudich, J. (Ed. The Tomato crop Chapman and hall. London : 581-623.)*
- Wilhelm, E. 1982 Cordon Tomatoes in unheated Plastic house. Hort abstrac 50(5) pag.287.
- Williams, D.E. 1990. A review of sources for the study of nahualt plant classification. Adv. Econ. Bot. 8. pp. 249-270.
- Wada, t., H. Ikeda, K. Morimoto and H. Furukawa. 1998. vol:67. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science. pp 420-425
- Wills, R., W. MacGlasson , D. Graham , T. Lee, and G. Hall. 1989. Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. South China Printing Company Limited, Hong Kong, 174 p.

Zaidan, O. y A. Avidan,(1997). CINDACO. Curso Internacional de
Israel

hortalizas. Shefayim,

8 APENDICE

Temperaturas registradas octubre 1999



Temperaturas registradas noviembre 1999

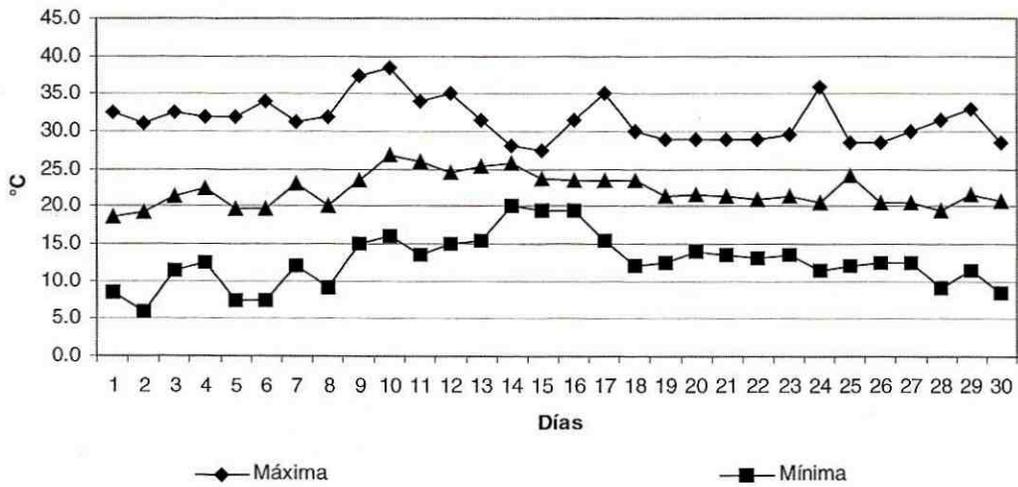


Figura 1. Gráficas de temperaturas máximas y mínimas de los meses de octubre y noviembre del ciclo otoño invierno 1999-2000 registradas dentro del invernadero en la Comarca Lagunera

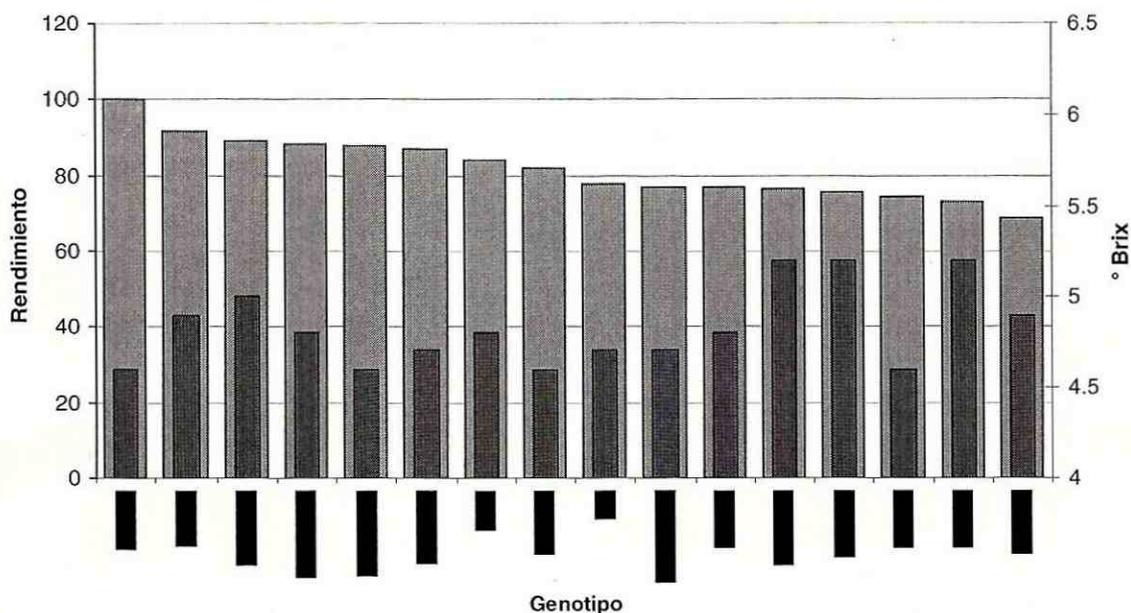


Figura 2. Variable rendimiento y Grados brix en 22 genotipos de tomate evaluados en el ciclo 1999-2000 bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera.

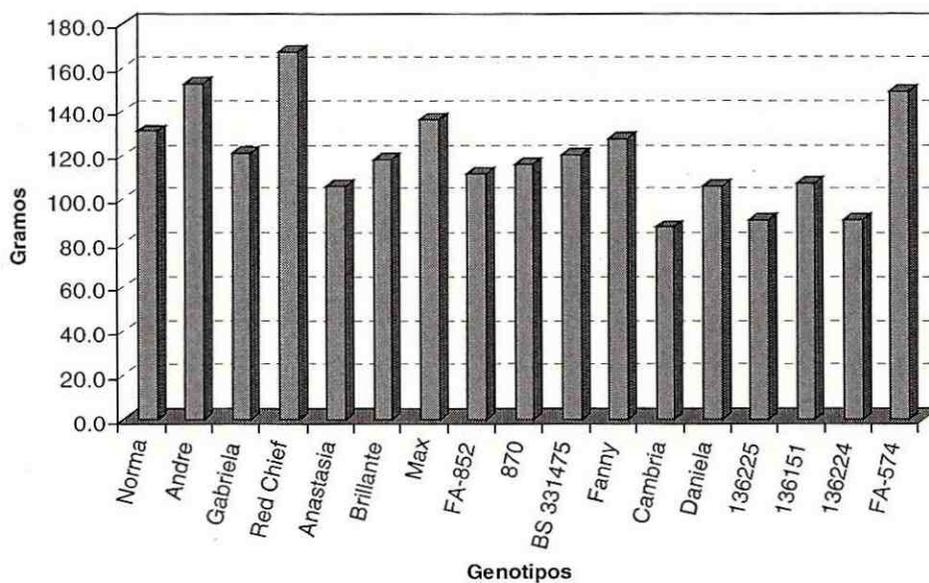


Figura 3. Variable Peso del fruto de 22 genotipos de tomate evaluados en el ciclo 1999-2000 bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera.

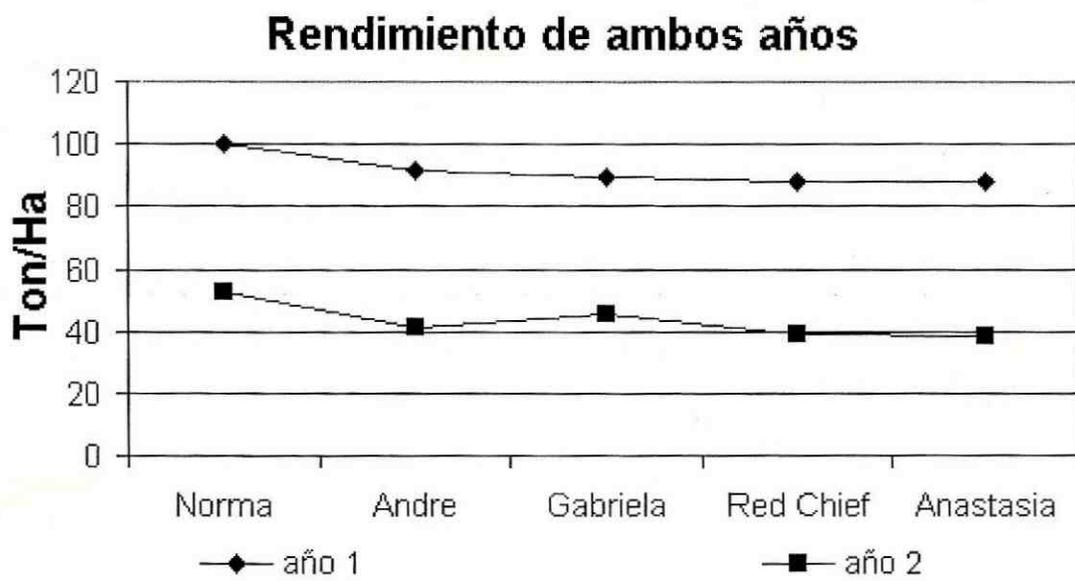


Figura 4: Variable rendimiento de 5 genotipos de tomate evaluados en el ciclo 1999-2000 y 2000-2001 bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera.