

**UNIVERSIDA AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**EVALUACIÓN DE CINCO GENOTIPOS DE TOMATE  
(*Lycopersicon esculentum* Mill) BAJO CONDICIONES DE  
INVERNADERO DURANTE EL INVIERNO 1999 - 2000**

Por

**RUBÉN RAMOS ZAMARRIPA**

**T E S I S**

**Presentada como requisito parcial  
para obtener el título de:  
Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

Torreón, Coahuila  
Diciembre de 2002

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

EVALUACIÓN DE CINCO GENOTIPOS DE TOMATE  
(*Lycopersicon esculentum* Mill) BAJO CONDICIONES DE  
INVERNADERO DURANTE EL INVIERNO 1999 - 2000

Por

RUBÉN RAMOS ZAMARRIPA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL

Ph. D. PEDRO CANO RIOS

ASESOR

M. Sc. EMILIO DUARTE AYALA

ASESOR

ING. VICTOR MARTINEZ CUETO

ASESOR EXTERNO

M. C. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ



COORDINACION DE LA DIVISION  
DE CARRERAS AGRONOMICAS  
TAAAN UL

TORREÓN, COAH., MÉXICO.

DICIEMBRE DEL 2002

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

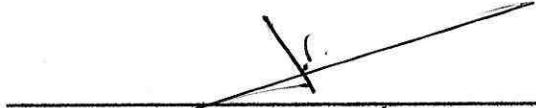
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA

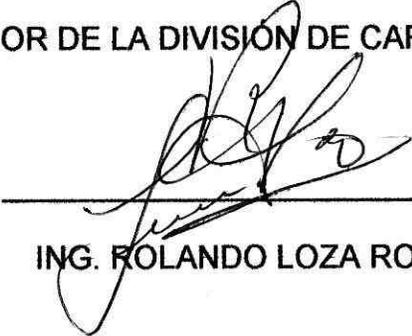
PRESIDENTE   
Ph D. PEDRO CANO RÍOS

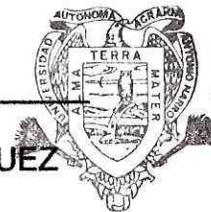
VOCAL   
M. C. FRANCISCO J. SÁNCHEZ RAMOS

VOCAL   
ING. CIPRIANO ONTIVEROS MARTÍNEZ

VOCAL SUPLENTE   
ING. JUAN DE DIOS RUÍZ DE LA ROSA

COORDINADOR DE LA DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS

  
ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ



COORDINACION DE LA DIVISION  
DE CARRERAS AGRONOMICAS  
UAAAN UL

TORREÓN, COAH., MÉXICO.

DICIEMBRE DEL 2002

## DEDICATORIAS

A Dios:

Por tantas bendiciones que me ha dado.

A mis padres:

Anastacia Zamarripa Montelongo

Adrián Ramos Zacarías.

Por los instrumentos valiosos que me obsequiaron y por el buen camino en que me guiaron.

A mi esposa:

Ana Rosa Hernández Medina:

Por los tiempos difíciles que compartimos y por su apoyo.

A mis hijos:

Adrián Eduardo

Rubén Antonio

Alejandro

Por quienes me seguiré superando

A mis hermanos:

Mario, Rosa, Julieta, Marisela, Beatriz, Adrián y Luis Carlos.

Por los momentos compartidos, y por esa confianza que han depositado en mí.

A mi abuelita:

Petra.

A la familia:

Solís Chavarría.

Por la gran amistad que me han brindado.

## AGRADECIMIENTOS

A mi "Alma Mater" por las facilidades proporcionadas para prepararme profesionalmente.

Al Ph.D Pedro Cano Ríos por las oportunidades brindadas; al compartir sus conocimientos y por el gran espíritu de ayuda que el posee.

A la M. C. Norma Rodríguez Dimas por su valiosa ayuda y por su amistad.

Al M. C. Sergio Hernández Rodríguez por su apoyo para la realización de éste trabajo.

A los señores: Gerardo Palacios y José Monsivaes por su amistad y la ayuda brindada para la realización del presente trabajo.

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

A las autoridades del CELALA-INIFAP por haberme permitido realizar éste trabajo en sus instalaciones.

## INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	PRINCIPALES COMPONENTES DEL FRUTO DEL TOMATE, CHAMORRO.(1999).CELALA, 2002.....	6
2	CLASIFICACION DEL FRUTO DEL TOMATE EN BASE AL TAMAÑO.....	16
3	CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES EN EL AGUA DE RIEGO (GOTERO) (PPM). (ZAIDAN Y AVIDAN, 1997). CELALA, 2002.....	27
4	PRINCIPALES ENFERMEDADES VIRALES DEL TOMATE, SÍNTOMAS, TRANSMISIÓN Y MÉTODOS DE LUCHA. CELALA,2002.....	37
5	GENOTIPOS DE TOMATE CULTIVADOS BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN OTOÑO-INVIERNO DE 1999-2000 EN LA COMARCA LAGUNERA.....	46
6	VARIABLES ALTURA DE PLANTA E INICIO DE FLORACIÓN DE 5 GENOTIPOS DE TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO, DURANTE EL OTOÑO-INVIERNO DEL 1999-2000. CELALA, 2002.....	51
7	SEVERIDAD DEL ENROLLAMIENTO DE LAS HOJAS DE 5 GENOTIPOS DE TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN OTOÑO-INVIERNO DE 1999-2000.CELALA 2002.....	54
8	SEVERIDAD DE LA CENICILLA ( <i>leveillula taurica</i> LEV. ARN.) Y CLADOSPORIOSIS ( <i>cladosporium fulvum</i> COOKE) EN 5 GENOTIPOS DE TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN OTOÑO-INVIERNO DE 1999-2000.....	54
9	VARIABLES DE CALIDAD DEL FRUTO DE 5 GENOTIPOS DE TOMATE EN INVERNADERO. CELALA OTOÑO-INVIERNO DE 1999-2000.....	57
10	RENDIMIENTO Y FORMA DEL FRUTO DE 5 GENOTIPOS DE TOMATE EN INVERNADERO CELALA EN OTOÑO-INVIERNO DEL 1999-2000.....	59

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	GRÁFICAS DE TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS EN EL MES DE OCTUBRE DE OTOÑO INVIERNO 1999-2000 REGISTRADAS DENTRO DEL INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA.....	53
2	GRÁFICAS DE TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS EN EL MES DE NOVIEMBRE DE OTOÑO INVIERNO 1999-2000 REGISTRADAS DENTRO DEL INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA.....	53
3	VARIABLES ALTURA DE PLANTA Y DÍAS A FLORACIÓN DE 5 GENOTIPOS DE TOMATE EVALUADOS EN EL CICLO 1999-2000 BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA.....	68
4	VARIABLE RENDIMIENTO DE 5 GENOTIPOS DE TOMATE EVALUADOS EN EL CICLO 1999-2000 BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA.....	68
5	VARIABLE PESO DEL FRUTO DE 5 GENOTIPOS DE TOMATE EVALUADOS EN EL CICLO 1999-2000 BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA.....	69
6	VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES DEL FRUTO DE 5 GENOTIPOS DE TOMATE EVALUADOS EN EL CICLO 1999-2000 BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA.....	69

## RESUMEN

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 estableció el experimento en los invernaderos del campo Experimental La Laguna en Matamoros, Coah. en el invierno de 1999-2000, en donde se evaluaron 5 genotipos de tomate de crecimiento indeterminado y con la característica de larga vida de anaquel.

La siembra en charolas germinadoras se realizó el 6 de agosto de 1999, el diseño experimental usado fue bloques al azar con 6 repeticiones, trasplantándose el 10 de septiembre, la unidad experimental fue de dos plantas, se utilizaron macetas de 22 kg con sustrato de arena previamente desinfectadas y lavadas, se instalaron en doble hilera con arreglo tresbolillo espaciadas a 30 cm entre planta y entre pasillo a 70 cm, las plantas fueron guiadas a un solo tallo sostenidas con rafia. 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.

Para el manejo del agua la máxima cantidad de agua aplicada fue de 2 litros por planta por día por fertirrigación los niveles de concentración de las soluciones nutritivas para cada etapa del cultivo se usaron como base las citadas por Zaidan y Abidan(1997) se hicieron algunos ajustes según lo fuera requiriendo la planta. 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*) 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 cladioprosis (*Cladosporium fulvum*, Cooke) y Cenicilla (*Leveillula taurica* Lev. Arn.) para cuyo control se requirieron aplicaciones de funguicidas (Tecto 60 y Amistar).

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 USDA AMSFV (1975).

Se encontraron diferencias significativas entre los genotipos para todas las variables analizadas.

Los genotipos que presentaron mayor rendimiento fueron Gabriela, Max y Daniela. Con 86.6, 81.5 y 73.6ton/ha, respectivamente mientras que el genotipo de menor rendimiento fue 136150 con 58.5 ton/ha. El peso del fruto fluctuó entre 136 y 75 g el genotipo de mayor peso fue Max y el de menor peso fue la línea 136150. El promedio de diámetros del fruto varió entre los genotipos.

Los resultados obtenidos sugieren a los genotipos Gabriela y Max pueden ser recomendados para su producción bajo condiciones de invernadero.

## INDICE

<b>DEDICATORIAS .....</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE DE CUADROS .....</b>	<b>iv</b>
<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>vi</b>
<b>I.-INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
1.1.-Objetivos .....	2
1.2.-Hipótesis .....	2
<b>II.-REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1.-Generalidades del tomate .....	3
2.1.1.-Origen y domesticación del tomate .....	3
2.1.2.-Clasificación taxonómica .....	3
2.1.3.-Descripción botánica .....	4
2.1.4.-Valor nutritivo .....	5
2.2.-Generalidades de invernadero .....	6
2.2.1.-Ventajas .....	7
2.2.2.-Desventajas .....	7
2.2.3.-Manejo de clima y suelo en invernadero .....	7
2.2.3.1.-Temperatura .....	8
2.2.3.2.-Humedad .....	9
2.2.3.3.-Luminosidad .....	10

2.2.3.4.-Radiación en invernadero .....	10
2.2.3.5.-Contenido de CO <sub>2</sub> en el aire .....	11
2.2.3.6.-Exigencias en suelo .....	11
2.3.-Elección del material vegetal .....	13
2.3.1.-Principales tipos de tomate comercializado .....	14
2.4.-Labores culturales .....	17
2.4.1.-Producción de planta, semillero ó almacigo .....	17
2.4.2.-Transplante .....	18
2.4.3.-Poda de formación .....	19
2.4.4.-Aporcado y rehundido .....	20
2.4.5.-Tutorado .....	20
2.4.6.-Destallado .....	21
2.4.7.-Deshojado .....	21
2.4.8.-Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos .....	22
2.4.9.-Bajado de planta .....	22
2.5.-Marco de plantación .....	23
2.6.-Fertirrigación .....	24
2.7.-Polinización .....	29
2.8.-Plagas y enfermedades .....	30
2.8.1.-Plagas .....	30
2.8.1.1.-Acaros .....	30
2.8.1.2.Insectos .....	31

2.8.2-Enfermedades .....	34
2.9.-Cosecha .....	39
2.9.1-Calidad del fruto .....	39
2.9.2.-Grados brix .....	39
2.10.Antecedentes de producción de tomate en condiciones de invernadero .....	40
<b>III.-MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>45</b>
3.1.-Localización y tipo de invernadero .....	45
3.2.-Ubicación .....	45
3.3.-Clima .....	45
3.4.-Genotipos .....	46
3.5.-Sustrato .....	46
3.6.-Diseño Experimental .....	47
3.7.-Variables Evaluadas .....	47
3.8.-Análisis Estadístico .....	47
3.9.-Manejo del cultivo .....	48
3.10.-Fertilización y Riego .....	48
3.11.-Control de plagas y enfermedades .....	49
3.12.-Cosecha .....	49
<b>IV.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>50</b>
4.1.-Desarrollo vegetativo .....	50
4.1.1.-Altura de planta .....	50

4.1.2.-Floración .....	50
4.2.-Plagas y enfermedades .....	51
4.2.1.-Plagas .....	51
4.2.2.-Enfermedades .....	52
4.3.-Calidad del fruto .....	55
4.3.1.-Peso promedio del fruto .....	55
4.3.2.-Diámetro polar .....	55
4.3.3.Diámetro ecuatorial .....	55
4.3.4.-Grados brix .....	56
4.3.5.-Espesor de pulpa .....	56
4.3.6.-Número de loculos .....	56
4.3.7.-Color y forma del fruto .....	57
4.4.-Rendimiento .....	57
<b>V.-CLONCLUSIONES .....</b>	<b>60</b>
<b>VI.- LITERATURA CITADA .....</b>	<b>61</b>
<b>VII.-APENDICE .....</b>	<b>67</b>

## I. INTRODUCCIÓN

El tomate es una de las hortalizas importante en numerosos países y su popularidad aumenta constantemente debido a su gran valor nutritivo e importancia económica (Esquinas y Nuez, 1999).

El cultivo de tomate es el más intensamente explotado bajo condiciones de invernadero en el mundo, por su alto consumo y su alta capacidad de producción. La capacidad potencial de este cultivo rebasa las 400 ton/ha (Cotter y Gómez, 1981; Romero, 1979). En la República Mexicana la producción de hortalizas en invernadero se ha incrementado gradualmente, y esta producción es destinada principalmente a tomate (Nelson, 1994).

La producción de tomate bajo cielo abierto en la Comarca Lagunera en 2001, alcanzó las 905 ha, 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) distinguiéndose los municipios de Lerdo y Gómez Palacio en Durango y Torreón, Matamoros y Viesca en Coahuila, como las áreas donde mayormente se establece este cultivo dentro de la Comarca Lagunera (Jiménez *et. al.*, 1998)

La producción de tomate bajo condiciones de invernadero implica un completo conocimiento de todos los componentes de producción, especialmente del genotipo ha utilizar. Este sistema de producción es muy delicado, en cuanto a su capacidad homeostática, cualquier variación en dichos componentes representa una variación significativa en la producción y calidad del producto ( Nelson, 1994; Sade, 1998).

Por lo anterior expuesto, es necesario encontrar genotipos de tomate que se adapten a las condiciones de invernadero en época de escasez y que posean alto potencial de rendimiento en combinación con una alta calidad.

### **1.1.- OBJETIVOS**

Evaluar cinco genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero para producción y calidad de fruto durante el otoño-invierno de 1999-2000 en la Comarca Lagunera.

Identificar y controlar los organismos dañinos que se presentan en el tomate durante este ciclo de cultivo.

### **1.2.- HIPÓTESIS**

Mediante el uso de invernaderos como sistema de producción es posible encontrar genotipos de tomate con altos rendimientos y buena calidad.

Bajo condiciones de invernadero se presentan en el cultivo del tomate organismos dañinos no presentes bajo explotaciones a cielo abierto.

## II.-REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1.-GENERALIDADES DEL TOMATE

#### 2.1.1.-ORIGEN Y DOMESTICACIÓN DEL TOMATE

La palabra tomate procede del náhuatl *tomatl*, aplicado genéricamente para las plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa (Williams, 1990).

El centro de origen del género *Lycopersicon* es la región Andina que hoy comparte Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, y Chile (Esquinas y Nuez, 1999).

El lugar donde se produjo la domesticación ha sido controvertido. se suponía que la planta la recibió Europa del Perú, donde presumiblemente se habría domesticado. Sin embargo, estos nombres del tomate permiten dudar de dicha suposición, por consiguiente existen motivos que inducen a creer que el origen de la domesticación de los tomates está en México.( Esquinas y Nuez, 1999).

#### 2.1.2.-CLASIFICACION TAXONOMICA

Esquinas y Nuez (1999) clasifican taxonómicamente al tomate de la siguiente manera:

Clase:	Dicotiledóneas
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Subfamilia:	Solanoideae
Tribu:	Solaneae
Género:	<i>Lycopersicon</i>
Especie:	<i>esculentum</i>

### 2.1.3.- DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Chamarro (1999) describe las principales características morfológicas de la planta de

tomate como a continuación se indica:

**Planta.** Es perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semi-erecta o erecta. Existen variedades de crecimiento indeterminado, determinado y semi determinado.

**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 definen indeterminados.

**Determinadas.** 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 experimentan un crecimiento limitado dando a la planta un aspecto arbustivo con simetría circular.

**Raíz.** El sistema radical esta constituido por la raíz principal, raíces secundarias y raíces adventicias. Una sección transversal de la raíz principal pone de manifiesto la existencia de tres zonas claramente diferenciadas: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, cortex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes).

**Tallo.** El tallo principal es un eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios 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 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.

**Fruto.** Es una baya bi o plurilocular que se desarrolla a partir de un ovario de unos 5-10 mg, y alcanza un peso final en la madurez que oscila entre los 5 y los 500 gramos en función de la variedad y las condiciones de desarrollo. El fruto está unido a la planta por un pedicelo y esta constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto (Chamarro, 1999).

#### **2.1.4.-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. No

obstante, en el cuadro 1, se dan valores orientativos de los componentes de mayor interés (Chamarro, 1999).

**CUADRO 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**

EL invernadero es una construcción cerrada cubierta por 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). Las principales ventajas y desventajas de los invernaderos son las que a continuación se indican:

### **2.2.1. VENTAJAS**

- \* Mayor 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 por año.
- \* El cultivo bajo invernadero ha permitido obtener producciones de primera calidad y
- \* mayores rendimientos, en cualquier época del año, a la vez que permite alargar el ciclo del cultivo, permitiendo producir en las épocas del año más difíciles y obteniéndose mejores precios (Infoagro, 2001).

### **2.2.2.-DESVENTAJAS**

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

### **2.2.3.- MANEJO DE CLIMA Y SUELO EN INVERNADERO**

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 (Sade ,1998).

### **2.2.3.1.-Temperatura**

La temperatura óptima de desarrollo para el tomate oscila entre 20-30 °C durante el día y entre 13-16 °C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35 °C afectan a la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radical 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 a que se ha desarrollado 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. Por encima de estos valores la aparición de hojas disminuye como consecuencia del bajo porcentaje de humedad.

Las inflorescencias aparecen cuando la temperatura sube por encima de los 15°C. A temperaturas excesivas (>35° C) las plantas detienen su crecimiento y su floración, mientras que a temperaturas inferiores, entre 10-15°C, originan problemas en el desarrollo y germinación. A temperaturas superiores a 25° 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; Symposium internacional, 1995; [www. Infoagro.com/hortalizas/tomate.asp](http://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° 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 en ninguno de los dos se calentó, observaron que a 13°C se obtuvo una producción dos veces mayor que en 5°C, con 3.717kg/m<sup>2</sup> y 1.724 kg/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup> y 19.047 Kg/m<sup>2</sup>.

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

- 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 y color deseado.

### **2.2.3.2.- Humedad**

La humedad relativa óptima oscila entre un 70 % y un 80 %. Humedades relativas muy elevadas favorecen 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. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor. Valores extremos de humedad reducen el cuajado de tomate (Infoagro, 2001).

#### **2.2.3.3.- Luminosidad**

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como 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 (Infoagro, 2001).

#### **2.2.3.4.- Radiación en invernadero**

Horward (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 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 densidad de plantación, el sistema de poda y el tutorado deben optimizar la intercepción de radiación por el cultivo, especialmente en época invernal cuando la radiación es más limitante, porque la reducción implica una reducción lineal de cosecha (Cookshull, 1988; Kinet, 1977 citado por Castilla, 1999). La radiación total

diaria a  $0.85 \text{ Mj/m}^2$  son considerados mínimos para el cuajado y floración (Horward, 1995).

Van de Vooren *et al.* (1989) 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; mencionan que es preferible dotar a los invernaderos de una ventilación más eficiente (ventanas cenitales) y evitar estas prácticas, que reducen la radiación y, por lo tanto la producción. Con baja iluminación la polinización sería insuficiente y el tamaño del fruto menor.

#### **2.2.3.5.- Contenido de CO<sub>2</sub> en el aire**

La concentración de CO<sub>2</sub>, de la atmósfera es de 0.03% aproximadamente 300 ppm, esta cantidad varía, pero más varía dentro de un invernadero. Se puede ver que en las primeras horas de la mañana en un día despejado la concentración de CO<sub>2</sub> en invernadero es más alta que en la atmósfera. En cuanto aumenta la intensidad lumínica, y por lo tanto, el proceso de organización, hay una disminución rápida de CO<sub>2</sub>, que alcanza niveles muy bajos cercanos a las 200 ppm (Alpi y Tognoni, 1999).

#### **2.2.3.6.- Exigencias en suelo**

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 (Nonnecke, 1989).

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 valor óptimo del pH de la solución de riego es de 6-6.5 y el pH de la solución de lixiviación o percolado 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 más alcalino que 8.5, esto indica que el pH en la zona radicular alcanza valores que provocan la precipitación de fósforo y menor disponibilidad de micronutrientes. El ajuste es por medio de la relación  $\text{NH}_4/\text{NO}_3$  de la solución de riego: si el pH se hace demasiado alcalino, se debe aumentar la proporción de  $\text{NH}_4$  con respecto al  $\text{NO}_3$  en la solución nutritiva y viceversa. Sin embargo, el porcentaje de amonio no debe superar el 20% del total del nitrógeno aportado (Zaidan, 1997). El tomate es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego.

Martínez y García (1993) señalan que las técnicas de cultivo del tomate han experimentado cambios. Por ejemplo, la utilización de invernaderos con control climático, equipo de riego y fertilización automatizado, con el fin de mejorar el crecimiento y desarrollo de la planta de tomate y aumentar la productividad y calidad de fruto. Unido a estos cambios tecnológicos se viene sustituyendo el cultivo tradicional en el suelo por el cultivo en sustrato esta sustitución se debe a la existencia de factores limitantes como la salinidad, enfermedades y agotamiento de los suelos agrícolas.

FAO (2000) señala que 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, facilitando una fuerte intensificación del cultivo. La arena es el sustrato más utilizado, llegando a representar cerca del 60% de la superficie total bajo condiciones de hidroponía

Egea *et al.* (1999) en un estudio realizado para comparar el exceso de solución con fertilizantes y como es eliminado por drenaje, utilizaron dos sustratos en el sector 1 se empleo sustrato de arena y en el sector 2 lana de roca en ambos el marco de plantación era el mismo, encontraron que en la arena los consumos acumulados de N, P y K son superiores a los de lana de roca, las producciones obtenidas para sustrato arena fueron de 21.16 kg/m<sup>2</sup> y para lana de roca fue de 19 kg/m<sup>2</sup>, por lo que ellos recomiendan el sustrato lana de roca porque consumen menos fertilizante.

### **2.3.- ELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL**

Principales criterios de elección:

- \* Características de la variedad comercial: vigor de la planta, características del fruto,
- \* resistencias a enfermedades.
- \* Mercado de destino
- \* Estructura de invernadero.
- \* Suelo.
- \* Clima.
- \* Calidad del agua de riego.

### 2.3.1.-PRINCIPALES TIPOS DE TOMATE COMERCIALIZADOS

**Tipo Beef.** -Plantas vigorosas hasta el 6<sup>to</sup> - 7<sup>mo</sup> 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 (E.U.A.).

**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 es la responsable 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.

**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. Resistente a V, F1, F2, Tm.

**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. Resistente a V, F2.

**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. Resistente a V, F1, F2, Tm, N.

**Gabriela.** Para otoño, invierno y comienzos de la primavera, similar a Daniela. Resistente a los nematodos, V, F1, F2, Tm.

**Tipo Liso.** Variedades cultivadas para mercado interior e Italia comercializadas en pintón y de menor vigor que las de tipo Larga vida.

**Tipo Ramillete.** De reciente introducción en los mercados, resulta difícil definir que 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.

**Tenerife (FA-185).** Un fruto del tipo generador de ganancias con un largo período de conservación de larga vida. Se recomienda para la producción en otoño y primavera. Resistente al V, F1, F2, Tm.

**Catherine (FA-572).** Planta del tipo Dumbo, más fuerte que la variedad 516. Para comienzos del otoño (Peso del fruto: 180-280g). Resistente al V, F1, F2, Tm.

**Electra (FA-516).** Planta del tipo Dumbo para la temporada de otoño. La fruta combina un tamaño gigante con una excelente firmeza y color. Resistente al V, F1, F2, Tm.

**Colette (FA-832).** Planta relativamente resistente con un largo período de cuajado, fruto globoso con un peso de 180-280g. Resistente al V, F1, F2, Tm.

**Adela (FA-574).** Similar a Catherine con frutos más grande (200-300g). Híbridos para la venta como producto fresco, de cultivo al aire libre

Rendón, (1983) indican que clasificar ocho tamaños de frutos en dos calidades es un trabajo excesivo, cuando se lleva a cabo experimentos con tomate, que al final no se utiliza toda esta información 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 (ver Cuadro 2).

**CUADRO 2. CLASIFICACION DEL FRUTO DEL TOMATE EN BASE AL TAMAÑO**

Tamaño	Diámetro en mm Mínimo	Diámetro en mm Máximo
Grande	73	-
Mediano	64	72
Chico	48	63

## **2.4.- LABORES CULTURALES**

### **2.4.1.- PRODUCCIÓN DE PLANTA. SEMILLERO O ALMACIGO**

Tradicionalmente, el semillero se efectuaba por el propio agricultor en cama caliente y con protección térmica utilizando lámina de plástico o carrizo, la siembra era al voleo o chorrillo para transplante a raíz desnuda. Hoy en día, el alto costo de la semilla (híbridos) ha generalizado el uso de charolas germinadoras prensados de turba, macetillas de plástico rellenas de sustrato para transplantar con cepellón, que cuentan con instalaciones adecuadas ya sea con cámaras de germinación o invernadero (Castilla, 1999). La germinación de la semilla tiene lugar a temperaturas óptimas entre 18°C y 24°C. Temperaturas mínimas en semilleros (inferiores a 11°C) inducirán reducciones de producción precoz y total (Martínez, 1993).

Cayuela et al., (2001) en una prueba de adaptación a la salinidad inducida por el pre-tratamiento de semillas en híbridos comerciales de tomate, menciona que los procesos de salinización continúan incrementado en el Área Mediterránea debido a la escasez y altos contenidos de sales solubles en las aguas de riego disponibles. Ante esta situación, resultan de gran interés los estudios dirigidos a aumentar la capacidad de adaptación de las plantas al estrés salino. En este trabajo, se utilizaron tres híbridos comerciales para determinar el efecto del pre-tratamiento salino de semillas sobre la producción cuando se utilizan para el riego aguas con diferentes contenidos en sales (35 y 70 mM NaCl). Los híbridos respondieron positivamente al pre-tratamiento salino de semillas cuando el cultivo se realizó a un nivel moderado de salinidad (35 mM NaCl), con incrementos de rendimiento del 12, 34 y 55 % en las plantas procedentes de semillas pre-tratadas de los híbridos Durinta, Rambo y Brisa, respectivamente, en relación con las plantas no pre-tratadas; el aumento de

producción fue debido a los dos componentes del rendimiento, peso medio y número de frutos. Sin embargo, a 70 mM NaCl no se encontró ningún efecto positivo, llegando incluso a decrecer significativamente la producción con el pre-tratamiento en dos de ellos. Estos resultados ponen de manifiesto que el pre-tratamiento de semillas es una estrategia válida para aumentar la tolerancia a la salinidad, pero su efecto depende del cultivar y del nivel de salinidad del agua de riego.

#### **2.4.2.- TRANSPLANTE**

Castilla (1999) menciona 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 fungicida.

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

Es importante no demorar el transplante cuando la planta está a punto, pues los retrasos afectan negativamente a la futura producción. Tras el transplante, se da un riego a fin de conseguir buena humedad en el entorno radicular y un buen contacto del cepellón trasplantado con el suelo circundante, que permite un buen desarrollo radicular (Castilla,, 1999).

### 2.4.3.- PODA DE FORMACIÓN

Anderlini (1996) menciona que bajo las condiciones ambientales, 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 cultivadas mayoritariamente en el invernadero. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales axilares, 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 todos los brotes axilares son removidos y las plantas son soportadas 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.

#### **2.4.4.- APORCADO Y REHUNDIDO**

El aporcado es la actividad cultural 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 (Belda y Lastre, 1999).

El rehundido es una variante del aporcado que se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente rascada, hasta que entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas ( Belda y Lastre, 1999).

#### **2.4.5.- 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 (Horward, 1995).

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), a una altura de 2.5 a 3 metros dentro de la

construcción (Zaidan, 1997). Conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre.

#### **2.4.6.- 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 fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre (Johnson y Rock, 1975).

#### **2.4.7. -DESHOJADO**

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la 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 de la rama madura a la vez, a fin de no afectar la planta y proteger el fruto del sol lo más posible y un buen crecimiento vegetativo y producción de fruto. (Horward, 1995).

#### **2.4.8. -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 (Horward, 1995).

#### **2.4.9. –BAJADO DE PLANTA**

Johnson y Rock (1995) indican que esta práctica cultural se realiza normalmente cuando las plantas llegan a una altura de aproximadamente 2 m. persisten dudas en el sector productivo acerca de la severidad y frecuencia con que debe realizarse 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 (Atherton y Rudich, 1986).

Pilatti y Bouzo, (2000).realizaron un experimento para medir efecto del bajado de plantas sobre la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en invernadero. Sin embargo, este descenso de las plantas puede afectar a la interceptación de radiación solar por el dosel y consecuentemente al rendimiento del cultivo. El objetivo fue determinar el efecto de la frecuencia e intensidad de bajado de las plantas de tomate realizados en invernadero durante los meses invernales. La experiencia se realizó con un cultivo de tomate variedad Tomy FN144. 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. Se discute la relación entre la interceptación de la luz y la falta de respuesta en la producción.

## **2.5.- MARCOS DE PLANTACIÓN**

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 2 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, 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 normal mente oscila entre 2.0 a 2.5 plantas por metro (Howard, 1995). la densidad máxima de plantación será de 35,000 plantas /ha, en plantaciones de ciclo de otoño ( 30,000 recomendadas), excepto variedades tipo "cherry" ( Belda y Lastre, 1999).

En óptimas condiciones de fertilidad del suelo para cultivares determinados 1.3 plantas /m<sup>2</sup> y cultivados con espalderas de 1.8 a 2.1 plantas /m<sup>2</sup> entutorados y podados, para cultivo al aire libre y densidades altas propias de tomate industrial, entorno a 5.0–6.0 plantas/m<sup>2</sup> (Geisenberg y Stewart, 1986).

## 2.6. FERTIRRIGACIÓN

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 (1996) indica que las principales ventajas del sistema de fertirrigación son las siguientes:

- Dosificación racional de los fertilizantes.
- Un ahorro de agua considerable.
- 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).

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

Cuartero *et. Al.* (1999) mencionan que la salinidad reduce la germinación de las semillas y alarga el tiempo de germinación. La siembra directa se dificulta cuando la conductividad eléctrica es igual o mayor a 8 ds/m. La producción se reduce cuando la planta se desarrolla en soluciones de 2.5 o más, arriba de 3 ds/m un incremento de 1 ds/m resulta en una reducción de 9 a 10% en la producción.

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 y el total de sólidos solubles, mejorando así el sabor del fruto (Mizrahi *et al.*, 1988).

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 ej. 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 stress salino mediante el

riego con agua muy salina ( $CE \sim 7 \text{ ds/m}$ ), 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, 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 percolado 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 (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 (Avidan, 1998).

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 ej. en tomate se consideran 4 etapas:

establecimiento-floración, floración-cuajado de frutos, maduración-1<sup>ra</sup> cosecha y 1<sup>ra</sup> cosecha-final (ver Cuadro 3). 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 3. 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) observaron que la mayoría de los fertilizantes absorben calor al ser disueltos, reduciendo la temperatura del agua. La dilución de ácido fosfórico en cambio produce una reacción exotérmica. Por esto conviene agregar

primero ácido fosfórico para aprovechar el aumento de la temperatura y así facilitar la disolución de los fertilizantes agregados. 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. 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 aunado 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 inducido cuando hay un cambio brusco desde días nublados a muy luminosos o también por condiciones prolongados en un ambiente seco caluroso.

Los experimentos realizados por Morard *et al.* (1996) con plantas de tomate en el 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.* (2001) estudiando los efectos provocados por la deficiencia inducida de calcio en plantas de tomate en cultivo hidropónico en tres tipos de solución nutritivas: una normal (2.5mM) y dos para inducir deficiencia :125mM y 62.5mM de

$\text{Ca}^{2+}$  , la aparición a los primeros síntomas visuales de deficiencia se producen en las hojas más jóvenes presentándose a los 7-10 días en el tratamiento 62.5, en este tratamiento se reduce la altura de la planta hasta un 67% mientras que en las cultivadas con 125mM los síntomas se aparecían 10 y 15 días más tarde, las raíces se oscurecen y disminuyen su tamaño, en este tratamiento el tamaño de la planta se reduce hasta un 48 %. El mismo investigador menciona que la deficiencia inducida de calcio provoca la inhibición del crecimiento de las plantas de tomate cultivadas en medio hidropónico.

No obstante, para no cometer grandes errores, no se deben sobrepasar dosis de abono total superiores a  $2\text{g.l}^{-1}$ , siendo común aportar  $1\text{g.l}^{-1}$  para aguas de conductividad próxima a  $1\text{mS.cm}^{-1}$  (Imas, 1999).

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).

## **2.7. POLINIZACIÓN.**

Zaidan y Avidan (1997) mencionan que debido a que se requiere uniformidad en la inflorescencia, es importante que se introduzca abejas, está destinada a la

polinización para la obtención de un fruto regular y uniforme en la inflorescencia, lo que se prefiere usar otros métodos. Es necesario tomar en cuenta el régimen de aplicaciones contra plagas en el invernadero, para que no se dañen las abejas.

Lacasa y Contreras (1999) en un estudio realizado midieron el efecto sobre abejorros polinizadores (*Bombus terrestris*) en la aplicación de Confidor (imidacloprid) y Nema-cur (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° Nema-cur a la dosis 20 lt/ha aplicados al suelo. el análisis de la actividad polinizadora no mostrarón 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.

## **2.8.-PLAGAS Y ENFERMEDADES**

### **2.8.1. PLAGAS**

#### **2.8.1.1. Ácaros**

##### **Araña roja.**

Alpi y Tognoni (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. Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas. Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso de foliación

### **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. Evolucionan de forma ascendente desde la parte basal de la planta. Aparece por focos y se dispersa de forma mecánica favorecida por las 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).

### **2.8.1.2. Insectos**

#### **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).

El tomate puede ser atacado por *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporarium* y *Bemisia argentifolii* (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE), tanto ninfas como adulto se alimentan de la planta de tomate ocasionando amarillamiento y debilitamiento de las plantas. La mosca blanca puede ocasionar varios tipos de daños a las plantas hospederas: succión de savia, inyección de toxinas, excreción de mielecilla y transmisión de virus.

Ohnesorge y Rapp (1986) indican que el adulto de la mosca 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.

### **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 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).

### **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).

### **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).

## 2.8.2. ENFERMEDADES

### 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.

### 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).

### **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-oscuras 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).

### **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).

En el cuadro 4 se presentan algunas enfermedades virales que se pueden presentar al cultivar tomate, ya sea bajo condiciones de cielo abierto o bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera, así mismo se menciona la sintomatología, forma de transmisión y métodos para su control.

**CUADRO 4. PRINCIPALES ENFERMEDADES VIRALES DEL TOMATE, SÍNTOMAS, TRANSMISIÓN Y MÉTODOS DE LUCHA. CELALA, 2002.**

<b>Virus</b>	<b>Síntomas en hojas</b>	<b>Síntomas en frutos</b>	<b>Transmisión</b>	<b>Métodos de lucha</b>
<b>CMV (Cucumber Mosaic Virus) (Virus del Mosaico del Pepino)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mosaico fuerte</li> <li>- Reducción del crecimiento</li> <li>- Aborto de flores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moteado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pulgones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control de pulgones.</li> <li>- Eliminación de malas hierbas</li> <li>- Eliminación de plantas afectadas</li> </ul>
<b>TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus) (Virus del Bronceado del Tomate)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bronceado</li> <li>- Puntos o manchas necróticas que a veces afectan a los peciolo y tallos.</li> <li>- Reducción del crecimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manchas irregulares</li> <li>- Necrosis</li> <li>- Maduración irregular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trips (<i>F. occidentalis</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eliminación de malas hierbas</li> <li>- Control de trips</li> <li>- Eliminación de plantas afectadas</li> <li>- Utilización de variedades resistentes.</li> </ul>
<b>TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus) (Virus del Rizado Amarillo del Tomate)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parada de crecimiento</li> <li>- Folíolos de tamaño reducido, a veces con amarilleamiento.</li> <li>- Hojas curvadas hacia arriba</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del tamaño</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control de <i>B. Tabaci</i></li> <li>- Eliminación de plantas afectadas</li> <li>- Utilización de variedades resistentes</li> </ul>

## **Alteraciones del fruto**

### **La podredumbre apical**

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; Blancard, 1996).

### **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, 1996)..

### **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)..

### **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).

## **2.9.-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, recolecte en la mañana cuando la temperaturas son bajas y no magulle la fruta arrojándola o llenándola en exceso las cajas. Dos pisos por cajas son suficiente (Horward,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. Como típico fruto climatérico, la producción de etileno se incrementa con el avance de la maduración (Murray y Yommi, 1995)

### **2.9.1. 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.

### **2.9.2. GRADOS BRUX (° BRUX)**

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.

Diez (1999) 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.

## **2.10.-ANTECEDENTES DE PRODUCCIÓN DE TOMATE EN CONDICIONES DE INVERNADERO.**

Salas *et al.* (2001) evaluando la producción y calidad de fruto de tomate cherry en sistema sin suelo durante dos ciclos de cultivo. Mencionan que Algunos defectos en la calidad de los frutos podrían mejorarse por medio del manejo cultural mediante la poda de los ramilletes florales. Cuando se produce con plantas de tomate cherry es normal que en los ramilletes aparezcan más flores de las deseadas disminuyendo la calidad comercial de sus frutos. El objetivo de este trabajo fue cuantificar el efecto del aclareo de flores y frutos en el calibre, cantidad y precocidad de la producción. el experimento se basó en eliminar parte del ramillete. Las plantas de cherry fueron cultivadas según la practica tradicional de la zona durante dos ciclos de cultivo (otoño y primavera). Los datos recogidos durante los ciclos de cultivo fueron número y peso de frutos, y clasificados por calibres según sus diámetros. Después del análisis

estadísticos de los datos se obtuvieron una elevada correlación entre el número de frutos por ramillete y la eliminación de la parte final de los mismos, el tratamiento afectó de forma diferente según el ciclo de cultivo. Los resultados indican que con el manejo cultural también se puede mejorar la calidad de los frutos.

Auclair *et al.* (1995) evaluando diferentes tratamientos de producción de tomates orgánica del invernáculo- en convencional orgánico e hidropónicos- se comparó con respecto al valor del nutritivo, calidad del organoleptico y productividad. Los tomates se cultivaron en musgo de la turba y abono de los camarones contuvo cantidades más altas de Ca, Cu, Fe, P y Zn y tenía una madurez más tardía que esos cultivado en el abono estercol de vaca. eL promedio de la cantidad total de vitamina C de tomates era significativamente más alto cuando se produjo convencionalmente y hidropónicamente. que los de tomates producidos orgánicamente considerando que el volumen del mineral de tomates tenía relación pequeña al método de producción. El sabor y textura de tomates y el rendimiento total de frutas era comparable por los tres métodos de producción aun cuando se obtuvo una precocidad más temprana con la cultura hidropónica.

Baytorun *et al.* (1999) condujeron un experimentos durante 1993-94 en dos invernaderos del plástico estudiaron el efecto de diferentes temperaturas nocturnas en rendimiento y calidad de plantas del tomate. En uno de los invernaderos se dejó temperaturas de un mínimo de 5 °C y en el otro a un mínimo de 13 ° C. Análisis estadístico reveló diferencias en promedio vitalidad del polen mensual. ninguna diferencia significativa ocurrió entre los tratamiento el acalorado y condiciones, 11+ ACU- la diferencia en vitalidad del polen entre los dos tratamientos ocurrió en febrero. En los análisis estadísticos ocurrió una diferencia significante entre

invernaderos acalorado como un resultado de tasa de la germinación del polen, en febrero estaba dos veces más alto en invernadero 13°C que en invernadero de 5 °C, 116+ ACU- se observó producción más alta en el invernadero acalorado (con una producción de 3,717 kg m<sup>2</sup>) que en el invernadero sin calentar (con 1,724 kg /m<sup>2</sup>). En ambos invernaderos se cumplió la cosecha el 20 julio el rendimiento total final se obtuvo de acalorado e invernadero no acalorados eran de 24,038 kg/m (2) y de 19,047 kg/m (2) respectivamente.

Takahi ( 2001). Estudió la producción de tomate en sistema de cultivo sin suelo abierto y cerrado. Se condujo una experiencia en invernadero con la finalidad de evaluar la potencialidad productiva, calidad de producto y eficiencia en el uso del agua de dos sistemas de cultivo sin suelo: abierto y cerrado. Diseño experimental: bloques aleatorizados con siete repeticiones. Como sustrato se utilizó perlita agrícola y como contenedor saco de polietileno negro de 54 litros de capacidad. Unidad experimental : 4 sacos con 5 plantas de tomate cv. Dominique en cada uno. No se constató diferencias significativas de rendimiento de fruto comercial, el sistema abierto produjo mayor rendimiento de frutos grandes, mayor de 140 gramos y mayor cantidad de frutos con podredumbre apical ( blossom end rot (B.E.R). En el sistema abierto se registró un 22% de drenaje, equivalente a 1910 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> y un aporte de 27,8% más de agua que en el sistema recirculante.

Cuartero *et al.* (1999) para medir el efecto de la salinidad en la producción y en el consumo de agua del tomate, se cultivaron sobre grava 'Rambo', ' Daniela' y 'Moneymaker' en invernadero de polietileno. El cultivo se regó por goteo, incorporando al mismo los abonos y la sal. Se usaron cuatro concentraciones salinas, 0 (testigo), 2, 4 y 6 g/L NaCl que, llevaron a conductividades eléctricas (CE)

de 2.6, 6.3, 9.8 y 13.0  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  respectivamente. El rendimiento resulto drásticamente reducido en todos los cultivares, experimentándose una reducción del 43% incluso empleándose la concentración salina mas baja. Ello indica que no es rentable el riego del tomate, estando este cultivado sobre grava o por hidroponía, con agua de conductividad igual o mayor a 6.3.

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.

Guzmán *et al* .,(1996) realizó un trabajo sobre la comparacion del gasto hídrico en un cultivo de tomate en nft recirculante frente al enarenado almeriense. Se ha estudiado el gasto hídrico de un cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Miller) con dos variedades, Daniela y Atlético, en un sistema recirculante NFT en campaña de otono-invierno. Este gasto fue comparado con el correspondiente a un sistema de cultivo tradicional en la comarca, el "enarenado almeriense", con fertirrigación Los resultados muestran un gasto de agua similar, tanto para las dos variedades como para el consumo total en ambos agrosistemas

Wada *et. al.*, (1998). Evaluando los efectos de mínima temperatura del aire en el crecimiento, rendimiento y calidad de tomate. la planta se pudo creciendo en el sistema a un solo tallo bajo invernadero hydroponicamente, se mantuvo la temperaturas del aire del mínimo de 5 °C, 10 °C, 15 °C, y 20 °C. se estudió el rendimiento y calidad de la fruta. Temperaturas mínimo del aire a más altas avanzada madurez , considerablemente acortando la longitud de cultivo, pero contrario al peso del promedio de la fruta. temperatura mínimo del aire afecta el períodos del cultivo y reduce el rendimiento fruta. El crecimiento de la fruta que a temperaturas del aire más altas, las frutas eran más pequeñas a la cosecha.

afectando los °Brix de fruta por temperatura mínima del aire, pero aumento significativamente la acidez del jugo de fruta .

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.

Ibarra y Quezada (1992) Sus estudios sugieren producir tomate en condiciones de invernadero y túneles, cuando las condiciones climáticas de aire libre no lo permitan, teniendo bajo consideración que los dos sistemas de producción compensan de 3 - 4 °C en las temperaturas mínimas en ausencia de inversiones térmicas. Sugiere también su uso, cuando el rendimiento sea prioritario en atención a los incrementos en la producción obtenidos en relación a cielo abierto.

El cultivo comercial de tomate se desarrolla en el campo en forma natural, siempre y cuando sus necesidades de suelo, luz, temperatura, humedad relativa, anhídrido carbónico, macro y microelementos sean satisfechas (Sade, 1998).

Ibarra y Quezada, (1992). En un estudio de la respuesta del acolchado de suelos comparativamente con suelo desnudo, para tomate en invernadero durante el ciclo primavera verano en Saltillo. Encontró que no hubo diferencias significativa para diámetro del tallo con o sin acolchado, se aplicó una lámina de agua de 72.5cm en el suelo acolchado y 82.5 en suelo desnudo.

### III.-MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1.- Localización y Tipo de invernadero.

El experimento se estableció en el Campo Experimental La Laguna (CELALA) ubicado en el km 17.5 de la carretera Torreón - Matamoros, en un invernadero semicilíndrico compuesto de cubierta de fibra de vidrio y con estructura totalmente metálica, la ventilación del invernadero es automatizada pero no existe instalaciones de climatación suficientes.

#### 3.2.- Ubicación.

El experimento se ubica en las coordenadas geográficas de  $103^{\circ}17'$  de longitud Oeste y  $25^{\circ}29'$  de latitud Norte con una altura de 1150 m.s.n.m. (CETENAL,1970).

#### 3.3 .-Clima.

Palacios, (1990) define el clima de la región bWhw (f), como muy seco con lluvias en verano. Los registros de temperatura indican una media anual de  $21^{\circ}\text{C}$ , presentando su valor más bajo en enero y el más alto en julio. La precipitación promedio de 109 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 varía 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.

Durante el invierno de 1999-2000 se evaluaron 5 genotipos de tomate, los cuales son presentados en el cuadro 5.

**CUADRO 5. GENOTIPOS DE TOMATE CULTIVADOS BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN OTOÑO-INVIerno DE 1999-2000 EN LA COMARCA LAGUNERA.**

Genotipo	Tipo de Fruto	Compañía
136150	Roma	Harris M.
Daniela	Bola	Hazera
Max	Bola	Peto seed
136066	Bola	Harris M.
Gabriela	Bola	Hazera

### 3.5.- Sustrato.

La siembra en charolas germinadoras se efectuó el 6 de agosto usando como sustrato el musgo Canadiense (turba) y el trasplante se realizó el 10 de septiembre de 1999,. Se utilizaron macetas de 25 kg con sustrato de arena previamente desinfectada con bromuro de metilo y lavadas, se instalaron en doble hilera con arreglo tresbolillo espaciadas a 30 cm entre planta y entre pasillo a 70 cm.

### **3.6.- Diseño Experimental.**

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 6 repeticiones y la unidad experimental fueron dos plantas por genotipo, la superficie sembrada fue de aproximadamente de 100 m<sup>2</sup>.

### **3.7. Variables Evaluadas**

Las variables que se evaluaron en este estudio fueron: altura de planta, floración, rendimiento del tomate y calidad del tomate,

**Altura de planta.**-Se realizaron mediciones periódicas con regla a las plantas de estudio.

**Floración.**-Se contabilizaron el número de flores en cada genotipo cuando empezaban a aparecer las flores

**Rendimiento.**- Se pesó cada uno de los frutos cosechados para todos los cortes realizados;

**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, espectómetro, báscula de precisión, regla milimétrica y tabla de colores.

### **3.8.-Análisis Estadístico**

Se realizó un análisis estadístico para cada una de las variables evaluadas. Utilizando análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de diferencia mínima significativa ( $\leq 0.05$ ). lo anterior utilizando el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998) .

### **3.9.- Manejo del Cultivo.**

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo eliminando los brotes axilares, el cual se realizó de abajo hacia arriba para no perder la guía principal, se 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. Durante el desarrollo del cultivo se tomaron datos de altura y número de nudos.

Cuando inicio la etapa de floración se procedió a la polinización con un vibrador eléctrico el cual se paso por el pedúnculo de la inflorescencia por un lapso de 3 segundos y se paso el vibrador a razón de 4 veces por semana. En esta etapa se tomaron datos de inicio de floración.

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, se realizó con el fin de aumentar la formación de mayor número de raíces cubriendo la parte inferior de la planta con arena.

### **3.10.-Fertilización y Riego**

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 fue de acuerdo a los resultados citados por Zaidan y Avidan,(1997). Para evitar acumulaciones de sales se dieron un total de tres lavados de macetas durante el desarrollo de la planta.

### **3.11 Control de Plagas y Enfermedades.**

Se establecieron trampas amarillas para el control de plagas, la plaga que se presentó fue la mosquita blanca (*Bemisia argentifolli* y *Trialeurodes abutilonea*) y como plaga secundaria se presentó el minador (*Liromiza munda* al inicio de la temporada, las cuales fueron controladas con una aplicación de Endosulfan 35%, y posteriormente se empleó una mezcla de insecticidas Amitraz 20 CE 30 ml y Endosulfan al 35% 30 ml, disueltos en 10 litros de agua.

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 la incidencia se contaron el numero total de plantas y mediante observaciones visuales semanales, se cuantifico 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 con Tecto-60 (Tiabendazol) en dosis de 250g/ha.

### **3.12.- Cosecha.**

La cosecha se realizó cuando el fruto presenta un color rosado promedio de la superficie más de 30% pero no mas de 60% de rosa o color rojo en base a los requerimientos de clasificación de color ( U.S. Depto of Agriculture Agricultura Markenting Service Fruti and Vegetable, 1975). se realizó el corte dos veces por semana en ambos años.

## **IV.-RESULTADOS Y DISCUSION**

### **4.1.- Desarrollo vegetativo**

Se presentó una diferencia significativa entre los 5 genotipos de tomate cultivados en el ciclo 1999-2000 en cuanto a su desarrollo vegetativo, ver Cuadro 6. Los genotipos de este estudio presentaron un crecimiento indeterminado, las plantas crecieron muy vigorosas, cubriendo eventualmente el espacio entre hileras.

#### **4.1.1.- Altura de la planta**

Se presento una diferencia altamente significativa entre genotipos para la variable altura, el genotipo más sobresaliente para esta variable fue: 136150 con 295.83 cm, y la menor altura fue presentada por el genotipo Max con 249.17 (Cuadro 6)

#### **4.1.2.- Floración**

Para la variable floracion se presento una diferencia altamente significativa entre genotipos, observándose que el genotipo más precoz a floración fue el 136150 con 56.33 DDS (Días después de la siembra) y el genotipo más tardío a floración fue el 136066 con 67.83 DDS (Cuadro 6).

Durante la etapa de desarrollo de la planta se presento un descenso en la temperatura ambiental del invernadero del 25 de octubre al 1° de noviembre las temperaturas llegaron hasta 6° C (Figura 1 ), que no fue posible controlar por falla

del equipo de calefacción, lo que ocasionó estrés en la planta reflejándolo con enrollamiento de hojas y caída de flores y frutos de los racimos posteriores al cuarto.

**CUADRO 6** VARIABLES ALTURA DE PLANTA E INICIO DE FLORACIÓN DE GENOTIPOS DE TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO, DURANTE EL OTOÑO-INVIERNO DEL 1999-2000. CELALA, 2002.

GENOTIPO	ALTURA (CM)	DIAS A FLORACION
136150	295.83 a	56.33 b
DANIELA	281.83 ab	64.50 a
MAX	249.17 c	66.00 a
136066	287.17 ab	67.83 a
GABRIELA	255.33 ab	65.50 a
DMS (0.05)	27.84	3.66
MEDIA	273.06	64.03
C.V.	8.46	4.75

#### 4.2.- Plagas y enfermedades

##### 4.2.1.- Plagas

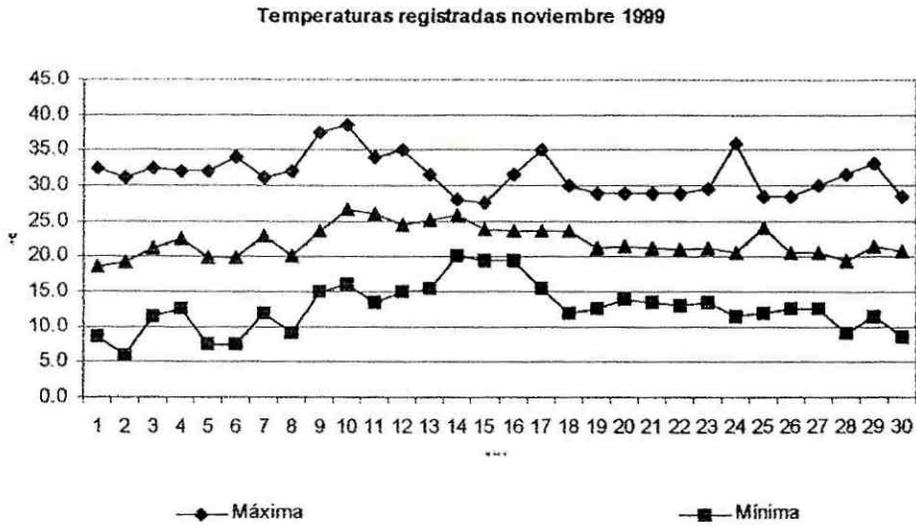
En este trabajo de investigación se presentaron problemas de plagas. Como plaga primaria se presentó la mosquita blanca (*Bemisia argentifolli* y *trialeurodes abutilonea*), la cual estuvo presente durante todo el ciclo del cultivo y como plaga secundaria se presentó el minador de la hoja (*liriomyza munda*). Al inicio de la temporada, tales plagas fueron controladas con aplicaciones de endosulfan 35%, en dosis de 3 ml/lt de agua. posteriormente se empleó una mezcla de insecticidas

Amitraz 20 Ce y endosulfan al 35% 3 ml, de cada producto disuelto en 10 litros de agua.

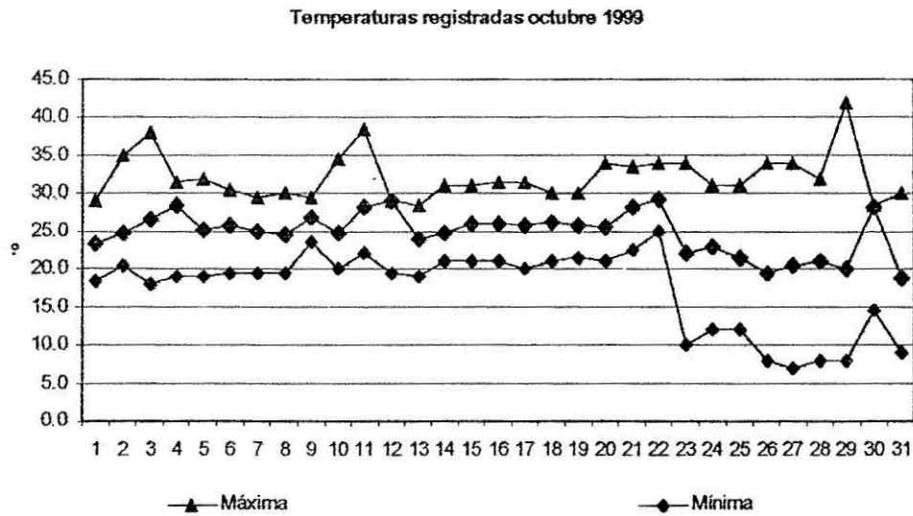
#### 4.2.2- Enfermedades

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, o con poda severa, periodos de sequía prolongados o suelo húmedo (Blancard, 1996). En este caso, el enrollamiento fue ocasionado por fluctuaciones de temperaturas en el invernadero.

Casi al finalizar la cosecha, a los 83 días después del transplante se presentó la cenicilla (*Leveillula taurica* Lev. Arn.) y cladosporiosis (*Cladosporium fulvum*, Cooke), las cuales fueron controladas con los fungicidas Tecto 60 (Tiabendazol) como preventivo, y el Ridomil Bravo como curativo, ambos en concentraciones de 2 g / litro de agua.



**Figura 1. Gráficas de temperaturas máximas y mínimas en el mes de octubre de otoño invierno 1999-2000 registradas dentro del invernadero en la Comarca Lagunera.**



**Figura 2. Gráficas de temperaturas máximas y mínimas en el mes de noviembre de otoño invierno 1999-2000 registradas dentro del invernadero en la Comarca Lagunera.**

**CUADRO 7 SEVERIDAD DEL ENROLLAMIENTO DE LAS HOJAS DE 5 GENOTIPOS DE TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN OTOÑO-INVIERNO DE 1999-2000.CELALA 2002:**

Genotipo	Severidad <sup>1</sup>
Daniela	2.25
Gabriela	1.91
136150	2.90
136066	2.33
Max	2.00
Mayor	3.75
Menor	0.83
Media	2.15
DMS (P<0.05)	0.47

severidad <sup>1</sup> : 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 8 SEVERIDAD DE LA CENICILLA (*Leveillula taurica* LEV. ARN.) Y CLADOSPORIOSIS (*Cladosporium fulvum* COOKE) EN 5 GENOTIPOS DE TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN OTOÑO-INVIERNO DE 1999-2000.**

Genotipos	Severidad <sup>1</sup>
Gabriela	1.25
Daniela	0.75
136150	2.00
Max	1.25
136066	0.91
Mayor	2.00
Menor	0.58
Media	1.23
DMS (P<0.05)	1.24

Severidad <sup>1</sup> : 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**

Se detectaron diferencias altamente significativas en las variables de calidad del fruto. Para peso del fruto el análisis de varianza detectó una diferencia altamente significativa entre genotipos. Observándose el genotipo más sobresaliente en peso del fruto Max con 136.2 g seguido por el genotipo Gabriela con 121.2 g. El genotipo que presentó menos peso de fruto fue el 136150 con 72.5 g (Cuadro 6).

#### **4.3.2. -Diámetro polar**

Para la variable diámetro polar se presentó una diferencia altamente significativa entre genotipos, el análisis de varianza encontró una media de 4.34 cm, el genotipo más sobresaliente estadísticamente fue el 136066 con 5.5 cm de diámetro polar y el genotipo de menor diámetro fue el genotipo Daniela con 3.5 cm (Cuadro 6).

#### **4.3.3-Diámetro ecuatorial**

El análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa entre genotipos para la variable diámetro ecuatorial, con una media de 4.53 cm de diámetro. Observándose que el genotipo Max presenta mayor diámetro ecuatorial con un valor de 5 cm. Los genotipos 136066 y 136150 presentaron menor diámetro ambos con 4.0 cm (Cuadro 6)

#### **4.3.4.-Grados brix**

El análisis de varianza mostró una diferencia altamente significativa entre genotipos para esta variable, se encontró una media general de 4.85 grados brix. El genotipo con mayor contenido de sólidos solubles fue Daniela con 5.2 grados brix. El genotipo que presentó menor contenido de sólidos solubles fue el 136150 con 4.6 ° brix (Cuadro 9).

#### **4.3.5.-Espesor de pulpa**

El análisis de varianza mostró una diferencia altamente significativa para la variable espesor de la pulpa observándose que la mayoría de los genotipos Gabriela, Daniela, 136066 y 136150 obtuvieron igual espesor con 0.7 cm mientras que el genotipo Max presentó menor espesor de pulpa con 0.5 cm (Cuadro 9).

#### **4.3.6.-Número de lóculos**

El análisis de varianza mostró una diferencias altamente significativa entre genotipos para esta variable. El genotipo Max fue el que presentó mayor número de lóculos, con un valor de 5. El genotipo de menor número fue 136066 con 2 lóculos (Cuadro 9).

#### 4.3.7.-Color y forma del fruto

El color del fruto en estado maduro presentó variación entre los genotipos fue desde color naranja hasta diferentes tonalidades de rojo ( rojo claro a rojo oscuro) (Cuadro 9).

**CUADRO 9. VARIABLES DE CALIDAD DEL FRUTO DE 5 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
Gabriela	121 ab	3.7 b	4.9 ab	5.0 ab	0.7 a	3 b	42B	31A
Max	136 a	3.8 b	5.0 a	4.8 bc	0.5 b	5 a	31C	34A
Daniela	106 b	3.5 b	4.6 c	5.2 a	0.7 a	3 b	42B	31A
136066	107 b	5.5 a	4.0 c	4.8 bc	0.7 a	2 c	34C	34A
136150	75 c	5.2 a	4.0 c	4.6 c	0.7 a	3 bc	31C	31A
DMS (.05)	1683	0.26	0.24	0.27	0.05	0.6		
Media	109.9	4.34	4.53	4.85	0.66	3.10		
C.V.	14.14	10.6	11.01	5.2	8.04	17.2		

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

#### 4.4.-Rendimiento

Los 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. El número de cortes al cultivo fue de 12 a intervalos de 8 días en el experimento.

El análisis de varianza mostró diferencias estadístico altamente significativas entre genotipos para esta variable. El rendimiento promedio fue de 72.79 ton / ha, los genotipos que presentaron mayor rendimiento fueron Gabriela y Max con 86.64 y

81.50 ton/ha, respectivamente. El genotipo de menor rendimiento fue 136150 (Cuadro 10).

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 86.64 ton/ha en solo cinco meses, si este rendimiento se lleva a 12 meses, estaríamos con un rendimiento superior del mencionado por los investigadores anteriores.

Es importante mencionar que las condiciones del invernadero en el que fue desarrollado el experimento no son las adecuadas 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.

**CUADRO 10 RENDIMIENTO Y FORMA DEL FRUTO DE 5 GENOTIPOS DE TOMATE EN INVERNADERO CELALA EN OTOÑO-INVIERNO DEL 1999-2000.**

Genotipo	Rend. Ton/ha	Forma del fruto
Gabriela	86.64 a	Globoso
Max	81.5 a	Bola
Daniela	73.61 ab	Achatado surcado
136066	63.20 bc	Saladet
136150	58.51 c	Saladet
DMS	13.34	
Media	72.79	
C.V.	15.24	

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

## V.-CONCLUSIONES

1) 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.

2) El mejor rendimiento de tomate fue obtenido por los genotipos Gabriela y Max con 86.64 , 81.50 ton/ha, respectivamente y estadísticamente son iguales en rendimiento.

3) En este ciclo el genotipo precoz de tomate no mostró mayores rendimiento que el genotipo testigo, destacando el genotipo 136150 con 56.3 DDS. el genotipo 166066 fue el más tardío con 67.83 DDS. el genotipo más sobresaliente para la variable altura de planta fue: 136150 con 295.83 cm, y la menor altura lo presentada por el genotipo Max con 249.17.

4) los genotipos Gabriela y Max obtuvieron mayores rendimientos que el testigo Daniela aunque fueron estadísticamente iguales con excelente comportamiento y mejores características de calidad.

5) 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 y Las enfermedades presentes fueron cladioporiasis (*Cladosporium fulvum*, Cooke) y Cenicilla (*Leveillula taurica* Lev. Arn.) para cuyo control se requirieron aplicaciones de funguicidas

## VI.-LITERATURA CITADA

- 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 5<sup>th</sup> 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.
- 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.
- Blatta, S. S.L.2001. El tomate en Racimos. [terralia@terralia.com](mailto:terralia@terralia.com)
- 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
- 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.
- Cadahia, L., C. 1996. Fertilización. pp.169-186. *En:* F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México. interamericano Documentación Agrícola del IICA). N° 42. San Jose de Costarica

- Cayuela, E., E. Balibrea y M. Parra, , Bolarín, M.C. y Caro, M.2001. Adaptación a la salinidad inducida por el pretratamiento de semillas en híbridos comerciales de tomate. 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.
- 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. *Scientia Horticulturae*. 78. pp. 83-125. "*La Mayora*" *Experimental Station (C.S.I.C.) 29750 Algarrobo-Costa, Spain*.
- Diez, J. M. 1999. Tipos varietales. Pp. 95-129. *En:* F. Nuez (Ed.) *El Cultivo del Tomate*. Editorial Mundi-Prensa México.
- Egea, C., R. Madrid, A. Alarcón L., J. Albuquerque y A. Guillén 1999. consumo de NPK en cultivo de tomate en dos sustratos diferentes con rec lixiviados en cultivo sin suelo. Dpto. Química Agrícola, Geología y Edafología Univ. Murcia.30071 Espinardo (Murcia). Spain. VI Congreso Hispano-Luso De Fisiología Vegetal. Sep- 1999 p 1-34
- Esquinas, A. J. y F. V. Nuez 1999. Situación Taxonómica, Domesticación y Difusión del Tomate, pp: 13-23. *En:* F. Nuez (Ed.) *El Cultivo del Tomate*. Editorial Mundi-Prensa México.
- FAO. 2000. [http:// WWW. Fao.org](http://WWW.Fao.org).
- 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.

- 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.*
- Horward, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel. pp. 163-171. (2vi) Wener. Hazera LTD. 1166pp. Brurin Israel.
- 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.*
- 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](mailto:patricia@dsw.co.il)
- Johnson, H. Jr. y C.R Rock . 1975. Extensión Vegetable Specialist, University of California, Riverside. greenhouse tomatoes production. Division of Agricultural Sciences printed December 1975.
- Jiménez D., F. Y. I. Chew M., U. Nava C. Y P. Cano R. 1998. Identificación de virus en hortalizas y malezas en la Comarca Lagunera. Informe de actividades 1998. CELALA, CIRNOC, INIFAP. Pp: 1-4.
- Kinet, J. M. 1977. Efect 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.
- 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.
- 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.

- 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.
- 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. y Yommi, A. 1995. Momento oportuno de cosecha de tomates larga vida y normales. XVIII Congreso Argentino de Horticultura. ASAHO - 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.
- Osuna, G. A. 1983. Resultados de la investigación Tomates para uso industrial en el edo de Morelos, 1980- 1982., SarH. INIA, CITAMC CAEZ. México.
- Palacios, G. M. de la L.. 1990. Tesis "Efecto del Regulador Biozime en Tomate en la Comarca Lagunera". Torreón Coah. Pag. 14.
- Papadopoulos, A.P. and S. Pararajasingham. 1998. Effects of controlling pH with hydrochloric acid on the growth, yield, and fruit quality of greenhouse tomato grown by nutrient film technique. *Hort Technology.* 8(2). pp. 193-198.
- 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.

- Romero, F. E. 1979. CENAMAR. Curso Internacional de Hortalizas. Shefayim, Israel.
- 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.
- 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.
- Siteon, 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).
- Takahi, A. Amma. Suelo y Agrometeorología.2001. 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.
- Tello,M., J. y Del Moran de la V. J. 1999. Enfermedades no viricas del tomate. Pp525-567. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Van de Vooren, J. G. , W. H. Welles and G. Hayman. 1989. Glasshouse crop produccion. En: Atherthon J. G. Rudich, J. (Ed. The Tomato crop Chapman and hall. London : 581-623.)
- Williams, D.E. 1990. A review of sources for the study of nahualt plant classification. Adv. Econ. Bot. 8. pp. 249-270.

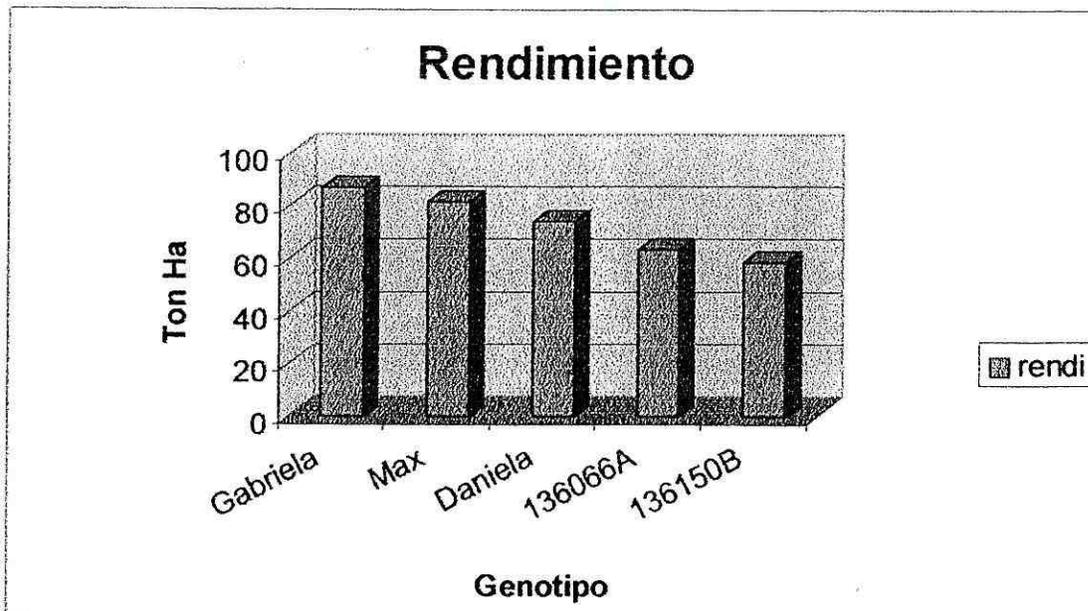
Wada, t, H. Ikeda, K. Morimoto and H. Furukawa. 1998. vol:67. Journal of the  
japanese Society for Horticultural Science. pp 420-425

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

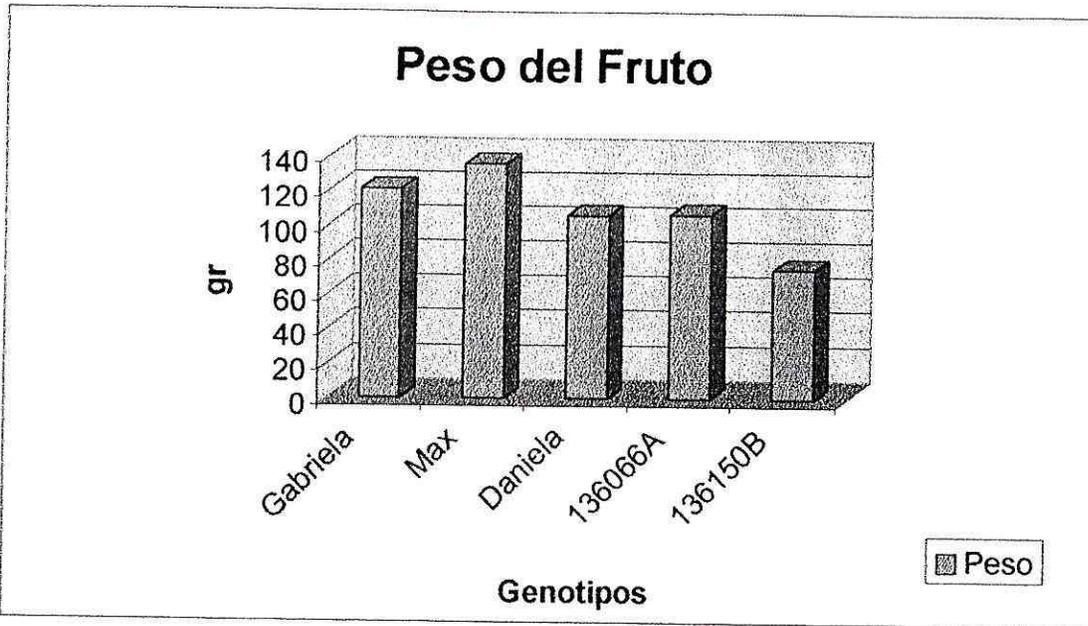
**VII.-APENDICE**



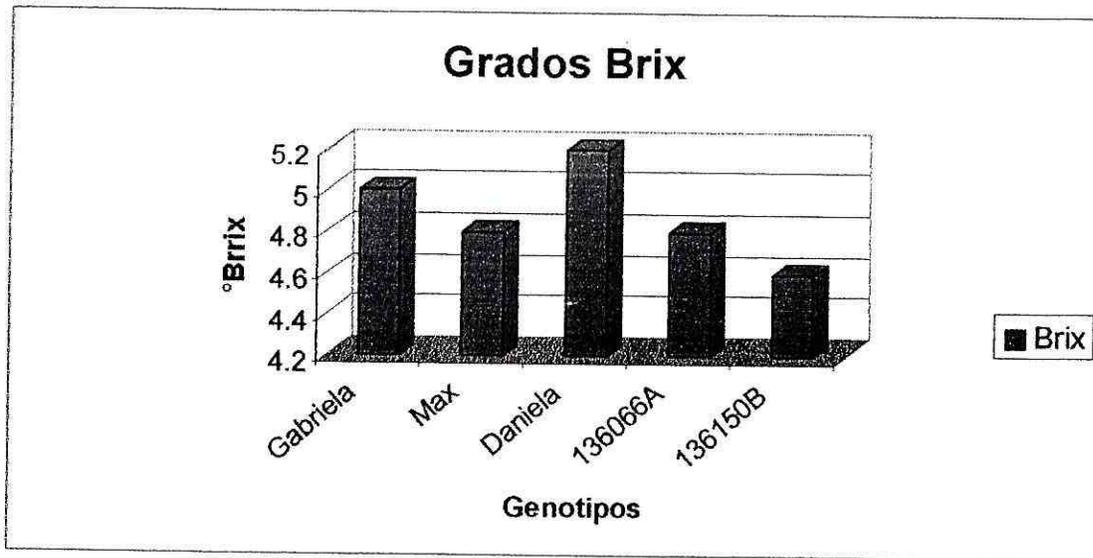
**Figura 3.** Variables altura de planta y Días a floración de genotipos de tomate evaluados en el ciclo 1999-2000 bajo condiciones de invernadero en La Comarca Lagunera.



**Figura 4.** Variable Rendimiento de genotipos de tomate evaluados en el ciclo 1999-2000 bajo condiciones de invernadero en La Comarca Lagunera.



**Figura 5.** Variable peso del fruto de genotipos de tomate evaluados en el ciclo 1999-2000 bajo condiciones de invernadero en La Comarca Lagunera.



**Figura 6.** Variable sólidos solubles del fruto de genotipos de tomate evaluados en el ciclo 1999-2000 bajo condiciones de invernadero en La Comarca Lagunera.