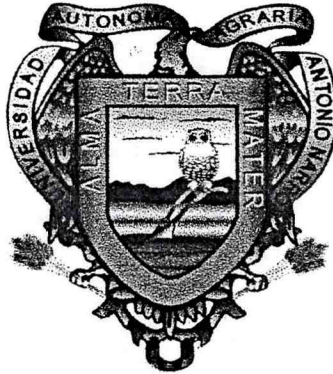


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**PRODUCCIÓN DE CUATRO HÍBRIDOS DE TOMATE (*Lycopersicon  
esculentum* Mill.) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA  
COMARCA LAGUNERA**

**Por**

**LEANDRO ARMANDO HERNÁNDEZ CONTRERAS**

**T E S I S**

**Presentada como requisito parcial  
para obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**PRODUCCIÓN DE CUATRO HÍBRIDOS DE TOMATE (*Lycopersicon  
esculentum Mill.*) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA  
COMARCA LAGUNERA**

**Por  
LEANDRO ARMANDO HERNÁNDEZ CONTRERAS**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**COMITÉ PARTICULAR**

**Asesor  
principal:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. PEDRO CANO RÍOS**

**Asesor :**

  
\_\_\_\_\_  
**MC NORMA RODRÍGUEZ DIMAS**

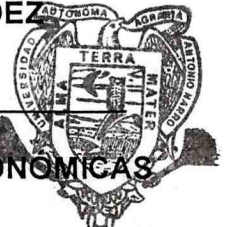
**Asesor :**

  
\_\_\_\_\_  
**ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**

**Asesor:**

  
\_\_\_\_\_  
**MC CÁNDIDO MÁRQUEZ HERNÁNDEZ**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. LEANDRO ARMANDO HERNÁNDEZ CONTRERAS QUE SE  
SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**APROBADA POR:**

**PRESIDENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. PEDRO CANO RÍOS**

**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ**

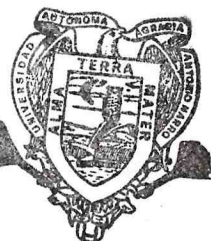
**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**

**VOCAL SUPLENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**MC NORMA RODRÍGUEZ DIMAS**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA**



**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**Torreón, Coahuila, México**

**Marzo del 2004**

## DEDICATORIAS

### A MIS PADRES:

Estoy finalizando una etapa mas de mi vida, agradezco la confianza que han depositado en mi, el apoyo al compartir logros y tropiezos sin pedir nada a cambio, y el esfuerzo que han realizado durante toda mi vida, para que por fin llegara este momento. Gracias a Dios y a Ustedes a hora soy lo que soy y puedo continuar adelante con la vida. Que Dios los bendiga.

### A MIS HERMANAS:

Erika, Sughey, Doris; por su comprensión y apoyo incondicional, que con su esfuerzo y trabajo he podido lograr terminar mi carrera. Gracias por estar siempre a mi lado y por compartir momentos de alegría y tristeza. Que Dios las bendiga y gracias por ser mis hermanas.

El presente trabajo lo dedico a dos angelitos, que con su inocencia y ternura me motivaron para terminar y realizar mis sueños de ser un profesionista. Que además me han dado la dicha y la alegría de ser su tío, esto es para ustedes; Ericdely y Kelly Andrea que Dios las bendiga.

En este momento de alegría y satisfacción me hubiera gustado compartirlo con tigo, desgraciadamente no se puede, pero donde quiera que te encuentres quiero que sepas que gracias a tus enseñanzas y a tu recuerdo pude terminar satisfactoriamente mi carrera. Con todo cariño y respeto. Esto es para ti, Tío Ubaldo Contreras Clara. ††

A mi novia Elizabeth por todo su amor, cariño y comprensión. Gracias por compartir con migo momentos de alegría y tristeza. Por todo el apoyo incondicional, por todo el tiempo que me dedicaste y que me esperaste. Quiero que sepas que éres alguien muy especial en mi vida, te quiero mucho amor.

Este es para alguien muy especial que me a apoyado mucho durante mi carrera, que siempre me ha brindado su amistad y su cariño, pero sobretodo sus consejos que me ayudaron mucho para poder soportar estar lejos de mis seres queridos y que en los momentos que más necesite de alguien siempre estuviste a mi lado para escucharme. Esto es para ti Mirna Yessica, gracias por tu Amistad. Te quiero mucho Flaquita.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la oportunidad y la dicha de vivir, para compartir mi vida con seres humanos de gran corazón como lo es mi familia y mis amigos. Porque siempre estas a mi lado cuidándome, dándome salud y además cuidando a todas las personas que más quiero en la vida gracias Dios Mío.

A MI ALMA TERRA MATER, por haberme dado la oportunidad de formarme profesionalmente y que durante mi estancia me hizo sentir como si estuviera en mi casa; además brindándome la oportunidad de vivir en el internado. Gracias por todos los apoyos con los que conté, pero sobretodo por la formación que tuve como profesionista en esta Universidad.

Con respeto y admiración al Dr. Pedro Cano Ríos, por haberme brindado la oportunidad de trabajar a su lado, además por ayudarme a realizar este trabajo. Gracias por toda su paciencia, enseñanza y sabios consejos, que me ayudaron para poder desarrollarme profesionalmente.

Gracias al futuro Dr. Cándido Márquez Hernández que sin su ayuda no hubiera podido terminar este trabajo; además por toda la paciencia, enseñanza, sabios consejos, por todos los conocimientos transmitidos y sobretodo por su amistad.

A la M.C. Norma Rodríguez Dimas por su ayuda y por el apoyo para realizar esta investigación y por la motivación para poder terminar satisfactoriamente. Gracias por toda su amistad.

Al Dr. Estaban Favela Chávez que con sus conocimientos y enseñanzas transmitidas pude lograr terminar mi carrera, le agradezco por haber sido mi maestro y además por toda su amistad.

A la Ing. Francisca Sánchez Bernal por todo su apoyo durante el tiempo que estuve en esta Universidad. Gracias a su esposo, a sus padres, pero sobretodo a usted por su gran amistad. Dios los bendiga.

A la secretaria Brenda Ojeda Juárez que sin conocerme me brindo su ayuda y amistad. Gracias por todo.

A la futura Ing. Aurora Ávila por todos los consejos, por su apoyo y grande y valiosa amistad.

Al Ing. Víctor Martínez Cueto, por su gran amistad, sabios consejos y su apoyo incondicional para la elaboración de la presente investigación.

A mis amigos Rubén, Raymundo, que sin su apoyo y ayuda no hubiera podido terminar mis estudios gracias por ser mis amigos.

A todos mis amigos por todo su apoyo, a los de mi generación y a los que viven en el internado por toda su amistad. Gracias.

A todos aquellos profesores que me transmitieron sus conocimientos durante toda la carrera.

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIAS</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>IV</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b>	<b>XI</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>XIII</b>
<b>INDICE DE APENDICE</b>	<b>XIV</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis	3
1.3 Metas	3
<b>2 REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
2.1 Origen del tomate	4
2.2 Clasificación taxonómica	5
2.3 Anatomía, Fisiología y Fenología de la Planta	5
2.4 Generalidades de invernadero	9
2.5 Exigencias de clima del cultivo del tomate	11
2.5.1 Temperatura	11
2.5.2 Humedad	12
2.5.3 Luminosidad	12
2.5.4 Contenido de CO <sub>2</sub> en el aire.	14
2.6 Elección del genotipo	15
2.6.1 Tipos varietales de tomate para consumo en fresco	15
2.7 Labores culturales	17
2.7.1 Transplante	17
2.7.2 Poda de formación	18
2.7.3 Aporcado y rehundido	19
2.7.4 Tutorado	19
2.7.5 Deshojado y desyemado	20
2.7.6 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos	20
2.7.7 Bajado de planta	21
2.7.8 Arreglo Topológico.	22



2.7.9 Fertilización de cobertera (fertirrigación)	22
2.7.10 Calidad de agua de riego (Obtención de goteros)	31
2.7.11 Polinización	32
2.8 Plagas y Enfermedades	33
2.8.1 Plagas	33
2.8.2 Enfermedades	44
2.9 Otras Alteraciones	47
2.10 Índices de Cosecha	47
2.11 Antecedentes de producción de tomate en invernadero	50
<b>3 MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>52</b>
3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera	52
3.2 Localización del experimento	52
3.3 Clima	53
3.4 Condiciones de Invernadero	53
3.5 Genotipos	54
3.6 Sustrato	54
3.7 Diseño Experimental	54
3.8 Manejo del Cultivo	55
3.9 Fertilización y Riegos	55
3.10 Control de Plagas y Enfermedades	56
3.11 Cosecha	57
3.12 Variables evaluadas	57
3.13 Muestreos	57
3.14 Análisis estadísticos	58
<b>4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>59</b>
4.1 Desarrollo Vegetativo	59
4.1.1 Nudos	59
4.1.2 Altura de la planta	60
4.1.3 Relaciones encontradas en los análisis de regresión	62
4.1.4 Inicio de floración	66
4.1.5 Floración final	68

4.2	Calidad de Fruto	69
4.2.1	Peso promedio del fruto	70
4.2.2	Diámetro polar (DP)	71
4.2.3	Diámetro ecuatorial (DE)	72
4.2.4	Grado Brix (°Brix)	72
4.2.5	Espesor de pulpa	73
4.2.6	Número de lóculos	74
4.2.7	Forma, Hombros y Color del fruto	74
4.2.8	Rendimiento	75
5	CONCLUSIONES	77
6	RESUMEN	79
7	LITERATURA CITADA	81
8	APÉNDICE	91

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1	Principales componentes del fruto del tomate, Chamorro (1999). .....	8
Cuadro 2.2	Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm). (Zaidan y Avidan, 1997). .....	28
Cuadro 3.1	Genotipos evaluados en invernadero durante el otoño-invierno del 2002-2003. UAAAN-UL. 2004. ....	54
Cuadro 3.2	Solución nutritiva empleada en la fertirrigación del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en el otoño-invierno 2002-2003. UAAAN-UL. 2004 .....	56
Cuadro 3.3.	Días después del trasplante (DDT) para diez muestreos en 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero en el otoño-invierno del 2002-2003. UAAAN-UL.2004. ....	58
Cuadro 4.1	Numero de nudos para 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. UAAAN-UL, 2004. ....	59
Cuadro 4.2.	Numero de nudos de nueve muestreos en 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno 2002-2003. UAAAN-UL, 2004. .	60
Cuadro 4.3	Altura de plantas de 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. UAAAN-UL, 2004. ....	61
Cuadro 4.4	Altura de plantas para diez muestreos de 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, por numero de muestreo, durante el otoño-invierno del 2002-2003. UAAAN-UL, 2004. ....	62

Cuadro 4.5.	Inicio de floración de 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. UAAAN-UL, 2004.....	67
Cuadro 4.6	Inicio de floración por racimo de 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. UAAAN-UL, 2004. ....	68
Cuadro 4.7	Floración final de 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. UAAAN-UL, 2004.....	69
Cuadro 4.8	Floración final por racimos de 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. UAAAN-UL, 2004. ....	69
Cuadro 4.9	Floración final por racimos de 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. UAAAN-UL, 2004. ....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Invernadero de la UAAAN-UL donde se llevo acabo el experimento. UAAAN-UL. 2004. ....	53
Figura 2. Diseño de bloques al azar y tratamientos empleados en el presente estudio. UAAAN-UL. 2004.. ....	55
Figura 3. Relación lineal entre días después del trasplante y altura de planta en el genotipo HMX80116 (primer grupo de significancia) evaluado en invernadero en el otoño-invierno 2002-2003. en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2004.....	64
Figura 4. Relación lineal entre días después del transplante y altura de planta en los genotipos Alondra, Gironda y F30963 (segundo grupo de significancia) evaluados en invernadero en el Otoño-Invierno 2002-2003. En la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2004. ....	66
Figura 5. Plantas de tomate ilustrando diferentes estados de maduración del fruto. UAAAN-UL, 2004.....	70
Figura 6. Corte realizado para tomar calidad de fruto UAAAN-UL. 2004 .....	70

## ÍNDICE DE APÉNDICE

<b>Cuadro 1A.</b>	Fuentes de variación y significancia para las variables numero de nudos y altura de planta genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en Otoño-Invierno del 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL.2004 .....	92
<b>Cuadro 2A.</b>	Componentes de regresiones para estimar el numero de nudos y la altura de planta en función del numero de muestreo para los dos grupos de significancia encontrados e individualmente para cada genotipo. UAAAN-UL. 20004 .....	92
<b>Cuadro 3A.</b>	Significancia para floración inicial y final en tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en Otoño-Invierno del 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL.2004 .....	93
<b>Cuadro 4A.</b>	Inicio de floración para la interacción entre genotipos con racimos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en el Otoño– Invierno del 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL.2004. ....	93
<b>Cuadro 5A.</b>	Cuadrados medios y significancia para las variables de calidad de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en Otoño–Invierno del 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL.2004 .....	93
<b>Cuadro 6A.</b>	Variables de calidad para cuatro genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en el Otoño-Invierno del 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL.2004 .....	94
<b>Cuadro 7A.</b>	Variables cualitativas por racimo de cuatro genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en el Otoño – Invierno del 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL.2004 .....	95
<b>Cuadro 8A.</b>	Variable forma, hombros color externo e interno de 4 genotipos de tomate en invernadero; Otoño–Invierno del 2002 – 2003 en La Comarca Lagunera. UAAAN-UL.2004 .....	95

# 1 INTRODUCCIÓN

El tomate es una de las hortalizas más importantes en numerosos países y su popularidad aumenta constantemente debido a su gran valor nutritivo e importancia económica (Nuez 2001).

A nivel continental, según los reportes de la FAO, Asia participa con poco más del 50%, seguida de América con 20%, Europa 15% y el resto proviene de Oceanía y África, en donde, China ha sido el principal productor mundial de al promediar 15 millones de toneladas anuales (17% del total mundial), seguida de los Estados Unidos de América con 11 millones de toneladas (12 % del total mundial); México ocupa la décima posición con una superficie de 80 mil hectáreas sacando un rendimiento de 25 toneladas por hectárea. (FAO, 2001).

En México el tomate está considerado como la segunda especie hortícola más importante por la superficie sembrada que ocupa y como la primera por su valor de producción. Es el principal producto hortícola de exportación, ya que representa el 37% del valor total de las exportaciones de legumbres y hortalizas y el 16% del valor total de las exportaciones agropecuarias, solo superadas por el ganado vacuno (FAO, 2001).

La producción mexicana de tomate durante los últimos diez años fue de 19 millones de toneladas con un rendimiento promedio de 25 toneladas por hectárea en una superficie sembrada cercana a las 80 mil hectáreas, con un precio que durante el 2000 promedió los 3,836 pesos mexicanos por tonelada (SAGARPA, 2001).

Sinaloa ocupa el primer lugar como productor de tomate en México, pues el 40% de la producción nacional se cultiva en ese estado, seguido de Baja California, San Luis Potosí y Michoacán, estados que conjuntamente participan con el 30% del total nacional (SAGARPA, 2001).

La producción de tomate en la Comarca Lagunera en 2002 alcanzó las 563 ha bajo cielo abierto representando el 0.12% del total nacional, con un rendimiento promedio regional de 20.1 ton/ha con un poco más de 34.3 millones de pesos en valor de la producción y alrededor de 5 hectáreas bajo condiciones de invernadero (SAGARPA, 2001).

En la República Mexicana la producción en invernadero de hortalizas se ha incrementado gradualmente y esta producción es destinada principalmente a tomate (Nelson, 1994).

Partiendo de lo anterior, la producción de tomate en condiciones de invernadero implica un completo o al menos parcial conocimiento de todos los componentes de producción. En este sistema de producción es muy delicado en cuanto a capacidad homeostática, ya que cualquier variación en dichos componentes representa una variación significativa en la producción y calidad del fruto.



## **1.1 Objetivos**

- Evaluar la calidad del fruto y rendimiento de diferentes genotipos de tomate bajo condiciones de hidroponía en invernadero en época de escasez en la Comarca Lagunera.
- Identificar y controlar los organismos dañinos que se presenten durante la época del cultivo.

## **1.2 Hipótesis**

- Es posible producir altos rendimientos de tomate con aceptable calidad de fruto, bajo condiciones de invernadero con un paquete tecnológico de producción en época de escasez en la Comarca Lagunera.
- Durante el ciclo del cultivo de otoño existen organismos dañinos para el tomate bajo condiciones de invernadero.

## **1.3 Metas**

Para el año 2004 contar con los híbridos de tomate que mas se adapten a las condiciones del invernadero y tengan un mayor rendimiento, en cuanto a calidad y larga vida de anaquel del fruto, a demás poder contar con un paquete tecnológico para poder recomendarlo en la región para poder producir tomate bajo condiciones de invernadero, donde se espera obtener un rendimiento de al menos 100 ton/ha.

## 2 REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Origen del tomate

El tomate es una planta nativa de América del Sur, cuyo origen se localiza en la región de los andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia, y Perú), donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres. México está considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación de tomate (Nuez 2001).

El vocablo tomate procede del náhuatl *tomatl*, aplicado genéricamente para las plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa (Williams, 1990). Como consecuencia del empleo de tomate como una voz genérica, no siempre resulta fácil interpretar la especie concreta a la que se refieren los cronistas de la época de la conquista. No obstante, parece seguro que en el México de los tiempos pre-colombinos el tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*), era mucho más apreciado que el tomate (*Lycopersicon esculentum*), consumiéndose éste fundamentalmente como el actual, esto es, asociado al chile en salsas y guisos. Fuera del área mesoamericana el tomate o fue desconocido o simplemente se hizo un consumo incidental de formas espontáneas (probablemente *L. pimpinellifolium* y *L. esculentum* var. *cerasiforme*). El lugar donde se produjo la domesticación ha sido controvertido, los nombres de *mala peruviana* o *pomi del Perú* dados a los tomates por algunos botánicos del siglo XVI hicieron suponer a De Candolle, que la planta se había recibido del Perú, donde presumiblemente se habría domesticado, sin embargo, estos nombres no parecen tener una base fundada, además, hay motivos que inducen a creer que el origen de la domesticación de los tomates está en México ( Esquinas y Nuez, 1999).

La opinión sobre el tomate fue muy variada; desde considerarlo venenoso hasta asociarlo con el amor, como lo indica su nombre francés, *pomme d'amour*, o "manzana de amor" (Gordon y Barden, 1992).

Durante muchos años el mercado de tomate contó con una reducida gama de productos; hoy en día, este mercado se caracteriza por la continua promoción de nuevas variedades de diferente color, forma y sabor, de mejor calidad, con mayor vida de anaquel y recientemente, han surgido nuevos genotipos de mayor valor nutricional y con más beneficio para la salud (Revista de Horticultura, 1998).

## 2.2 Clasificación taxonómica

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

<b>Nombre común:</b>	Tomate o Jitomate
<b>Nombre científico:</b>	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.
<b>Familia:</b>	Solanaceae.
<b>Clase:</b>	Dicotyledoneas
<b>Orden:</b>	Solanales (personatae)
<b>Familia:</b>	Solanaceae
<b>Tribu:</b>	Solaneae
<b>Genero:</b>	<i>Lycopersicon</i>
<b>Especie:</b>	<i>Esculentum</i>

## 2.3 Anatomía, Fisiología y fenología de la Planta

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

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

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

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

**Sistema radical:** El sistema radicular de la planta presenta una raíz principal, pivotante que crece unos 3 cm al día hasta que alcanza los 60 cm de profundidad, simultáneamente se producen raíces adventicias y ramificaciones que pueden llegar a formar una masa densa y de cierto volumen. Sin embargo, este sistema radicular, que es el que surge cuando la planta se origina en una semilla, puede ser modificado por las prácticas culturales, y así cuando la planta procede de un transplante, la raíz pivotante desaparece siendo mucho más importante el desarrollo horizontal (Rodríguez *et. al.*, 1997).

**Tallo principal:** El tallo es erguido durante los primeros estadios de desarrollo, pero pronto se tuerce a consecuencia del peso. Puede llegar hasta los 2.5 m de longitud. Su superficie es angulosa, provista de estomas, una corteza formada por parénquima y tejido de sostén en forma de anillo continuo, un límite impreciso entre la corteza y el cilindro central; y los

tejidos conductores dispuestos en un círculo de haces liberoleñosos (Rodríguez *et. al.*, 1997).

**La hoja:** Las hojas del tomate son pinnadas compuestas. Una hoja típica de las plantas cultivadas tiene unos 0.5 m de largo, algo menos de anchura, con un gran foliolo terminal y hasta 8 grandes foliolos laterales, que pueden, a su vez, ser compuestos. Los foliolos son usualmente peciolados y lobulados irregularmente con bordes dentados. El tejido parenquimático o mesófilo está recubierto por una epidermis superior y otra inferior; ambas están constituidas por una sola capa de células y no contienen cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona empalizada es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés y constan de un nervio principal (Chamarro, 1999).

**Flor:** Las flores se presentan formando inflorescencias que pueden ser de cuatro tipos: racimo simple, cima unípara, cima bípara y cima múltipara; pudiendo llegar a tener hasta 50 flores por inflorescencia. Normalmente, el tipo simple se encuentra en la parte baja de la planta, predominando el tipo de compuesto en la parte superior. Cuando las inflorescencias se producen alternando con cada hoja o dos hojas se dice que la planta es de crecimiento <<determinado>>; si la alternancia es más espaciada la planta se dice crecimiento indeterminado. Normalmente entre las primeras predominan la precocidad y el porte bajo y las segundas son más tardías y de porte alto. La flor está formada por un pedúnculo corto, el cáliz es gamosépalo, es decir, con los sépalos soldados entre sí, y la corola gamosépala. El androceo tiene cinco o más estambres adheridos a la corola, con las anteras que forman un tubo. El gineceo presenta de dos en dos a treinta carpelos que al desarrollarse darán lugar a los lóculos o celdas de los frutos (Rodríguez *et. al.*, 1997).

**Fruto:** El fruto es una baya de color amarillo, rozado o rojo debido a la presencia de licopeno y carotina, en distintas y variables proporciones. El fruto de tomate es una baya bi o plurilocular que se desarrolla a partir de un ovario de unos 5 - 10 mm y alcanza un peso final en la madurez que oscila entre los 5 y los 500 g, en función de la variedad y las condiciones de desarrollo. Su forma puede ser redondeada, achatada o en forma de pera y en su superficie lisa o asurcada, siendo el tamaño muy variable según las variedades (Chamorro, 1995). En sección transversal se aprecian en la piel, la pulpa firme, el tejido placentario y la pulpa gelatinosa que envuelve a las semillas. El espesor de la piel aumenta en la primera fase del desarrollo del fruto, adelgazando y estirándose al acercarse la maduración; por ello en algunos frutos se producen grietas (Rodríguez *et. al.*, 1997). El fruto en fresco es rico en vitamina C, el poder calórico del tomate es bastante modesto debido a su escaso contenido en materia seca y grasas. En el cuadro 2.1 se dan valores orientativos de los componentes de mayor interés.

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

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

## **Fenología de la planta**

### Fase Inicial

Comienza con la germinación de la semilla y se caracteriza por el rápido aumento en la materia seca; la planta invierte su energía en la síntesis de nuevos tejidos de absorción y fotosíntesis.

### Fase Vegetativa

Es la continuación de la fase inicial, pero el aumento en materia seca es más lento, esta etapa termina con la floración, dura entre 25 y 30 días.

### Fase Reproductiva

Se inicia a partir de la fructificación dura entre 30 ó 40 días y se caracteriza porque el crecimiento de la planta prácticamente se detiene y los frutos extraen de la planta los nutrientes necesarios para su crecimiento y maduración.( Agronegocios, 2003)

## **2.4 Generalidades de invernadero**

Un invernadero se define como una construcción cubierta artificialmente, con materiales transparentes, con el objeto de proveer un medio ambiente climático favorable durante todo el año para el desarrollo de los cultivos; por otro lado, un cultivo forzado o protegido se define como aquél que durante todo el ciclo productivo o en una parte del mismo crece en un microclima acondicionado por un invernadero. A pesar de que se hace hincapié en la modificación del ambiente climático, el cultivo forzado también incluye las técnicas de manejo, fertirrigación, densidad y época de siembra, sanidad vegetal, etc., prácticas que inciden notoriamente en los objetivos que persigue el cultivo protegido tales como incremento de la producción, precocidad y mayor calidad de la cosecha, además de lo

anterior, el cultivo se orienta a la producción de plantas de origen climático diferente del ambiente natural donde se desea cultivarlas (Rodríguez y Jiménez, 2002).

## **VENTAJAS DE UTILIZAR INVERNADEROS**

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

## **DESVENTAJAS**

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

La producción del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero ha permitido obtener frutos de mayor calidad y mayor rendimiento, en cualquier época del año, a la vez que permite alargar el ciclo de cultivo, lo cual permite producir en las épocas del año más difíciles y por consiguiente obtener mejores precios (Infoagro, 2002)



## **2.5 Exigencias de clima del cultivo del tomate**

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 entre sí.

### **2.5.1 Temperatura**

La temperatura óptima para la germinación es de 20 a 25°C, germina de 6 a 12 días y la temperatura optima en la fase vegetativa es de 21 a 24°C., mientras que en la fase de floración necesita una temperatura no menor de 15°C por la noche y no mayor de 35°C por el día ya que se ve afectada la polinización donde la temperatura nocturna optima para la polinización es de 15 a 22°C y la temperatura optima para el fruto es de 18 a 24°C (Sade, 1998)

Rodríguez y Jiménez (2002) mencionan que durante la mayor parte del ciclo productivo, la temperatura del invernadero es excesiva tanto para el buen rendimiento del cultivo como para los trabajadores, siendo el reducir la temperatura, es uno de los problemas de la horticultura protegida, porque no es fácil refrigerar el invernadero sin invertir en cantidades relativamente altas en instalaciones y equipos. Los cuatro factores que permiten reducir la temperatura son: la reducción de la radiación solar que llega al cultivo, la evaporación del cultivo, la ventilación y la refrigeración por medio de agua en sus diferentes formas.

Por otra parte, Nelson (1994) menciona que la temperatura del sustrato de crecimiento afecta el desarrollo de las raíces, como también en la absorción de agua y de los elementos nutritivos que necesita la planta, así pues, por debajo de los 14 °C el crecimiento

se inhibe y entre los 12 y 18 °C, la absorción de fósforo disminuye en un 50%, por lo tanto, temperatura tendrá una acción directa sobre el rendimiento final en el calibre de la fruta.

### **2.5.2 Humedad**

Francescangeli (1998) menciona que la humedad relativa es una variable del ambiente muy difícil de manejar ya que varía rápidamente en interacción con numerosos factores, su medición es delicada, casi siempre es aproximada, y no se conoce completamente su relación con el desarrollo de las especies vegetales.

### **2.5.3 Luminosidad**

La luz es una variable climática fundamental que influye en el crecimiento del tomate, ya que es una hortaliza exigente en luz, durante todo su desarrollo, pero muy especialmente en las etapa vegetativa y de floración. La luz interactúa fuertemente con la temperatura, y es así que para niveles bajos de luz, las temperaturas óptimas que favorecen al cultivo son distintas a las necesarias para niveles altos de luz. De hecho se ha demostrado que cuando falta luz en las primeras semanas de desarrollo del tomate se resiente en los rendimientos de forma irreversible, ya sea por menor producción de hojas, por menor número de flores diferenciadas por racimo, por menor peso y tamaño de los frutos formados o por mayor tiempo requerido para la maduración (Resh, 1997).

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. Por otro lado, la radiación solar en parte es absorbida por suelo, planta y objetos dentro del invernadero, siendo convertida en energía térmica e irradiada como radiación térmica o disipada por convección, conducción y

transpiración. La radiación solar dentro de invernadero es menor que en el exterior debido a la reflexión y absorción del material de cerramiento. La transmisibilidad varía a lo largo del año debido al distinto ángulo de incidencia de los rayos solares y a la acumulación de polvo en la cubierta de estos invernaderos (López-Galvéz *et al.*, 1991).

La orientación de la cubierta juega un papel primordial en la captación solar, los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero, la radiación exterior media diaria medida en plano horizontal no sobrepasó los 2.870 Wh/(m<sup>2</sup>.día), frente a los 6.782 Wh/(m<sup>2</sup>.día) recogidos en el mes de junio, ello es debido al ángulo con que los rayos solares inciden, que es menor en los meses de invierno. Esa disminución del ángulo de incidencia supone un aumento de la componente de reflexión que es particularmente importante en los invernaderos con cubierta plana (Winsor, 1979).

### **Radiación en el cultivo del tomate**

El tomate es un cultivo insensible al fotoperíodo, entre 8 y 16 horas, aunque requiere buena iluminación (Calvert, 1973). Iluminaciones limitadas, al reducir la fotosíntesis neta, implican mayor competencia por los productos asimilados, con incidencia en el desarrollo y producción (Winsor, 1979).

Valores de radiación total diaria en torno a 0,85 MJ/m<sup>2</sup> son los umbrales considerados mínimos para la floración y cuajado, siendo preferible mayor iluminación en menor período de tiempo, que iluminaciones más débiles durante más tiempo (Kinet, 1977). Los efectos negativos de una baja luminosidad pueden compensarse, en parte, con aumentos del contenido de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) del aire (Cooper y Hurd, 1968).

Es frecuente observar en nuestros invernaderos durante los meses de Enero y Febrero, un gran alargamiento de los entrenudos y un marcado fototropismo de las plantas.

Hoy en día a través de la mejora genética podemos disponer de cultivares mejor adaptados para la floración y cuajado del fruto en condiciones de baja iluminación, usuales en ciclos de invierno (Van de Vooren *et al.*, 1986).

La densidad de plantación, el sistema de poda y el entutorado deben optimizar la intercepción de radiación por el cultivo, especialmente en la época invernal cuando la radiación es más limitante, porque la reducción implica una reducción lineal de cosecha (Cookshull, 1988).

El empleo de doble capa permanente de plástico en invernadero, para mejorar las condiciones térmicas durante el invierno, genera reducciones de 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; sería preferible dotar a los invernaderos de una ventilación más eficiente (ventanas cenitales) y evitar esta práctica, que reduce la radiación y, por tanto, la producción. Con baja iluminación la polinización será insuficiente y el tamaño de fruto menor (Van de Vooren *et al.*, 1986). Durante la época nubosa, las hojas de tomate presentan un bajo contenido de azúcares, originando que éstas como los tallos se vuelvan pálidos y delgados, pudiendo ser pequeños los racimos de frutos o incluso no llegar a cuajar (Resh, 1997).

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

El CO<sub>2</sub> es el factor de producción que más limitaciones impone en los invernaderos. Es posible añadirlo gratuitamente a las plantas a partir del humo del calentamiento. Pero desafortunadamente, las necesidades de la planta de CO<sub>2</sub> y los periodos en que necesita la calefacción no son los mismos. Los factores que limitan la fotosíntesis son el agua y el CO<sub>2</sub>, elementos base, pero también la luz, fuente de energía que permite la síntesis de los azúcares. Una hectárea de invernadero tiene alrededor de 40000 m<sup>3</sup> de aire, es decir 14 m<sup>3</sup>

o 27 kg de CO<sub>2</sub> por una hora de fotosíntesis a 350 w/m<sup>2</sup>, sin ventilación. El enriquecer con CO<sub>2</sub> cuando la luz es insuficiente no debe realizarse porque no se aprovecharía. En el verano, el aporte de CO<sub>2</sub> es mayor, dado que la luz es más intensa, pero, como es necesario airear permanentemente, se deberá utilizar un porcentaje bajo de CO<sub>2</sub>, para evitar pérdidas. Para llegar a niveles elevados, es decir 1000 a 1500 ppm, se deben inyectar de 70 a 100 kg de CO<sub>2</sub> por hora por hectárea de invernadero (Ferreira, 2002).

## 2.6 Elección del genotipo

Diez (1995) menciona que los principales criterios de elección son los siguientes:

1. Características de la variedad comercial, es decir, el vigor de la planta, tipo de fruto, resistencia a enfermedades y plagas.
2. Tolerancia a los factores de clima.

### 2.6.1 Tipos varietales de tomate para consumo en fresco

Principales tipos de tomate comercializados para explotación en invernadero:

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

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

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

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

**Tipo cocktail.** Plantas muy finas de crecimiento indeterminado. Frutos con pesos comprendidos entre 30 y 50 g, redondos, generalmente con lóculos, sensibles al rajado y usados principalmente como adornos de platos. También existen frutos operados 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 funguicidas que manchen el fruto para impedir su depreciación comercial.

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

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

**Tipo ramillete.** De reciente introducción en los mercados, resulta difícil definir si este tipo de tomate es ideal para ramillete, aunque generalmente se buscan las siguientes

características: frutos de calibre M, de color rojo vivo, insertos en ramilletes en forma de raspa de pescado.

## **2.7 Labores culturales**

### **2.7.1 Transplante**

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

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

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

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

### **2.7.2 Poda de formación**

Anderlini (1996) menciona que la poda sirve para equilibrar la vegetación en beneficio de la fructificación de la planta. La poda significa eliminar los pequeños brotes axilares que se desarrollan entre los brotes laterales. Los brotes no deberán 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 benéfico limitarse a su despunte. Howard, (1995) agrega que los brotes que no son podados a tiempo consumen gran cantidad de energía de la planta que de alguna manera estaría destinada para un mejor crecimiento.

La poda es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado, que son las comúnmente cultivadas en invernadero. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates de tipo Cherry suelen dejarse 3 y hasta 4 tallos (Infoagro, 2002).

Johnson y Rock (1975) recomiendan podar a un solo tallo, donde todos los brotes axilares son removidos y las plantas son sostenidas por amarres a cadenas verticales suspendidas a un cable que cuelga sobre ellas esto permite una alta población de plantas



con área foliar suficiente para un adecuado soporte para el desarrollo del fruto y una mínima interferencia con la circulación del aire.

### **2.7.3 Aporcado y rehundido**

Práctica que se realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El aporcado de plantas lleva como finalidad evitar el encharcamiento en la zona del cuello ( Belda y Lastre, 1999).

### **2.7.4 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.), ya que todo ello, repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades (Howard, 1995). La planta se suspende mediante un hilo, sobre el que se va enrollando el tallo principal conforme va creciendo, sino a modo de carrete que permite soltar el hilo, permite, continuar indefinidamente con la parte productiva de la planta erguida en la misma altura (Cánovas, 1999).

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (de 1.8 a 2.4 m sobre el suelo) (infoagro, 2002), mientras que Zaidan y Avidan (1997) indican que esta altura debe ser entre 2.5 y 3 metros.

### **2.7.5 Deshojado y desyemado**

El desyemado 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).

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

### **2.7.6 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos**

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

## 2.7.7 Bajado de planta

Johnson y Rock (1975) indican que conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre; a partir de este momento existen tres opciones:

1. Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un costo adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado “holandés” o “de perchas”, que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.
2. Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad
3. Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado

Atherton y Rudich (1986) señalan que persisten dudas en el sector productivo acerca de la severidad y frecuencia con que debe realizarse el bajado de planta para no afectar los rendimientos. Considerando la mano de obra y las posibilidades de transmisión de enfermedades, se recomienda que el bajado de las plantas se realice el menor número de veces durante el ciclo del cultivo.

Pilatti y Bouso (2000) realizaron un experimento para medir efecto del bajado de plantas sobre la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en invernadero. Mencionan que el bajado debe realizarse cuando las plantas alcanzan una altura que ya no permite un adecuado manejo del cultivo, sin embargo, este descenso de las plantas puede afectar la intercepción de radiación solar por el dosel y consecuentemente al

rendimiento del cultivo. Los tratamientos consistieron en el bajado de plantas según el siguiente criterio: 1) 25 cm por semana, 2) 50 cm cada 14 días, 3) 75 cm cada 21 días y 4) 100 cm cada 28 días. Las plantas que sufrieron un menor y más frecuente bajado (25 cm por semana) interceptaron más luz que el resto de los tratamientos, sin embargo, ninguno de los tratamientos estudiados modificó la producción de frutos comerciales.

### **2.7.8 Arreglo Topológico.**

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

Existen métodos de hilera sencilla o doble, con un espaciamiento entre plantas que oscila entre 25-30 cm en hileras sencillas y 40-50 cm en hileras dobles. En términos generales, la densidad normalmente oscila entre 2.0 a 2.5 plantas por m<sup>2</sup> (Howard, 1995). En la cuenca Mediterránea la densidad de plantación oscila entre 2.0 a 4.0 plantas/m<sup>2</sup> según el vigor varietal, fertilidad del sustrato, salinidad del suelo y del agua de riego (Nisel *et al.*, 1990).

### **2.7.9 Fertilización de cobertera (fertirrigación)**

Cuando se usa métodos de riego a presión (goteo, aspersores, microaspersores), el fertirriego no es opcional, sino absolutamente necesario. Bajo riego por goteo sólo el 20%

del suelo es humedecido por los goteros, y si los fertilizantes son aplicados al suelo separadamente del agua, los beneficios del riego no se verán expresados en el cultivo. Esto se debe a que la eficiencia de la fertilización disminuye mucho ya que los nutrientes no se disuelven en las zonas secas donde el suelo no es regado. El fertirriego es el único método correcto de aplicar fertilizantes a los cultivos bajo riego (Burt *et al.*, 1998).

Cadahía (1999) indica que las principales ventajas del sistema de fertirrigación son las siguientes:

- Dosificación racional de los fertilizantes.
- Un considerable ahorro de agua.
- Utilización de aguas incluso de mala calidad.
- Nutrición del cultivo optimizada y por lo tanto aumento de rendimientos y calidad de los frutos.
- Control de la contaminación.
- Mayor eficacia y rentabilidad de los fertilizantes.
- Adaptación de los fertilizantes a un cultivo, sustrato, agua de riego y condiciones climáticas, durante todos y cada uno de los días del ciclo del cultivo.
- Automatización de la fertilización.

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

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

El valor óptimo del pH de la solución de riego es de 6 a 6.5 y el pH de la solución de lixiviación no más de 8.5. El pH del agua de riego se ajusta mediante la inyección de ácido. Cuando el pH del agua de lixiviación es superior a 8.5, indica que el pH en la zona radical alcanza valores que provocan la precipitación de fósforo y menor disponibilidad de micronutrientes (Zaidan y Avidan, 1997).

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. El porcentaje de amonio no debe superar el 20% del total del nitrógeno aportado (Zaidan y Avidan, 1997).

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

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

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

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

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

Sakamoto *et al.* (1999) en hidroponía estudiaron el efecto de la salinidad en plantas de tomate. Expusieron las plantas a una salinidad (CE) de 5.0 dS/m y de 8.0 dS/m en las fases de fructificación madura, inmadura verde y de decoloración. Cuando se aumentó la salinidad a la fase inmadura verde mejoró la calidad de la fruta, más que el incremento de la misma salinidad en la fase de decolorado, pero disminuyó más el rendimiento de la fruta. La reducción en el rendimiento de la fruta fue debido más a una disminución en el peso que en el número. La salinidad aumentó la concentración de sólidos solubles, citrato, ácido ascórbico, K, clorofila a, clorofila b, licopeno y caroteno en la fruta, pero la totalidad de estos

constituyentes por fruto o disminuyeron o no fueron afectados. Estos resultados sugieren que el mejoramiento de la calidad de la fruta, inducida por el aumento en la salinidad, se debe a la reducción del agua en la fruta.

Basándose en este principio, se ha desarrollado en Israel la agrotécnica de fertirriego de tomates con aguas salinas para producir tomates de alta calidad y con sabor especial, como por ejemplo, la línea de exportación "Desert Sweet". Esta agrotécnica se basa en el riego con agua no salina, y a continuación proporcionar a la planta un estrés salino mediante el riego con agua muy salina ( $CE \sim 7 \text{ dS/m}$ ), 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 con sustratos, hacen que éstos sean muy sensibles y con poca capacidad de recuperación frente a cualquier error o desajuste en el fertirriego (Asaf, 1990).

Esto implica que los ciclos de fertirriego deben ser frecuentes, homogéneos y precisos. El aporte de nutrientes debe ser completo (N, P, K, Ca, Mg y micronutrientes) y el pH debe ser mantenido constantemente dentro de los valores adecuados. El monitoreo del agua de riego y de drenaje debe ser exhaustivo (Asaf, 1990).

En la práctica en los enarenados la frecuencia de riego para un cultivo ya establecido es de 2-3 veces por semana en invierno, aumentando a 4-7 veces por semana en primavera-verano, con caudales de 2-3 litros por planta/día (Infoagro, 2002).

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).

El régimen de fertirriego (lámina de agua e intervalo de riego) deberá ajustarse de acuerdo al gradiente de CE y cloro entre la solución de riego y la de drenaje, para mantener así las sales por debajo de la zona radicular activa. Si la diferencia entre la CE de la solución lixiviada y de la solución entrante es más de 0.4-0.5 dS/m, y/o si la concentración de cloro en la solución lixiviada es más alta que la solución entrante y supera los 50 mg/L, se recomienda aplicar un riego sin fertilizantes para lixiviar las sales (Avidan, 1998).

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

En la práctica se divide el ciclo de crecimiento del cultivo según las etapas fenológicas y se definen las diferentes concentraciones o cantidades de nutrientes a aplicarse, con sus respectivas relaciones, por ejemplo, en tomate se consideran cuatro etapas: establecimiento-floración, floración-cuajado de frutos, maduración-1<sup>ra</sup> cosecha y 1<sup>ra</sup> cosecha-fin. En cada etapa, las concentraciones de N y K van aumentando, y la relación N:K va disminuyendo, ya que el potasio es absorbido en gran cantidad durante la etapa reproductiva del cultivo (Zaidan y Avidan, 1997).

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

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

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

Lupin *et al.* (1996) señala que la mayoría de los fertilizantes absorben calor al ser disueltos, reduciendo la temperatura del agua. La dilución de ácido fósfórico en cambio produce una reacción exotérmica. Por esto conviene agregar primero ácido fosfórico para aprovechar el aumento de la temperatura y así facilitar la disolución de los fertilizantes agregados a continuación. El calcio es otro macroelemento fundamental en la nutrición del tomate para evitar la necrosis apical ya que la pudrición distal del fruto de tomate es un desorden fisiológico que ocurre tanto en invernadero como en el campo. Esta enfermedad se asocia a una deficiencia de calcio localizada en los tejidos de la zona distal del fruto. Comúnmente aparece en la mitad del crecimiento. Una deficiencia de calcio puede ser causada por una falta de agua o por un deficiente suministro de calcio de las raíces. Por otra parte la acidez y la salinidad del suelo reducen la absorción de calcio. Un aumento de la intensidad de luz, temperatura y movimiento de aire junto a una reducción de la humedad

relativa, aumenta la transpiración, desviándose más calcio hacia las hojas. En condiciones de invernadero, un aumento en la intensidad de luz y en la concentración acelera la acumulación de materia seca en el fruto. Mientras que una mayor temperatura del aire aumenta la velocidad de crecimiento, incrementando su demanda de calcio, así la pudrición apical es inducida cuando hay un cambio brusco, desde días nublados a muy luminosos o también por condiciones prolongadas en un ambiente seco y caluroso (Cruz, 1997)

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

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

Actualmente se emplean básicamente dos métodos para establecer las necesidades de abonado: en función de las extracciones del cultivo, sobre las que existe una amplia y variada bibliografía, con base a una solución nutritiva "ideal" a la que se ajustarán los aportes previo análisis de agua. Este último método es el que se emplea en cultivos hidropónicos, y para poder llevarlo a cabo en suelo o en enarenado, requiere la colocación de sondas de succión para poder determinar la composición de la solución del suelo mediante análisis de macro y micronutrientes, CE y pH. No obstante, para no cometer grandes errores, no se

deben sobrepasar dosis de abono total superiores a  $2\text{g.l}^{-1}$ , 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).

Un pre-requisito esencial para el uso de fertilizantes sólidos en fertirriego es su completa disolución en agua. Ejemplos de fertilizantes altamente solubles apropiados para su uso en fertirriego son: nitrato de amonio, cloruro de potasio, nitrato de potasio, urea, monofosfato de amonio, monofosfato de potasio, etc. En sistemas intensivos como invernaderos y/o sustratos artificiales, la solución nutritiva debe incluir calcio, magnesio y micronutrientes (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo). El hierro debe ser suministrado como quelato porque las sales de hierro, como por ej. sulfato de hierro, son muy inestables en solución y el hierro precipita fácilmente. En caso de aguas duras, se debe tomar en cuenta el contenido de Ca y Mg en el agua de riego (Imas, 1999).

También se dispone de numerosos correctores de carencias tanto de macro como de micronutrientes que pueden aplicarse vía foliar o riego por goteo, aminoácidos de uso preventivo y curativo, que ayudan a la planta en momentos críticos de su desarrollo o bajo condiciones ambientales desfavorables, así como otros productos (ácidos húmicos y fúlvicos, correctores salinos, etc.), que mejoran las condiciones del medio y facilitan la asimilación de nutrientes por la planta (Infoagro 2002)

## 2.7.10 Calidad de agua de riego (Obtención de goteros)

Es importante el aprovechamiento del contenido en el agua de riego de elementos como Ca, Mg y  $\text{SO}_2^{-4}$ . Debido al contenido salino de las aguas, las precipitaciones de fosfatos y sulfatos de Ca y, fundamentalmente, la carbonatación de los residuos de bicarbonatos de Ca y la desecación de disoluciones salinas pueden producir obturación de goteros. Para evitar dicha obturación se utilizan disoluciones madres ácidas, en función de la calidad del agua de riego y manteniendo, al mismo tiempo, las relaciones óptimas de nutrientes además de realizar diariamente un lavado al final de la fertilización con  $\text{HNO}_3$  diluido, a pH de 3,5 a 6, según el substrato, o con la misma agua de riego (Cadaña, 1999).

González (1991) encontró que el tomate necesita de alta cantidad de agua disponible en la fase de floración y fructificación y señala que los mejores rendimientos se obtienen cuando la planta recibe la cantidad de agua necesaria, 15 litros/kg de fruto aproximadamente, durante estas etapas provocando además un aumento en la calidad del fruto.

Magán (2002) mencionó que para que un sistema de cultivo sin suelo pueda ser empleado a nivel comercial, es necesario que permita el desarrollo de la raíz en perfectas condiciones, de manera que debe aportar de forma óptima los siguientes elementos:

- Aireación
- Agua
- Solutos
- Temperatura

Cualquier sistema de cultivo sin suelo adoptado funcionará tanto mejor cuanto más óptimamente proporcione los elementos antes mencionados, así, los sistemas con sustrato dependerán muy directamente del manejo del riego para conseguir un adecuado equilibrio aire / agua, mientras que en los hidropónicos es la aireación el principal problema, al contrario de lo que sucede en los aeropónicos, en los que la dificultad estriba en mantener humedecida toda la raíz (Magán, 2002).

### 2.7.11 Polinización

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

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

Pressman *et al.* (1999) en un estudio comparando la eficacia de la polinización con abejorros (*Bombus vosnesenskii* Radoszkowsk) y el uso del vibrador eléctrico señala que para eficientar la polinización mediante el uso de una abeja eléctrica es necesario realizar la práctica diariamente para semejar al uso de abejorros.

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

## 2.8 Plagas y Enfermedades

### 2.8.1 Plagas

#### MOSCA BLANCA

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

*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) y *Bemisia tabaci* (Gennadius.). Los adultos colonizan las partes jóvenes de las plantas, realizando las puestas en el envés de las hojas, de éstas emergen las primeras larvas, que son móviles. Tras fijarse en la planta pasan por tres estadios larvarios y uno de pupa, este último característico de cada especie. Los daños directos (amarillamientos y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de negrilla sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y

depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas. Ambos tipos de daños se convierten en importantes cuando los niveles de población son altos (Mejía et al., 1999).

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

Ohnesorge y Rapp (1988) indican que el adulto de la mosquita blanca es atraído por el color amarillo, el uso de trampas adhesivas es una de las principales herramientas en el muestreo de las poblaciones de adultos. Sharaf (1982) observó que durante la primavera y verano, las trampas colocadas horizontalmente capturan más mosquitas que las que se colocan verticalmente. Mientras que en el invierno las trampas verticales parecen ser más efectivas. Con relación a la altura de las trampas, las más altas capturas fueron obtenidas de aquellas colocadas sobre el suelo. Se obtuvieron también un mayor número de adultos en las capturas realizadas durante las primeras horas del día (entre las 6 y 9 am.). Alpi y Tognoni (1999), mencionan lo siguiente:

### **Métodos preventivos y técnicas culturales**

- Colocación de mallas en las bandas de los invernaderos.
- Limpieza de malas hierbas y restos de cultivos.
- No asociar cultivos en el mismo invernadero.



- No abandonar los brotes al final del ciclo, ya que los brotes jóvenes atraen a los adultos de mosca blanca.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas

### **Control biológico mediante enemigos naturales**

Principales parásitos de larvas de mosca blanca

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

### **Control químico**

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

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

## **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 ápteras del primero presentan sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de *Myzus* son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas). Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño, mediante las hembras aladas (Infoagro, 2003).

### **Métodos preventivos y técnicas culturales**

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas.

### **Control biológico mediante enemigos naturales**

- Especies depredadoras autóctonas: *Aphidoletes aphidimyza*.
- Especies parasitoides autóctonas: *Aphidius matricariae*, *Aphidius colemani*, *Lysiphlebus testaceipes*.

### **Control químico**

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

## MINADOR DE LA 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). Alpi y Tognoni (1999), mencionan lo siguiente:

### Métodos preventivos y técnicas culturales

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

### Control biológico mediante enemigos naturales

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

## **Control químico**

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

## **Gusano alfiler**

*Keiferia lycopersicella* (Walshingham) este insecto es la plaga más importante en Sinaloa. Su daño en los frutos puede alcanzar hasta un 80%; a pesar de las aplicaciones continuas de insecticidas ( Alvarado y Trumble, 1999).

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

## **Control Legal**

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

## Control Biológico

El único parásito de huevecillo del gusano alfiler es la avispa (*Trichogramma pretiosum* Riley) y para larvas la avispa de los endoparásitos (*Apanteles scutellaris* Muesebeck) y del hectoparásito (*Parahormius* prob. *Pallidipes* Ashmead) (Infoagro2003).

## Uso de feromonas como Control

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

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

## Control Químico

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

## **Orugas**

*Spodoptera exigua* (Hübner) *Spodoptera litoralis* (Boisduval), *Heliothis armigera* (Hübner), *Heliothis peltigera* (Dennis y Schiff), *Chrysodeisis chalcites* (Esper), *Autographa gamma* (L.). La principal diferencia entre especies en el estado larvario se aprecia en el

número de falsa patas abdominales (5 en *Spodoptera* y *Heliothis* y 2 en *Autographa* y *Chrysodeixis*), o en la forma de desplazarse en *Autographa* y *Chrysodeixis* arqueando el cuerpo (orugas camello). La presencia de sedas (“pelos” largos) en la superficie del cuerpo de la larva de *Heliothis*, o la coloración marrón oscuro, sobre todo de patas y cabeza, en las orugas de *Spodoptera litoralis*, también las diferencia del resto de las especies (Lacasa y Contreras, 1999).

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

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

### **Métodos preventivos y técnicas culturales**

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- En fuertes ataques, eliminar y destruir las hojas bajas de la planta.
- Colocación de trampas de feromonas y trampas de luz.

- Vigilar los primeros estados de desarrollo de los cultivos, en los que se pueden producir daños irreversibles.

### **Control biológico mediante enemigos naturales**

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

### **Control químico**

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

### **Araña roja**

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

Los primeros síntomas de su daño se desarrollan en el envés de las hojas más jóvenes donde se nutre con los estiletes bucales haciendo que se vacíen el contenido celular causando decoloraciones, la aparición de puntuaciones cloróticas o manchas amarillentas. Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso defoliación. Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos. Las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga.

## Métodos preventivos y técnicas culturales

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

## Control biológico mediante enemigos naturales

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

## Control químico

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

## **Ácaro del bronceado**

*Aculops lycopersici* (Masse) es una plaga exclusiva del tomate. Síntomas: Bronceado o herrumbre primero en el tallo y posteriormente en las hojas e incluso frutos. Evoluciona de forma ascendente desde la parte basal de la planta. Aparece por focos y se dispersa de forma mecánica favorecida por las altas temperaturas y baja humedad ambiental. Para alimentarse, con su estilete inyecta saliva y absorbe el contenido de la célula (Lacasa y Contreras, 1999).



Al principio los órganos afectados toman un aspecto verde aceitoso, luego las células vacías, llenan de aire, proporcionan tonos plateados que adquieren tonos bronceados antes de acartonarse y desecarse, los frutos afectados precozmente ven reducido su desarrollo y la superficie se cubre de una especie de roña de color marrón resquebrajándose el tejido epidérmico suberificado. Cuando las plantas infestadas se tocan entre sí el ácaro pasa de una a otra. Planta (Lacasa y Contreras, 1999).

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

### **Métodos preventivos y técnicas culturales**

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

### **Control químico**

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

## 2.8.2 Enfermedades

### Damping Off o secadera de plántulas

Sánchez (2001) menciona que ésta enfermedad es un problema fuerte en plántulas desde la preemergencia hasta un mes de edad. Las plántulas se pueden marchitar rápidamente causando una drástica reducción de la población. Esto obliga a efectuar labores de resiembra y afecta la programación de planteo; menciona además lo siguiente:

Sintomatología. Las semillas pueden pudrir antes de la emergencia dando la apariencia de fallas de germinación. Después de la emergencia, las plántulas muestran lesiones en la base del tallo, que lo rodean, y las plantas se marchitan y caen sobre el sustrato.

En caso del *Pythium*, las lesiones son oscuras y acuosas que se inician en las raíces y avanzan por el tallo hasta arriba del nivel del sustrato; en el caso de la *Rhizoctonia*, las lesiones son de café rojizo a oscuras, y pueden afectar las raíces y el cuello de las plántulas. Después de un mes de edad, o después del trasplante, las plantas normalmente son muy tolerantes y las zonas se restringen a la zona cortical.

Etiología y Epidemiología. La enfermedad puede ser causada por un complejo de hongos que incluyen a *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* y *Fusarium*. Estos hongos sobreviven por largos periodos en el suelo, y pueden resistir en residuos de plantas enfermas o en raíces de malezas. El Damping Off tiende a ser más severa bajo condiciones de alta humedad del suelo, compactación, ventilación deficiente y ambiente húmedo, nublado y fresco.

Control. En invernadero se deben usar materiales estériles y mejorar la ventilación. El tratamiento de las semillas con Captan, Dichlone y Thiram; y las aspersiones con Metalaxyl y Captán, pueden ser de gran ayuda en el control de esta enfermedad.

## **Tizón tardío**

Sánchez (2001) menciona que ésta enfermedad es considerada la enfermedad más destructiva del tomate y la papa. El patógeno que la produce tiene una capacidad de diseminarse y reproducirse rápida y abundantemente. Es la típica enfermedad causante de epifitias, cuyo daño pueden llegar a niveles catastróficos, añade lo siguiente:

Sintomatología. La enfermedad puede afectar rápidamente todos los tejidos aéreos de la planta. En las hojas aparecen manchas irregulares de tamaño variable. Las lesiones son primero de color verde oscuro con márgenes pálidos, los cuales, al haber humedad abundante, muestran filamentos de color blanquecino; después, las lesiones se tornan de color café y pueden invadir toda la lamina foliar. Esto provoca que pierda rigidez y que su pecíolo se doble hacia abajo; también los tallos y las ramas pueden ser afectados de la misma forma, y los frutos dañados presentan grandes manchas de color café rojizo que en ocasiones las cubren por completo.

Etiología y Epidemiología. El patógeno que causa esta enfermedad es *Phytophthora infestans*. Las esporas de este hongo, pueden ser diseminados a grandes distancias por el viento. El ambiente húmedo y fresco, días nublados y lluviosos, favorecen el desarrollo de esta enfermedad.

Control. La manera más efectiva de controlar el Tizón Tardío es diseñar un buen programa de aspersión de fungicidas basado en un sistema efectivo de pronóstico de la enfermedad. Algunos fungicidas preventivos que se usan son a base de Captafol,

Clorotalonil, y Mancozeb. Después que se observan las primeras lesiones se deben de usar productos de acción sistemática; entre estos se mencionan a Metalaxil, Fosetil-Al, Cymoxanil, y otros.

## **Tizón Temprano**

Sánchez (2001) menciona que es una de las enfermedades más importantes del cultivo del tomate, debido a que puede afectarlo en cualquier etapa de su desarrollo, y es capaz de infestar cualquier órgano de la planta, desde la base del tallo, pecíolos, hojas, flores y frutos; añade lo siguiente:

Sintomatología. Los primeros síntomas ocurren en las hojas mas viejas, y consisten en pequeñas lesiones irregulares color café oscuro, en cuyo interior se forman anillos concéntricos, debido a la resistencia que presenta la planta para detener el avance de la infección. Las lesiones pueden crecer hasta alcanzar 1.5 cm de diámetro o más.

Típicamente las lesiones se rodean de un color amarillo, debido a la producción de toxinas; y cuando las lesiones son numerosas, se pueden unir, destruyendo el tejido foliar, afectando la producción y calidad de la fruta. La enfermedad puede causar tizón de las flores, y las lesiones en tallos pecíolos y frutos, normalmente muestran el patrón de anillos concéntricos; además, cuando envejecen, producen un polvillo negro que corresponde a las fructificaciones del hongo.

Etiología y Epidemiología. El agente causal del Tizón Temprano del tomate es el hongo *Alternaria solani*. El patógeno inverna en tejidos de cosecha que permanecen en el suelo, los conidios germinan a temperaturas entre 24-29 °C y ambiente húmedo o lluvioso; estos se diseminan fácilmente a través del aire y de la lluvia.

Control. El método de control más efectivo está basado en la aplicación oportuna de fungicidas preventivo. Algunos de los productos más utilizados son Captofol, Captán, Clorotalonil y Mancozeb.

## **2.9 Otras Alteraciones**

### **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).

### **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 o cicatriz leñosa pistilar, etc. (Blancard, 1996).

## **2.10 Índices de Cosecha**

Según Trevor *et al.* (2002) las normas para cosechar tomates son: la mínima madurez (Verde Maduro 2, Mature Green 2) y se define en términos de la estructura interna del fruto: las semillas están completamente desarrolladas y no se cortan al rebanar el fruto; el material gelatinoso está presente en al menos un lóculo y se está formando en otros.

\* **Tomates de Larga Vida de Anaquel.** La maduración normal se ve severamente afectada cuando los frutos se cosechan en el estado Verde Maduro 2 (VM2). La mínima madurez de cosecha corresponde a la clase Rosa (Pink) (estado 4 de la tabla patrón de color utilizada por United States Department of Agriculture, USDA; en este estado más del 30% pero no más del 60% de la superficie de la fruta muestra un color rosa-rojo.)

- La mayor vida de anaquel se debe en parte, a la presencia de los genes *rin* o *nor*

## Índices de Calidad

La calidad del tomate estándar se basa principalmente en la uniformidad de forma y en la ausencia de defectos de crecimiento y manejo. El tamaño no es un factor que defina el grado de calidad, pero puede influir de manera importante en las expectativas de su calidad comercial.

**Forma.** Bien formado (redondo, forma globosa, globosa aplanada u ovalada, dependiendo del tipo).

**Color.** Color uniforme (anaranjado-rojo a rojo intenso; amarillo claro). Sin hombros verdes.

**Apariencia.** Lisa y con las cicatrices correspondientes a la punta floral y al pedúnculo pequeñas. Ausencia de grietas de crecimiento, cara de gato (catfacing), sutura (zippering), quemaduras de sol, daños por insectos y daño mecánico o magulladuras.

**Firmeza.** Firme al tacto. No debe estar suave ni se debe deformar fácilmente debido a sobre madurez.

Los grados de calidad en los Estados Unidos son: U.S. No. 1, Combinación No. 2, y No. 3. La distinción entre grados se basa principalmente en la apariencia externa, firmeza e incidencia de magulladuras.

Los tomates de invernadero se clasifican solamente como U.S. No. 1 o No. 2.

### **Temperaturas óptimas para la cosecha del tomate:**

Verde Maduro 12.5 - 15°C (55 - 60°F)

Rojo Claro (Estado 5 de Color USDA) 10 - 12.5°C (50 - 55°F)

Maduro Firme (Estado 6 de Color USDA) 7 - 10°C (44 - 50°F) por 3 a 5 días

Los tomates Verde Maduro pueden almacenarse a 12.5°C (55°F) por 14 días antes de madurarlos sin reducción significativa de su calidad sensorial y desarrollo de color. La pudrición puede aumentar si se les almacena más de dos semanas a esta temperatura. Después de alcanzar el estado Maduro Firme, la vida de anaquel es generalmente de 8 a 10 días si se aplica una temperatura dentro del intervalo recomendado (Trevor *et al.*, 2002).

Durante la distribución comercial es posible encontrar que se aplican temperaturas de tránsito o de almacenamiento de corto plazo inferior a lo recomendado, pero es muy probable que ocurra daño por frío después de algunos días. Se ha demostrado que se puede extender la vida de almacenamiento del tomate con la aplicación de atmósfera controlada (Trevor *et al.*, 2002).

### **Temperaturas de Maduración**

18-21°C (65 - 70°F); 90-95% HR para una maduración normal, 14-16°C (57- 61°F) para una maduración lenta (por ejemplo, en tránsito).

## Efectos del Etileno

Sade *et al.* (1998) señalan que el productor debe conocer el tipo de planta que se adapte a condiciones como son: el tipo de sustrato, organismos dañinos y como se controlan, todo combinado con un manejo óptimo de las condiciones de temperaturas y nutrición del cultivo, el sistema de producción (invernadero) es muy delicado ya que cualquier variación de los componentes de producción representa una variación significativa en la producción y calidad del fruto.

### **2.11 Antecedentes de producción de tomate en invernadero**

Santiago (1995) evaluando genotipos de tomate en condiciones de invernadero reportó un rendimiento promedio que varía de 1.76 a 5.42 kg/planta mientras que para sólidos solubles reportó 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 reportó un rendimiento de que varía de 2.2 a 4.4 kilogramos por planta.

Cotter y Gómez (1981) mencionaron que para una producción exitosa bajo invernadero se deben obtener al menos 100 ton/acre por año, es decir, 200 ton ha<sup>-1</sup>.

En invernaderos no automatizados los productores de la región del bajo y Texcoco, estado de México, obtuvieron rendimientos de 15 kg/m<sup>2</sup> con un ciclo de producción de 6 a 7 meses. Mientras que en invernaderos de alta tecnología se ha obtenido una producción de 52 kg/m<sup>2</sup> (Hoyos, 2002).

Según Fonseca (1999). Para que la producción sea redituable debe obtenerse por lo menos 15 kg/m<sup>2</sup>.



Los rendimientos totales son muy variables dependiendo de las condiciones del cultivo. En invernadero sin calefacción con cultivares vigorosos de crecimiento indeterminado, poda a un tallo y ciclo largo (Agosto-Mayo), se están alcanzando en Almería producciones de entre 15 a 18 kg/m<sup>2</sup>, en óptimas condiciones, explotando unos 15 ramilletes de flor por planta. En cifras pueden servir de orientación, en función del número de ramos explotados por tallo en cada ciclo concreto (Castillas, 1999).

Espinosa *et al.* (2002) evaluando el comportamiento de híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero reporta producción de hasta 183 ton/ha, destacando los cultivares y estadísticamente iguales: Girona y Nadin con, 183 y 179 ton/ha, respectivamente.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera

La región lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México. Se encuentra ubicada entre los meridianos  $101^{\circ} 40'$  y  $104^{\circ} 45'$  de longitud Oeste, y los paralelos  $25^{\circ} 05'$  y  $26^{\circ} 54'$  de latitud Norte. La altitud de esta región sobre el nivel del mar es de 1,139 m. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las tres áreas agrícolas, así como las áreas urbanas. La temperatura promedio en los últimos 10 años es de una máxima de  $28.8^{\circ} \text{C}$ ., una mínima de  $11.68^{\circ} \text{C}$  y una temperatura media de  $19.98^{\circ} \text{C}$  (CNA, 2002).

#### 3.2 Localización del experimento

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la UAAAN – UL que se encuentra en Periférico y Carretera Santa Fe, en el periodo de Septiembre – Febrero de 2002 - 2003 en un invernadero tipo semicircular compuesto de una cubierta plastificada de polietileno y con estructura totalmente metálica, no cuenta con una climatización adecuada (Figura 1).

La UAAAN – UL se ubica en las coordenadas geográficas de  $103^{\circ} 21'$  de longitud Este al meridiano de Greenwich y  $25^{\circ} 33'$  de latitud norte con una altura de 1,120 msnm (CENTENAL, 1970).

Invernadero  
N-UL



Figura 1. Invernadero de la UAAAN-UL donde se llevo acabo el experimento. UAAAN-UL. 2004.

### 3.3 Clima

El clima de la región es muy seco con lluvias en verano. Los registros de temperatura indican una media anual de 21°C, presentando su valor más bajo en enero y el más alto en julio. La precipitación promedio es de 220 mm anuales, situación que limita la práctica de una agricultura de temporal. Las heladas ocurren de noviembre a marzo, teniéndose un periodo libre de heladas de abril a octubre. La cantidad de agua para esta región es escasa en todas las estaciones del año (CENID-RASPA, 2000).

### 3.4 Condiciones de Invernadero

El invernadero utilizado para dicho experimento es de forma semicircular con cubierta de plástico de polietileno, tiene ventanas laterales con altura de alrededor de 1.20 m los cuales están protegidos con malla antiáfidos. En el interior cuenta con piso de grava, no presenta pared húmeda ni extractores, sus dimensiones son de 8 m de ancho y 23 m de largo.

### 3.5 Genotipos

En el Otoño- invierno (Septiembre – Febrero) de 2002 – 2003 se evaluaron 4 genotipos de tomate de crecimiento indeterminado (Cuadro 3.1) con la característica de larga vida de anaquel, para determinar cual de los 4 genotipos es el mas rendidor así como el de mejor adaptación a las condiciones del invernadero.

Cuadro 3.1 Genotipos evaluados en invernadero durante el otoño-invierno del 2002-2003. UAAAN-UL. 2004

Numero	Genotipos
1	F30,963
2	ALONDRA
3	GIRONDA
4	HMX80116

### 3.6 Sustrato

El sustrato utilizado fue arena de río, previamente desinfectada con bromuro de metilo, la cual se lavó para eliminar residuos del fumigante. Se utilizaron macetas de 20 kg, dispuestas en doble hilera con arreglo tresbolillo espaciadas a 30 cm entre plantas y a 150 cm entre pasillos.

### 3.7 Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar con 3 repeticiones y la unidad experimental de 9 plantas por genotipo, siendo la superficie utilizada de aproximadamente 200 m<sup>2</sup>. A continuación se presenta el diseño de tratamientos en la figura 2.

<b>III</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>II</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>I</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

Figura 2. Diseño de bloques al azar y tratamientos empleados en el presente estudio.

UAAAN-UL. 2004

### 3.8 Manejo del Cultivo

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo eliminando los brotes axilares, sostenidas con rafia cuando alcanzaron una altura de 30 cm para poder mantener la planta erguida, evitando así cualquier contacto de la planta y frutos con el suelo

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

Durante la fructificación, se eliminaron las hojas que quedaban debajo de los frutos, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporque a fin de aumentar la formación de mayor número de raíces cubriendo la parte inferior de la planta con arena.

### 3.9 Fertilización y Riegos

Para el manejo del agua la máxima cantidad aplicada fue de 2 litros / planta / día /, mediante fertirrigación (Cuadro 3.2).

La fertilización se realizó diariamente de la siguiente manera: un minuto de agua, tres minutos de ácido fosfórico, uno minuto de agua, tres minutos de solución nutritiva y uno

minuto de agua. Se realizaron tres riegos por día, cada uno de seis minutos, siendo programados a las 8:30 AM, 1:30 PM, 6:00 PM, respectivamente.

Cuadro 3.2 Solución nutritiva empleada en la fertirrigación del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en el otoño-invierno 2002-2003. UAAAN-UL. 2004

<b>Fertilizantes</b>	<b>Primera Fase</b>	<b>Segunda Fase</b>	<b>Tercera Fase</b>	<b>Cuarta Fase</b>
Nitrato de calcio	60 g	420 g	405 g	606 g
Nitrato de magnesio	20 g	140 g	216 g	312 g
Nitrato de potasio	55 g	385 g	495 g	543 g
Quelatos	8 g	28 g	536 g	30 g
Ácido fosfórico	86 ml	240 ml	169 ml	86 ml

### 3.10 Control de Plagas y Enfermedades

Una semana después del trasplante se aplicó Confidor para protección de la planta del ataque de insectos transmisores de virus principalmente mosquita blanca y el pulgón, este producto fue aplicado el sistema de riego, posteriormente se hicieron revisiones visualmente; al iniciar la cosecha, se observaron ataques de gusano alfiler, para su control se instalaron trampas de feromonas ya que esto permite que no se reproduzcan y puedan seguir causando daño. Posteriormente se observaron ataques de araña roja, para su control se procedió a la aplicación de un producto orgánico cosmosul por estar en la etapa de cosecha y no aplicar productos químicos que fueran tóxicos, con una aspersion en una dosis de 40 cc en 20 litros de agua, pero posteriormente se realizaron mas aplicaciones aumentado la dosis pero no dio resultado ya que dicho acaro había generado resistencia.

Las enfermedades que se presentaron ataques severos de damping off el cual fue controlado con oxiclورو de cobre en una dosis de 50 gr. en 20 litros de agua;

posteriormente se presentó la cenicilla *Leveillula taorica*, está se controló con aplicaciones de amistar en una dosis de 20 gr/20litros de agua, después se observaron inicio de síntomas de *Alternaria solani* tizón temprano el cual fue controlado con cupravit con una dosis de 60 gr. en 20 litros de agua.

### **3.11 Cosecha**

La cosecha se realizó dos veces por semana, cuando el fruto presentó un color de rosado a rojo (que la superficie del fruto un color rosado promedio de entre el 30 % pero no más del 60 %), ya que son los requeridos de clasificación por color del USDAAMSFV (1975).

### **3.12 Variables evaluadas**

Las variables evaluadas fueron altura de la planta, número de nudos, inicio de floración, final de floración, calidad del fruto y rendimiento en ton/ha.

La calidad fue obtenida al medir el diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso, °Brix, espesor de pulpa, color exterior e interior, hombros y número de lóculos en cada fruto, empleando para ello Vernier, báscula de precisión, refractómetro, regla milimétrica y tabla de colores de la Real Sociedad de Horticultura de Londres, además del formato técnico de la comercializadora de semillas Hazera (1999). Se realizaron además, revisiones visuales de plagas y enfermedades presentes en la planta.

### **3.13 Muestreos**

La siembra se realizó el día 17 de julio y el trasplante el seis de septiembre, se realizaron diez muestreos durante el ciclo del cultivo los cuales se presentan a continuación.

Cuadro 3.3. Días después del transplante (DDT) para diez muestreos en 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero en el otoño-invierno 2001-2002. UAAAN-UL. 2004

Muestreo	(DDT)	Muestreo	(DDT)
1°	8	6°	43
2°	15	7°	50
3°	22	8°	57
4°	29	9°	64
5°	36	10°	71

### 3.14 Análisis estadísticos

Se realizó un análisis de varianza, considerando cada una de las características evaluadas, cuando se encontraron diferencias significativas se realizó una comparación entre medias utilizando la diferencia mínima significativa (DMS) al 5%. Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico *Statistical Analysis System* (SAS) versión 6.12 ( SAS, 1998); aunado a lo anterior, se realizaron análisis de regresión para determinar la relación existente entre las variables numero de nudos y altura de plantas, respecto al numero de muestreos, mediante el mismo paquete estadístico.



## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Desarrollo Vegetativo

Las plantas crecieron muy vigorosas, cubriendo prácticamente el espacio entre hileras; cabe señalar, que los genotipos utilizados, son de crecimiento indeterminado y se desarrollaron como tal.

#### 4.1.1 Nudos

El análisis de varianza que se realizó para genotipos no mostró diferencia significativa (Cuadro 4.1).

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas (Cuadro 1A) solo para muestreos, en las fuentes de variación los genotipos y su interacción no se presentaron diferencias significativas. Presento una media de 23 nudos con un coeficiente de variación de 15.7.

Cuadro 4.1 Numero de nudos para 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. UAAAN-UL, 2004.

GENOTIPO	NUDOS
F30963	18.66 a
GIRONDA	18.53 a
HMX80116	18.35 a
ALONDRA	17.94 a
MEDIA	18.37

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

El muestreo décimo fue quien presento mayor numero de nudos con 28.50 nudos, el cual fue significativamente mejor a los demás (Cuadro 4.2); dicho resultado, se esperaba ya

que lógicamente, entre mas tiempo pase, mayor será el crecimiento y por consiguiente mayor será el numero de nudos.

#### 4.1.2 Altura de la planta

El análisis de varianza presentó diferencia altamente significativa (Cuadro 1A), para las fuentes de variación genotipos y muestreos, mientras que para la interacción de ambas variables no presentó diferencia significativa, mostrando una media de 128.49 cm y coeficiente de variación de 12.14.

Cuadro 4.2. Numero de nudos de nueve muestreos en 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. UAAAN-UL, 2004.

Muestreo	Media
10°	28.5000 a
9°	26.2083 b
8°	24.0417 c
7°	21.3333 d
6°	18.5000 e
5°	16.4167 f
4°	12.7083 g
3°	10.9583 h
2°	6.7083 i
<b>MEDIA</b>	<b>18.37</b>
<b>DMS</b>	<b>1.12</b>

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

El mejor genotipo fue HMX80116 con 137.093 cm (Cuadro 4.3), estadísticamente superior a los otros tres genotipos, los cuales conformaron un segundo grupo de significancia, con una media de 125.56 cm.

Ríos (2003) y Hernández (2003) mencionan que el genotipo HMX80116 alcanza una altura de 232.4 cm, esta altura es superior a la obtenida en el presente trabajo, debido probablemente a que el trasplante se llevó a cabo dos meses después de la siembra, lo que retardó el crecimiento natural de la planta. Cabe señalar que las tendencias presentadas en el genotipo anterior, son similares en los genotipos Gironda, Alondra y F30963, los cuales tuvieron alturas de 219.5, 206.3 y 225.4 cm, respectivamente; mientras que en el presente trabajo crecieron 127.0, 127.3 y 122.4 cm, respectivamente. Estos resultados refuerzan lo citado por Castilla (1999) el cual menciona que es importante no demorar el transplante cuando la planta está a punto, pues los retrasos afectan negativamente a la futura producción. Por otro lado, el mejor muestreo fue el décimo con 226.66 cm de altura (Cuadro 4.4).

Se presentaron 10 grupos de significancia, es decir, cada muestreo fue diferente entre sí; por lo tanto, el muestreo uno fue el último grupo de significancia. Dicho resultado, se esperaba ya que lógicamente, entre más tiempo pase, mayor será el crecimiento y por consiguiente mayor será la altura de la planta, lo que indica que el crecimiento de la planta fue normal.

Cuadro 4.3 Altura de plantas de 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. UAAAN-UL, 2004.

GENOTIPO	ALTURA
HMX80116	137.092 a
ALONDRA	127.375 b
GIRONDA	127.017 b
F30963	122.492 b
MEDIA	128.49
DMS (5%)	5.62

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

Cuadro 4.4 Altura de plantas para diez muestreos de 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, por numero de muestreo, durante el otoño-invierno del 2002-2003. UAAAN-UL, 2004.

MUESTREO	MEDIA	
10°	226.66	a
9°	210.50	b
8°	192.20	c
7°	170.58	d
6°	147.95	e
5°	117.25	f
4°	85.75	g
3°	62.14	h
2°	40.16	i
1°	31.70	j
Media	128.49	
DMS (5%)	8.88	

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

#### 4.1.3 Relaciones encontradas en los análisis de regresión

Se realizaron análisis de regresión para determinar las posibles relaciones existentes entre las variables número de nudos y altura de planta en relación con el número de muestreo. Partiendo de que el genotipo HMX80116, estadísticamente es superior a los otros genotipos, se realizó un análisis individual para este genotipo y posteriormente, otro análisis para el segundo grupo de significancia conformado por los tres genotipos restantes.

#### Mejor Genotipo Estadísticamente, HMX80116

**Nudos** El análisis de regresión muestra diferencias altamente significativas (Cuadro 3A) al relacionar linealmente la variable numero de nudos con muestreos. Se encontró

coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de 0.82, indica que las variables en cuestión se relacionan en buena medida y proporcionan un ajuste aceptable en una relación lineal, es decir, que la ecuación obtenida será útil para estimar o predecir el número de nudos en función del número de muestreo.

La ecuación obtenida es la siguiente,  $y = 2.88 + 2.57x$ , la cual muestra que hay una relación lineal directamente proporcional, es decir que conforme aumenta el número de muestreo incrementa la cantidad de nudos, siendo el aumento de éstos, 2.57 por cada muestreo.

En la variable **Altura** El análisis de regresión muestra una alta significancia (Cuadro 3A) al relacionar la variable altura con muestreos, presentando un coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de 0.84, indicando que las variables en cuestión si se relacionan en buena medida y proporcionan un ajuste aceptable en una relación lineal (Figura 3). Se realizó una comparación de dos rectas entre el genotipo sobresaliente y otro genotipo (F30963) del segundo grupo de significancia en el cual se encontró que las rectas de estos materiales tienen diferente intercepto y diferente pendiente, con esto se comprueba la diferencia significativa entre el genotipo (HMX80116) del primer grupo de significancia difiere del segundo grupo de significancia.

La ecuación obtenida es la siguiente,  $y = -3.61 + 25.41x$ , la cual muestra que hay una relación lineal directamente proporcional, es decir que conforme aumenta el número de muestreo incrementa la altura, siendo el aumento de ésta, 25.41 cm por cada muestreo, es decir que empleando la fórmula tenemos que al segundo, quinto y octavo muestreo, tendremos alturas de 47.21, 123.44 y 199.67 cm, respectivamente.

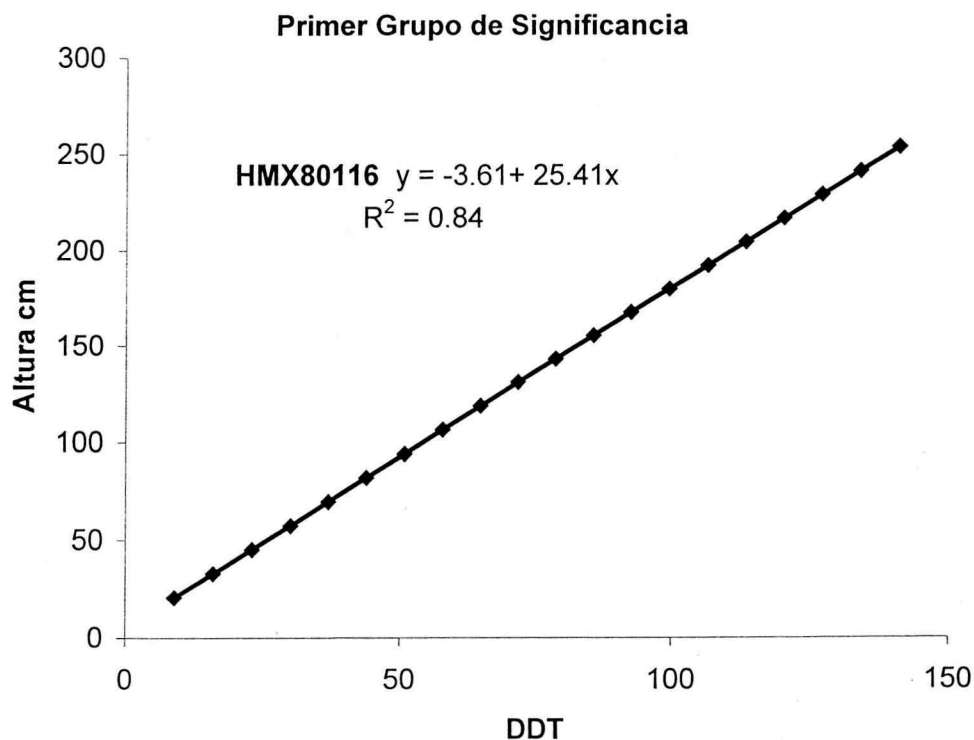


Figura 3. Relación lineal entre días después del trasplante y altura de planta en el genotipo HMX80116 (primer grupo de significancia) evaluado en invernadero en el otoño-invierno 2002-2003, en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2004.

### Segundo Grupo de Significancia

**Nudos** El análisis de regresión muestra una alta significancia (Cuadro 3A) al relacionar la variable nudos con muestreos. Es decir que la altura se puede estimar a partir de los muestreos.

La ecuación obtenida es la siguiente,  $y = 2.13 + 2.70 x$ , la cual muestra que hay una relación lineal directamente proporcional, es decir que conforme aumenta el número de muestreo incrementa la cantidad de nudos, siendo el aumento de éstos, 2.70 por cada muestreo, es decir que empleando la fórmula tenemos que al segundo, quinto y octavo muestreo, tendremos 7.53, 15.63 y 23.73 nudos. Por otro lado, el coeficiente de

determinación ( $r^2$ ) de 0.96, indicando que las variables en cuestión si se relacionan y ajustan casi perfectamente a una relación lineal.

## **Altura**

El análisis de regresión muestra una alta significancia (Cuadro 3A) al relacionar la variable altura con muestreos. Es decir que la altura se puede estimar a partir de los muestreos.

La ecuación obtenida es la siguiente,  $y = -7.44 + 23.91 x$ , la cual muestra que hay una relación lineal directamente proporcional, es decir que conforme aumenta el número de muestreo incrementa la altura, siendo el aumento de ésta, 23.91 cm por cada muestreo, es decir que empleando la fórmula tenemos que al segundo, quinto y octavo muestreo, tendremos alturas de 40.38, 112.11 y 183.84 cm, respectivamente.

Por otro lado, el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de 0.97, indicando que las variables en cuestión si se relacionan y ajustan casi perfectamente a una relación lineal.

En la Figura 4, se muestran las graficas de respuesta de los genotipos del segundo grupo de significancia al crecimiento con respecto al tiempo del trasplante. En el cual se observa que estos genotipos son estadísticamente iguales.

Se realizaron una comparación de rectas para comprobar si la pendiente de estas rectas difieren entre los genotipos. Se encontró que tienen la misma pendiente pero diferente intercepto esto debido a que no hay diferencias significativas entre ambos híbridos.

## Segundo Grupo de Significancia

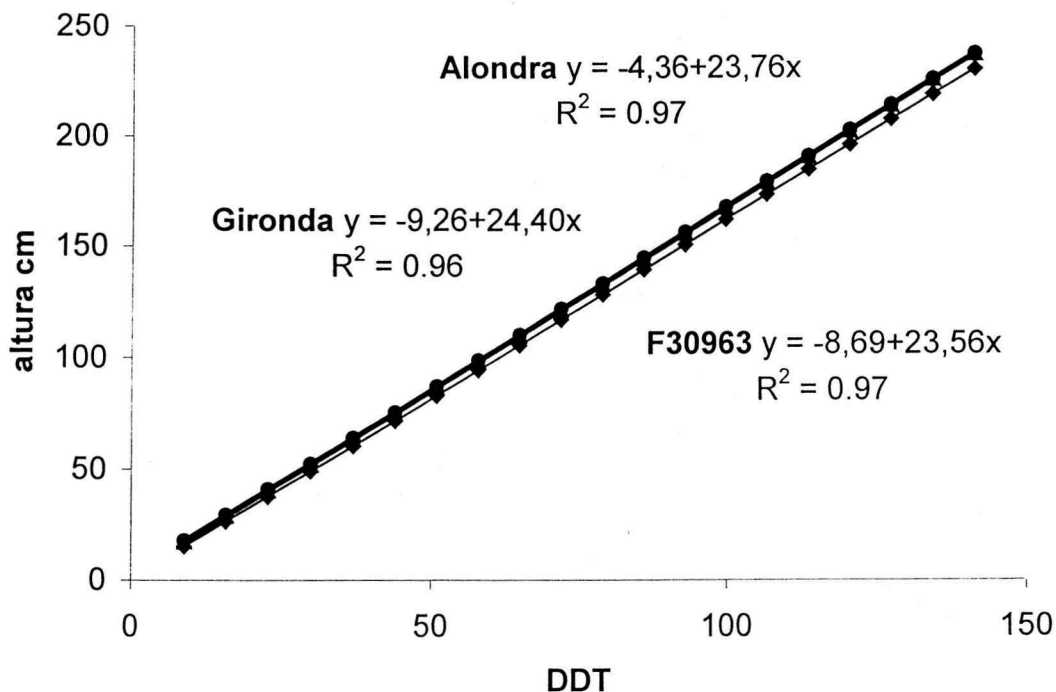


Figura 4. Relación lineal entre días después del trasplante y altura de planta en los genotipos Alondra, Gironda y F30963 (segundo grupo de significancia) evaluados en invernadero en el otoño-invierno 2002-2003. en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2004.

### 4.1.4 Inicio de floración

Se evaluó el inicio de la floración tanto para genotipos como para racimos, así como su interacción entre ambas variables, encontrando en todos los análisis diferencias significativas. A continuación se presenta la interpretación de cada una de las fuentes de variación.

**Genotipos** El análisis estadístico presentó diferencias altamente significativas para el inicio de la floración entre genotipos (Cuadro 3A); siendo el genotipo más precoz, HMX80116, el cual inicia su floración alrededor de los 44 DDT; por otro lado, los genotipos



mas tardados en iniciar la floración son F30963 y Gironda, con 54 y 52 DDT, respectivamente (Cuadro 4.5).

Los resultados de este experimento no concuerdan con los citados por Rodríguez (2002) y López (2003) quienes encontraron medias de 60 DDS y 70 DDS, respectivamente, mientras que en el presenta trabajo se obtuvo una media de 50 DDT. confirmándose lo expuesto por Cássares (1984) quines mencionan que cuando el tomate se somete a condiciones de estrés, el cultivo completa sus etapas fenológicas en forma más precoz, sin embargo, se reduce el rendimiento.

Por otro lado, respecto a cada uno de los genotipo, Ríos (2003) y Hernández (2003), mencionan que los genotipos F30963, Gironda, Alondra y HMX80116 presentan la floración a los 55, 53,52 y 51 DDS, respectivamente, mientras que en el presente trabajo presentaron, 54, 52, 50 y 44 DDT, respectivamente, es decir, que en éste último, se inicio mas rápido la floración inicial en todos los genotipos.

Cuadro 4.5. Inicio de floración de 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. UAAAN-UL, 2004.

Genotipo	Media
F30963	54.3 a
Gironda	52.0 ab
Alondra	50.8 b
HMX80116	44.8 c

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

**Racimos** El análisis estadístico presentó diferencias altamente significativas para inicio de floración entre racimos (Cuadro 3A), siendo el mas precoz estadísticamente el primero, el cual inicia la floración a los 30 DDT, mientras que el sexto, lo hace a los 77 DDT

(Cuadro 4.6). Los resultados estadísticamente, eran de esperarse, ya que fisiológicamente, el primer racimo es el que florea primero, apareciendo los demás en forma ascendente.

Cuadro 4.6 Inicio de floración por racimo de 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. UAAAN-UL, 2004.

Racimo	Media
6°	77.4 a
5°	65.6 b
4°	52.8 c
3°	42.6 d
2°	34.3 e
1°	30.0 f

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

### En la Interacción genotipos y racimo

El análisis estadístico presentó diferencias altamente significativas para el inicio de la floración en la interacción entre genotipos y racimos (Cuadro 3A), siendo las combinaciones mas precoces estadísticamente, las conformadas por el racimo uno y los genotipos HMX80116 y Alondra, los cuales iniciaron la floración alrededor de los 27 DDT, mientras que los mas tardados fueron, el sexto racimo con los genotipos F30963, Girona y Alondra con una floración que varia entre los 78 y 84 DDT (Cuadro 4A).

#### 4.1.5 Floración final

Al evaluar la floración final, se detectó diferencia altamente significativa para genotipos y racimos, mientras que la interacción entre ambas variables, no fue significativa, presentado una media de 61.57 DDT. A continuación se presenta la interpretación de cada una de las variables (Cuadro 3A).

**Genotipo** para esta fuente de variación el genotipo que finaliza su etapa de floración mas temprano fue HMX80116 con 55 DDT. mientras que el resto de los genotipos estadísticamente inferiores presentaron valores entre 62 y 64 DDT (Cuadro 4.7).

**Racimo** El análisis estadístico presentó diferencias altamente significativas en esta fuente de variación (Cuadro 3A), el racimos el más precoz en terminar la floración, estadísticamente fue el primer racimo el cual termina a los 38 DDT, mientras que el sexto racimo, lo hace a los 88 DDT (Cuadro 4.8). Los resultados estadísticamente, eran de esperarse, ya que fisiológicamente, el primer racimo es el que florea primero, apareciendo los demás en forma ascendente.

Cuadro 4.7 Floración final de 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. UAAAN-UL, 2004.

Genotipo	Media
Gironda	64.5 a
F30963	64.0 a
Alondra	62.1 ab
HMX80116	55.8 b

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

Cuadro 4.8 Floración final por racimos de 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. UAAAN-UL, 2004.

Racimo	Media
6°	88.7 a
5°	76.1 b
4°	66.1 c
3°	55.0 d
2°	45.3 e
1°	38.2 f

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

## 4.2 Calidad de Fruto

Para la determinación de la calidad de fruto se cosecharon los frutos maduros y completamente rojos, en la figura 5 se puede apreciar la variabilidad de maduración en planta y en la figura 6 se observa el tipo de tomate que se considero para determinar calidad de fruto.



Figura 5. Plantas de tomate ilustrando diferentes estados de maduración del fruto. UAAAN-UL. 2004.



Figura 6. Corte realizado para tomar calidad de fruto. UAAAN-UL. 2004

#### 4.2.1 Peso promedio del fruto

Se detectó diferencia altamente significativa para genotipos y racimos, mientras que para su interacción no hubo diferencia significativa, presentando una media de 181.70 gr (Cuadro 5A).

**Genotipo** El genotipo de mayor peso fue F30963 con un de 225.4 g, mientras que el genotipo de menor peso estadísticamente fue HMX80116 con 142.7 g (Cuadro 6A). Se obtuvo una media de 181.95, la cual superó a la obtenida por Hernández (2003), quién reporta una media de 136.14 g en esta variable.

Por otro lado, menciona que los genotipos F30963, Alondra, Gironda y HMX80116 presentaron respectivamente los siguientes pesos, 140.1, 157.6, 152.9 y 106.8, mientras que en el presenta trabajo se obtuvieron 225.4, 182.5, 177.2 y 142.7; es decir, que supero el pesos promedio por fruto en todos los genotipos.

#### 4.2.2 Diámetro polar (DP)

El análisis de varianza solo encontró diferencia altamente significativa para genotipos, es decir, que los racimos y su interacción no mostraron diferencias significativas. se obtuvo una media de 6.3 cm (Cuadro 5A)

El genotipo que presentó mayor diámetro polar fue estadísticamente HMX80116 con 69.6 mm, mientras que el menor diámetro estadísticamente fue Alondra con 57.8 mm (Cuadro 6A).

Se obtuvo una media de 63.47 mm, la cual es superior a la obtenida por Hernández (2003), quién presenta una media de 46.4 mm. Quien evaluando los mismos genotipos en invernadero reporta, que los genotipos F30963, Alondra, Gironda y HMX80116 presentaron

los siguientes diámetros, 49.6, 48.1, 42.4 y 49.7 respectivamente, mientras que en el presente trabajo se obtuvieron 66.0, 57.8, 60.5 y 69.6; es decir superó en diámetros de frutos en todos los genotipos evaluados.

#### **4.2.3 Diámetro ecuatorial (DE)**

En el análisis de varianza se detectó diferencias altamente significativas para la fuente de variación genotipo, mientras que para racimo y su interacción no hubo diferencias significativas; se obtuvo una media de 6.8 cm , al igual que para la interacción (Cuadro 5A)

Los genotipos estadísticamente mejores fueron F30963 y Alondra, con diámetros de 73.5 y 72.5, respectivamente, mientras que el genotipo de menor diámetro fue HMX80116 con 60.5 mm (Cuadro 6A). Se obtuvo una media de 68.87 mm, la cual es superior a la obtenida por Hernández (2003), quién presenta una media de 50.7 mm. Y reporta que los genotipos F30963, Alondra, Girona y HMX80116 presentaron los siguientes diámetros, 49.6, 57.4, 55.4 y 44.9 respectivamente, mientras que en el presente trabajo se obtuvieron 73.5, 72.5 , 79.0 y 60.5 respectivamente; es decir, diámetros de frutos mas grandes en todos los genotipos.

#### **4.2.4 Grado Brix (°Brix)**

En el análisis de varianza se detectaron diferencias altamente significativas para genotipo, mientras que para racimo y su interacción no hubo diferencias significativa, se obtuvo una media de 6.9 (Cuadro 5A)

Los genotipos que presentaron mayor contenido de sólidos solubles estadísticamente fueron Alondra y HMX80116, con 7.1 Y 7.0 °Brix, respectivamente, mientras que el genotipo de menor contenido fue F30963 con 6.7 grados (Cuadro 6A). Se obtuvo una media de 6.92 °Brix.

Esta media es superior a la obtenida por Hernández (2003), quién presenta una media de 3.74 °Brix. Quien reporta en los genotipos F30963, Alondra, Gironda y HMX80116 presentaron los siguientes °Brix, 3.5, 3.77, 3.5 y 3.5 respectivamente, y en el presente trabajo se obtuvieron 6.7, 7.1, 6.9 y 7 grados respectivamente en los mismos genotipos; es decir, que superó en cantidad y calidad en el contenido de azúcares en todos los genotipos evaluados.

#### **4.2.5 Espesor de pulpa**

En el análisis de varianza se detectaron diferencias altamente significativas en las fuentes de variación genotipo y racimo, mientras que en la interacción no presentó diferencias significativas, en el cual presentó una media de 8.3 mm (Cuadro 5A)

##### **Genotipos**

El genotipo F30963 fue el mejor estadísticamente con un espesor de 9.1 mm, mientras que el resto de los genotipos fueron estadísticamente menores, con diámetros fluctuantes entre 7.9 y 8.2 mm (Cuadro 6A). Se obtuvo una media de 8.3 mm, la cual es superó a la obtenida por Hernández (2003), quién presenta una media de 7.9 mm. menciona que los genotipos F30963, Alondra, Gironda y HMX80116 presentaron un espesor de, 8.1, 7.9, 8.3 y 7.2 respectivamente, mientras que en el presente trabajo se obtuvieron 9.1, 8.0, 8.2 y 7.9 mm de espesor de pulpa que en los mismos genotipos.

**Racimos** los racimos que presentaron mayor espesor de pulpa estadísticamente fueron el primero, segundo, cuarto y quinto, con valores entre 8.2 y 9.0 mm de espesor, mientras que el sexto racimo fue de menor espesor con 7.4 mm (Cuadro 7A).

#### **4.2.6 Número de lóculos**

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas para genotipo, mientras que en las fuentes de variación racimo y su interacción no hubo diferencias significativas, presentado una media de 3.7 lóculos (Cuadro 5A).

Los genotipos de mayor número de lóculos estadísticamente fueron F30963 y Alondra, con 4.5 y 4.2 lóculos, respectivamente, mientras que los genotipos de menor cantidad de lóculos fueron Gironda y HMX80116 con 3.2 y 2.9 lóculos respectivamente (Cuadro 6A).

En este estudio se obtuvo una media de 3.7 número de lóculos, la cual es superior a la obtenida por Hernández (2003), quién reporta una media de 3.4 número de lóculos. Por otro lado, menciona que los genotipos F30963, Alondra, Gironda y HMX80116 presentaron respectivamente los siguientes número de lóculos, 3.4, 3.9, 3.5 y 2.7, mientras que en el presente trabajo se obtuvieron 4.5, 4.2, 3.2 y 2.9; respectivamente, es decir, mayor número de lóculos que en los mismos genotipos evaluados.

#### **4.2.7 Forma, Hombros y Color del fruto**

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza en la variable forma del fruto se obtuvo que para el genotipo F30963 tiene una forma globosa, mientras que para los genotipos Alondra y Gironda tienen una forma de achatado profundamente, mientras que HMX80116 su forma es globoso profundo.

Por otro lado, en la variable hombros no hubo diferencia significativa ya que todos los genotipos tuvieron la misma forma de hombros siendo la maduración uniforme (sin hombros).



Para la variable de los colores externo e interno, se presentaron de igual manera en los cuatro genotipos, siendo 40A (rojo anaranjado) y 41C (rojo rosado), respectivamente (Cuadro 7A)

Estos resultados concuerdan con Hernández (2003) quien en reporta coloraciones que van desde anaranjado hasta rojo fuerte, incluyendo los genotipos evaluados en este trabajo.

#### **4.2.8 Rendimiento**

El análisis de varianza muestra que no hay diferencias significativas entre los genotipos, presentando una media de 151.20 ton/ha y un coeficiente de variación de 11.26, es decir, los cuatro genotipos son estadísticamente iguales (Cuadro 4.9).

Por otro lado, los genotipos F30963, Gironda, HMX80116 Y Alondra tuvieron un rendimiento de 170.61, 147.46, 147.05 Y 139.69 ton/ha, respectivamente (Cuadro 4.9); estos resultados difieren a los obtenidos por Hernández (2003) quién obtuvo mayor rendimiento en los genotipos anteriormente mencionados obteniendo valores de 225.83, 237.62, 241.60 y 210.40 ton/ha, respectivamente; esta diferencia se debe a que el trasplante en el presente trabajo se realizó dos meses después de la siembra, es decir, que la plántula permaneció un mes mas en las charolas, originando una retrazo en el desarrollo de sus funciones fisiológicas y por consiguiente, lo anterior se reflejo en la producción.

Confirmándose lo expuesto por Cássares, (1984) quien mencionan que cuando el tomate se somete a condiciones de estrés, el cultivo completa sus etapas fenológicas en forma más precoz, sin embargo, se reduce el rendimiento.

Reforzando lo anterior, Castilla (1999) quien menciona que es importante no demorar el transplante cuando la planta está a punto, dado que los retrasos afectan negativamente a la futura producción.

Estos resultados tampoco concuerdan con los obtenidos por Espinosa *et al.* (2002) quienes evaluando tomate en invernadero reportan un rendimiento para el genotipo Gironda de 183 y 120 ton/ha en dos años respectivamente, mientras que el presente estudio el rendimiento para este genotipo en fue de 147.46 ton/ha.

Cuadro 4.9 Rendimiento en Ton/Ha para 4 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el Otoño-Invierno del 2002-2003. UAAAN-UL, 2004.

Genotipo	Rendimiento (Ton/Ha)
F30963	170.61 a
Gironda	147.47 a
HMX80116	147.05 a
Alondra	139.70 a
Media	151.20
DMS (5%)	34.04
C. V	11.26

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

Los resultados obtenidos difieren con los experimentos realizados por Ríos (2002), Aguilar (2002) y Santos (2002), ya que en dichos trabajos, encontraron diferencias significativas entre los genotipos, mientras que en él presente trabajo no se encontraron diferencias significativas.

Por otro lado, Cotter y Gomez (1981) mencionan que para una producción exitosa se deben producir bajo invernadero al menos 100 ton/acre/año es decir 200 ton/ha/año; en el presente trabajo, el rendimiento obtenido fue de 151.2 ton/ha en solo 5 meses, lo cual concuerda con dichos autores; éstos rendimientos coinciden con el potencial de 400 ton/ha/año obtenidas en otros estudios (Papadopulos y Pararajasingham, 1998; Baytorun *et al.*; 1999; Johnson y Rock, 1975; Romero, 1979).

## 5 CONCLUSIONES

Existen diferencias significativas para en numero de muestreo en relación al numero de nudos, siendo el décimo muestreo que presentó mayor numero de nudos; por otro lado, en la variable altura de planta hay diferencia significativa para los genotipos evaluados, siendo el genotipo HMX80116 de mayor altura con de 137.09 cm.

En el análisis de regresión se presentaron relaciones lineales entre las variables numero de nudos y altura de planta, en función al numero de muestreos, se realizaron análisis de regresión individual para el mejor genotipo, presento las siguientes ecuaciones lineales:  $y = 2.88 + 2.57x$ ,  $y = -3.61 + 25.41x$ ; y para el segundo grupo de significancia, conformado por los tres genotipos restantes, fueron  $y = 2.13 + .2.70$ ,  $y = -7.44 + 23.91X$  respectivamente.

En la variable inicio de floración existe diferencia significativa en la fuente de variación genotipos, racimos, así como para su interacción. El genotipo mas precoz en floración es HMX80116, con 44.8 días después del trasplante (DDT); por otro lado, el racimo que inicia la floración temprana fue el primero, a los 30 DDT; mientras que para la interacción el primer racimo con los genotipos Alondra y HMX80116, iniciando a los 27 DDT. Existe diferencia significativa para la variable de floración en genotipos, racimos, no mostró diferencias significativa en su interacción. Los genotipos que finalizan mas tarde la floración son HMX80116 y Alondra con 59 DDT; mientras que el racimo que finaliza mas temprano la floración, es el primero, a los 38 DDT.

**En las variables de calidad** existe diferencia significativa en todas las variables cualitativas evaluadas entre los genotipos evaluados, y únicamente para espesor de pulpa en racimos; para las interacciones resultaron no significativas, es decir, que el efecto de los genotipos no es tan fuerte como para influir de manera considerable sobre los racimos.

El genotipo F30963, presento mayores valores en el peso promedio de fruto, diámetro ecuatorial, espesor de pulpa y numero de lóculos; el genotipo Alondra, fue el mejor para diámetro ecuatorial, grados Brix y numero de lóculos; por otro lado, el genotipo HMX80116 fue el mejor para diámetro polar y °Brix; mientras que el genotipo de menor valor fue Gironda ya que en todas las variables evaluadas no fue el mejor en las características cualitativas.

En el caso de racimos, los cuatro primeros racimos son estadísticamente iguales para peso de fruto y diámetro ecuatorial; mientras que para las variables °Brix y diámetro polar, todos los racimos son estadísticamente iguales; por otro lado, el espesor de pulpa es mayor conforme van apareciendo los racimos, caso contrario al numero de lóculos.

En lo que respecta al color interno, color externo y forma de hombros, no existió diferencia significativa, presentando los cuatro genotipos, los siguientes parámetros: de rojo rosado a rojo anaranjado y maduración uniforme. La forma presentada por los genotipos Alondra y Gironda fue de achatado profundamente, mientras que F30963 presento una forma globosa y HMX80116 fue globoso profundo.

En la variables rendimiento el análisis de varianza muestra que no hay diferencias significativas entre los genotipos, presentando una media de 151.20 ton/ha es decir, los cuatro genotipos son estadísticamente iguales. en seis racimos cosechados, en el periodo del 16 de noviembre al 14 de febrero; dicho rendimientos, son buenos de acuerdo a la media nacional, por lo que la elección de genotipo, debe realizarse en función del consumidor final o bien, de las características solicitadas por el comprador.

Así pues, se concluye que los híbridos evaluados se desarrollan perfectamente bajo las condiciones de la Comarca Lagunera durante el otoño e invierno, además de confirmar la supremacía de producir en campo ó en invernadero.

## 6 RESUMEN

La producción de tomate en la Comarca Lagunera en 2002 alcanzó las 568 ha. bajo cielo abierto, con un rendimiento promedio regional de 20 ton/ha, cultivándose durante la Primavera-verano y la cosecha durante los meses de junio-agosto, periodo en el que el precio es muy bajo y por esa razón los productores tienen pocas ganancias y en ocasiones pérdidas. Una alternativa es la producción de tomate en invernadero, por lo que el objetivo fue producir tomate en invernadero en época de escasez en la Comarca Lagunera, con rendimientos aceptables y buena calidad.

El experimento se llevó a cabo en el invernadero de UAAAN-UL durante el otoño-invierno del 2002-2003, en donde se evaluaron los genotipos F30963, Alondra, Gironda y HMX80116, tanto para el rendimiento como para las características de calidad y cualitativas, además de algunas variables fenológicas.

Los rendimientos obtenidos fueron iguales independientemente del genotipo con una media de 151.20 t/ha, a seis racimos cosechados, entre el 16 de noviembre y 14 de febrero; dicho rendimiento, son buenos de acuerdo a la media nacional, por lo que la elección de genotipo, debe realizarse en función del consumidor final o bien, de las características solicitadas por el comprador.

Existe diferencia significativa para el inicio de floración así como para el término de la misma en genotipos, siendo el genotipo que inicia y termina más temprano la floración el HMX80116, a los 44.8 días después del trasplante (DDT) y 59 DDT, respectivamente.

Existe diferencia significativa en todas las variables de calidad y cualitativas para los genotipos, y únicamente para espesor de pulpa en racimos; por otro lado, las interacciones resultaron no significativas, es decir, que el efecto de los genotipos no es tan fuerte como

para influir de manera considerable sobre los racimos. En el caso de racimos, los cuatro primeros racimos son estadísticamente iguales, es decir, hasta al racimo cuarto, la producción es similar

## 7 LITERATURA CITADA

- Abad, M. 1999. Sustratos para el cultivo sin suelo, pp. 133-155. *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa, México.
- Aguilar, C. P. 2002. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México 46p.
- Agronegocios 2003. (<http://www.agronegocios.gob.sv/Media/Hor2TomText.htm>).
- Alpi, A. y Tognoni F. 1999. Cultivo en invernadero. 3ª ed. ediciones Mundi, prensa Madrid., México pp. 76-77.
- Alvarado R., B y Trumble T., 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.
- 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. *In*: Atherton J.G. y J. Rudich (ed. The tomato crop. University Press, Cambridge.
- Avidan, A. 1998. Fertigation in vegetables. Gan, Sade ve –Meshek June 1998:pp. 25-48.
- Avila, J. 1989. Evaluación de nueve tratamientos con insecticidas para control de Bemisia tabaci en Chile. XXIV Congreso Nacional de Entomología. Oaxtepec, Morelos, Méx. Pág. 351.

- Baytorun, A.N.; Topcu, S.;K. Abak and Y. Dasgan, 1999. Growth and production of tomatoes in greenhouses at different temperature levels. Univ. Cokurova, Depto Agr.-Engr/Adanal. Turkey. 64(1). Pp. 33-39
- Belda, J. E. y Lastre, J. 1999. Reglamento Especifico de Producción Integrada de Tomate Bajo Abrigo: resumen de aspectos importantes. Laboratorio y Departamento de Sanidad Vegetal de Almería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Pp1-9.
- Berenguer, J. J. 2003. Manejo del Cultivo de tomate en Invernadero. *In*: Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. Editores. Castellanos, J. Z.; Muñoz, R. J. J. Celaya, Guanajuato, México. Pp. 147-174.
- Blancard, D. 1996. Enfermedades del tomate. Observar, identificar, luchar. Versión Española de A. Peña I. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.
- Burt, C., K. O'Connor and T. Ruehr. 1998. Fertigation. The Irrigation Training and Research Center, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, CA.
- Cadahia, L., C. 1999. Fertilización. Pp.169-186. *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Calvert, A. 1973. Environmental responses. *In*: "Kingham, H. G. (Ed). The U.K. tomato manual. Grower books, London": 23-24.
- Canovas F. 1999. Manejo del cultivo sin suelo. pp. 229- 235. *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Casseres E. 1984. Producción de hortalizas. Tercera edición. Instituto interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. Pp. 71-105.
- 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.
- CENTENAL, 1970. Carta Topográfica Escala 1:50,000. México, D.F.
- Chamarro, L. J. 1999. Anatomía y fisiología de la planta, pp: 43-87. *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Chavez, S., B. Martínez, y J., C. Wong. 2002. Requerimientos nutricionales y programación de la fertirrigación en hortalizas. *En*: segundo simposio nacional de horticultura y conferencias y cursos sobre nutrición de cultivos hortícolas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- CNA, 2002. Gerencia regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila.
- Cockshull, K. E. 1988. The integration of plant physiology with physical changes in the greenhouse climate *Acta Hort.* 229. pp. 113- 123.
- Cooper, A.J., Hurd, R.G. (1968). The influence of cultural factors arrested development of the first inflorescence of glasshouse tomatoes. *J. Hort.Sci.* 43: 243-248.
- Cotter, D.J., and Gomez, R.E. 1981. Cooperative extension service. 400 H11 pp. 4. U. New México, USA.
- Cotter y Gómez, 1981; Papadopoulus y Pararafasingham, 1998; Baytorun *et al.*,1999; Davidson R., H. 1998. Plagas de insectos agricolas y del jardin. Editorial Limusa. México. Pp 352.
- Cruz, A. M. 1997. " La Producción Distal del fruto de Tomate" Tierra Adentro HORTALIZAS. 1997 pp 22-25 INIA Quilamapu.
- Diez N. J. 1995. Tipos varietales. *In*: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp. 95-127.

- Dogterom, M.H. , J. A. Matteoni, and R. Plowright, C. 1998. Pollination of greenhouse tomato by the North American *Bombus vosnesenskii* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*. Vol. 97.issue 1. pp. 71-75.
- Egea, C., R. Madrid, A. Alarcón L., J. 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. Nuez V. 1999. Situación Taxonómica, Domesticación y Difusión del Tomate, pp: 13-23. *En*: F. Nuez (Ed.) *El Cultivo del Tomate*. Editorial Mundi-Prensa México.
- Espinosa Z., C.; A. Álvarez S.; J. Muñoz R.; V. M. Castro R.; J. López H. y P. Cano R. 2002 Comportamiento de híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero en Durango, México. 368 p. XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Saltillo, Coah. Méx.
- FAO. 2001. [http:// WWW. Fao.org](http://WWW.Fao.org) Martínez, C. E. y L. M. García. 1993. "Cultivos Sin Suelo, Hortalizas En Clima Mediterráneo". Compendio de Horticultura 3 ED. De Horticultura, SL. Sustrato.
- Ferreira C. C. 2002. El CO<sub>2</sub> elemento indispensable para la producción de vegetales. Asociación interregional de investigación y Experimentación Hortícola. <http://www.ediho.es/horticom/tem-aut/flores/co2.html>.
- Fonseca, E. 1999. Costos de la producción hidropónica de tomate. Pp. 399-408. *En*: Castellanos, J. Z.; Guerra, O. F.; Guzmán, P. M. (Eds.) *Ingeniería, manejo y operación de invernaderos para la producción intensiva de hortalizas*. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola, S. C. México. Guadalajara, Jalisco. México.
- Francescangeli N. 1998. La humedad del aire del invernadero. Artículo de difusión. Estación Experimental Agropecuario San Pedro Buenos, Aires, Argentina.

- Gispert, G. M. del C. 1987. Influencia Del Riego en la Fluctuación Poblacional del Acaro del Tomate (*Aculops lycopersici* Masse). Tesis de Maestría Colegio de Postgraduados. Centro de Entomología y Acarología. Chapingo Méx.
- González, R. A. 1991. Efectos de diferentes sistemas de podas, sobre rendimiento y calidad del fruto del tomate. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- Gordon R. H. y J. A. Barden. 1992. Horticultura. AGT Editor S.A. México. Pp 528-532.
- Hazera Quality Seeds Ltd (HAZERA). 1999. Quality Seeds Tomato. Ficha técnica. Israel. 2 p.
- Hernández S. I. (2003) Evaluación de rendimiento y calidad de 18 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill.) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México 53 p.
- Horward, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel (2vi) Wener. Hazera LTD.. Brurin Israel. 1166 pp.
- Hoyos, P. y A. Duque, 2002 E.U.I.T. Agrícola, Univ. Politécnica Madrid. Dpto. Producción Vegetal: Fitotecnia. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid. \*\*C.E.C. Agraria. Consejería de Agricultura. Junta de Castilla-La Mancha. Marchámalo (Guadalajara) Sevilla Es.
- Imas, P. 1999. Manejo de Nutrientes por Fertirriego en Sistemas Frutihortícolas.pp. IPI International Potash Institute, presentado en el XXII Congreso Argentino de Horticultura - International Potash Institute, Coordination India. c/o DSW, Potash House, P.O.Box 75, Beer Sheva, 84100, Israel. E-mail: patricia@dsw.co.il
- Infoagro. 2002. (<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>, 2002).
- Infoagro. 2002. HYPERLINK "<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>. del cultivo de tomate de primavera en invernadero. Fuente: Documentos Técnicos Agrícolas. Estación Experimental "Las Palmerillas". Caja Rural de Almería.

Infoagro. 2003. (<http://www.infoagro.com/Plagas>).

Johnson H., Jr. Y C. Rock R. 1975. Extension Vegetable Specialist, University of California, Riverside. Greenhouse tomatoes production. Division of Agricultural Sciences December.

Kinet, J. M. 1977. Effect of light conditions on the development of the inflorescence in tomato  
Sci. Hort. 6: 15-26.

Lacasa A. Y j. Contreras. 1999. Las plagas. , Pp: 401-409. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.

López E. J. I. 2003. Producción de siete híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2001-2002 en la comarca lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México 100 p.

López-Gálvez, J., López Hernández, J.C. 1991. El clima se genera en el interior de los invernaderos. Edt FIAPA.

Lupin, M., H. Magen and Z. Gambash. 1996. Preparation of solid fertilizer based solution fertilizers under "grass root" field conditions. Fertilizer News, The Fertilizer Association of India (FAI), 41:69-72.

Magán C., J.J. 2002. Sistemas de cultivo en sustrato: a solución perdida y con recirculación del lixiviado. Cultivos sin Suelo II. Curso Superior de Especialización. Estación Experimental las Palmerillas- Caja Rural de Almería pp. 173 - 205.

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.

- Medina, M. R., C. Reyes R., C. Ceceña D. y D. Legasti F. 2001. Efectividad biológica de la feromona Checkmate TPW-F en el control de gusano alfiler del tomate. *Keiferia licopersicella*, Costa de Ensenada, Baja California, pp.E-112. XXXVI Congreso Nacional de Entomología ITEMS Qro. Méx.
- Mejía G., H. S. Anaya R. y J. Romero N. 1999. Diagnósis Comparativa De la Mosquita Blanca *Bemisia tabaci* Gen y B. Argentifolli B. Y P. (Homoptera:Aleyrodidae). En: Anaya R. S. (ed). Hortalizas Plagas y Enfermedades 1ed. Ed. Trillas. Méx. D. F. pp.132-146.
- 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.
- Nelson V. R. 1994. Intensificación y conducción del cultivo del tomate. Segundo congreso Internacional de nuevas tecnologías agrícolas. Nayarit, México. 155-159.
- Nonnecke, I. L. 1989. Vegetable production. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Nuez V., F. 2001. Desarrollo de nuevos cultivares. Pp 626-669. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del tomate, Editorial Mundi-Prensa, México.
- Ohnesorge, G. and G. Rapp 1988. 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.
- 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 Bouso 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).
- Pressman, E.; Shacked, R.; Rosenfeld, K.; Hefetz, A. 1999. A comparative study of the efficiency of bumblebees and an electric bee in pollinating unheated greenhouse tomatoes. Journal of Horticultural Science Biotechnology. 74(1). Pp. 101-104.
- Resh H.M. 1997. Cultivos hidroponicos. 4ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España. Pp 275,279,425-471.
- Revista Horticultura. 1998. Numero, 29, Vol. XVII, junio, Pp. 25-28.
- 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.
- Ríos, J. A. 2002. Evaluación para rendimiento y calidad de fruto de los híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México 59 p.
- Ríos O. V. 2003. Identificación y control de plagas y enfermedades en tomate (*Lycopersicon esculentum* mill.) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México 78 p.
- Rodríguez M. R. y Jiménez D. F. 2002. Manejo de invernaderos. En: Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Venecia, Durango. Pp. 58-65.
- Rodríguez R., R.; Tabares R.J. Y J. Medina S. 1997. Cultivo moderno del tomate. Segunda Edición. Editorial Mundi – Prensa. Madrid España. Pp. 65- 81.

- Rodríguez G., R. C. Jasso, D. y Martínez D. 1996. Efecto de Dosis de Hidrogel en el rendimiento de tomate bajo riego. Pp. 85-97. Agraria. 12 (2): 85- 97.
- Rodríguez D., N. 2002. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en otoño- invierno en la Comarca Lagunera. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila.
- Romero, F. E. 1979. CENAMAR. Curso Internacional de Hortalizas. Shefayim, Israel.
- Sade, A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Rejovot, Israel. p.143.
- SAGARPA. 2001. Resumen agrícola región Lagunera. Delegación en la región Lagunera, subdelegación de planeación y desarrollo rural. Torreón, Coahuila.
- SAGARPA: 2001 (<http://www.cea.sagar.gob.mx/diagro/analisis/antomate.html#stop>).
- Sakamoto, Y. , S.Watanabe, K. Okano and T. Nakashima. 1999. Effects of salinity at two ripening stages on the fruit quality of single-truss tomato grown in hydroponics. Journal of Horticultural Science & Biotechnology. Vol 74-6 pp.. 690-693.
- Sánchez C. M. 2001. Manejo De enfermedades del tomate. In: Curso del INCAPA "Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa". Guadalajara, Jalisco, México. Pp 22-39.
- Santiago N., J. 1995. Evaluación de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en condiciones de invernadero, criterios fenológicos y fisiológicos. Tesis, Buena Vista Saltillo, Coah. Méx.
- Santos, C. J. 2002. Rendimiento y calidad de tres híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero con fertirrigación. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México 67 p.

- Sanz, M. A, A. Blanco, E. Monge y J. Val. J. 2001. Caracterización de la Deficiencia de Calcio en la Planta de Tomate Utilizando Parámetros Fisiológicos. ITEA Vol. 97 N° 1 pag. 26-38.
- SAS. 1998. el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998). Edition Cary N:C: United States of America.
- Sharaf . 1982. Determination of the proper height, direction Position and distance of a Yellow sticky trap for monitoring adults sweet potato whitefly population *Bemisia tabaci gen Homoptera: Aleyrodidae*). Dirisat 9: 169-182.
- Siton, D., S. Kravtzik, Z. Plaut, A. Grava and H. Yehezkel. 1996. High quality tomato production with saline water. BGUN-ARI-9-96. Institutes for Applied Research, Ben Gurion University, Beer Sheva, Israel. (In Hebrew).
- 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.
- Trevor V., Suslow y M. Cantwell. 2002. Recomendaciones para Mantener la Calidad Poscosecha. Pp. 2- 4 Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, CA 95616.
- USDA 1991. United States Department of Agriculture Agricultural Marketing Service. United States Standards for grades of fresh Tomatoes. As of October 1, 1991. Pág. 3.
- Van de Vooren, J. G.; Welles, W. H.; Hayman G. 1986. Glasshouse crop production. 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.
- Zaidan, O. y Avidan. 1997. CINDACO. Curso Internacional de hortalizas. Shefayim, Israel



# 8 APÉNDICE

**Cuadro 1A.**

**Fuentes de variación y significancia para las variables número de nudos y altura de planta genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en Otoño-Invierno del 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2004**

F. V	Nudo	Altura
GENOTIPO (G)	5.35 NS	2267.65**
REPETICIÓN	6.72 NS	579.67 NS
MUESTREO (M)	1295.46**	122926.62**
G * M	1.31 NS	92.63 NS
C. V	10.74	12.14
MEDIA	18.37	128.49

\*, \*\* = Significativo y altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.  
N. S. = No significativo.

**Cuadro 2A.**

**Componentes de regresiones para estimar el número de nudos y la altura de planta en función del número de muestreo para los dos grupos de significancia encontrados e individualmente para cada genotipo. UAAAN-UL. 2004**

Genotipos	Variable	$\beta_0$	$\beta_1$	$r^2$	Prob>F
MGS <sup>1</sup> (HXM80116)	Nudos	2.888	1.07	0.82	0.0001
	Altura	-3.61	25.41	0.84	0.0001
SGS <sup>2</sup>	Nudos	2.13	0.27	0.86	0.0001
	Altura	-7.44	23.91	0.97	0.0001
Alondra	Nudos	2.79	2.52	0.95	0.0001
	Altura	-4.36	23.76	0.97	0.0001
Gironda	Nudos	1.75	2.79	0.97	0.0001
	Altura	-9.26	24.40	0.96	0.0001
F30963	Nudos	1.86	2.80	0.96	0.0001
	Altura	-8.69	23.57	0.97	0.0001

<sup>1</sup>MGS, mejor grupo de significancia; <sup>2</sup>SGS, segundo grupo de significancia

**Cuadro 3A. Significancia para floración inicial y final en tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en Otoño-Invierno del 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2004**

F. V	Floración inicial	Floración final
Genotipo (G)	591.92 **	577.45**
Racimo (R)	7779.27**	8332.34**
G * R	65.47**	154.35NS
Media	50.07	61.19
C. V	10.52	16.64
r <sup>2</sup>	0.92	0.79

\*, \*\* = Significativo y altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.  
N. S. = No significativo.

**Cuadro 4A. Inicio de floración para la interacción entre genotipos con racimos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en el Otoño– Invierno del 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2004**

Genotipo	Racimo	Media	Genotipo	Racimo	Media	
F30963	6°	84.0 a	HMX80116	4°	45.0	f
Gironda	6°	79.1 ab	Alondra	3°	44.0	f
Alondra	6°	78.3 ab	Gironda	3°	41.5	fg
F30963	5°	71.3 bc	HMX80116	3°	39.8	fgh
Alondra	5°	68.6 c	F30963	2°	36.0	ghi
HMX80116	6°	68.3 c	Gironda	1°	35.0	hi
Gironda	5°	67.8 c	Gironda	2°	34.0	hi
F30963	4°	59.0 d	Alondra	2°	33.8	hi
Gironda	4°	54.6 d	HMX80116	2°	33.5	ij
HMX80116	5°	54.6 d	F30963	1°	30.1	ij
Alondra	4°	52.6 e	HMX80116	1°	27.5	jk
F30963	3°	45.3 f	Alondra	1°	27.3	k

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

**Cuadro 5A. Cuadrados medios y significancia para las variables de calidad de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en Otoño-Invierno del 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2004**

F. V	Peso	D.P.	D.E.	G.B	E.P	N.L.
Genotipo (G)	37325.9**	914.3**	1151.3**	0.9**	10.6**	18.4**
Racimo (R)	4590.8 NS	49.2 NS	89.2 NS	0.1NS	6.2**	1.6 NS
G * R	3197.0 NS	36.9 NS	38.3 NS	0.1 NS	2.4 NS	1.3 NS
Media	184.17	63.76	69.25	7.00	8.43	3.76
C. V	25.17	7.66	9.23	5.22	15.53	24.53

\*, \*\* = Significativo y altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.  
N. S. = No significativo.

**Cuadro 6A. Variables de calidad para cuatro genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en el Otoño-Invierno del 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2004**

Genotipo	Peso	D. Polar	D. Ecuador	° Brix	Esp. Pulpa	Loculos
F30963	224 a	6.6 b	7.3 a	6.7 c	9.1 a	4.5 a
Alondra	182 b	5.7 d	7.2 a	7.1 a	8.0 b	4.2 a
Gironda	177 b	6.0 c	6.9 b	6.9 bc	8.2 b	3.2 b
HMX80116	142 c	6.9 a	6.0 c	7.0 ab	7.9 b	2.9 b
DMS	**	**	**	**	**	**
Media.	181.95	6.3	6.8	6.9	8.3	3.7

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

**Cuadro 7A. Variables cualitativas por racimo de cuatro genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en el Otoño – Invierno del 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2004**

Racimo	Peso	D. Polar	D. Ecuador	° Brix	Esp. Pulpa	Loculos
1°	183 ab	6.2 ab	7.0 ab	7.0 a	9.0 a	3.5 b
2°	181 ab	6.1 b	6.9 abc	7.1 a	8.9 a	3.6 ab
3°	185 ab	6.4 a	6.9 abc	7.0 a	8.0 bc	3.5 b
4°	207 a	6.4 a	7.1 a	6.9 a	8.3 ab	4.0 a
5°	173 b	6.5 a	6.7 bc	6.9 a	8.2 abc	3.6 ab
6°	159 b	6.1 ab	6.5 c	6.8 a	7.4 c	4.1 a
DMS	NS	NS	NS	NS	**	NS
Media	181.7	6.3	6.8	6.9	8.3	3.7

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

**Cuadro 8A. Variable forma, hombros color externo e interno de 4 genotipos de tomate en invernadero; Otoño–Invierno del 2002 – 2003 en La Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2004**

Genotipo	Forma Fruto	Hombros	Color Externo	Color Interno
F30963	2	U	40A	41C
ALONDRA	3	U	40A	41C
GIRONDA	3	U	40A	41C
HMX80116	1	U	40A	41C

2= Globoso      3= Achatado profundamente      1= Globoso profundo  
 U= Maduración Uniforme