

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES GENOTIPOS DE  
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) BAJO  
CONDICIONES FORZADAS

P o r

DONACIANO COBARRUBIAZ ALVAREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial  
para obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES GENOTIPOS DE TOMATE  
(*Lycopersicon esculentum* Mill.) BAJO CONDICIONES FORZADAS**

**Por**

**DONACIANO COBARRUBIAZ ALVAREZ**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES GENOTIPOS DE TOMATE  
(*Lycopersicon esculentum* Mill.), BAJO CONDICIONES FORZADAS  
P o r**

**DONACIANO COBARRUBIAZ ALVAREZ**

**TESIS**

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

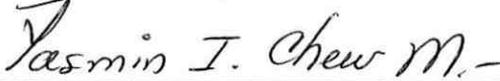
**INGENIERO AGRÓNOMO**

**COMITÉ PARTICULAR**

**Asesor  
principal:**

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

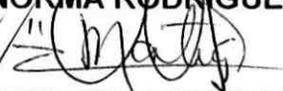
**Asesor :**

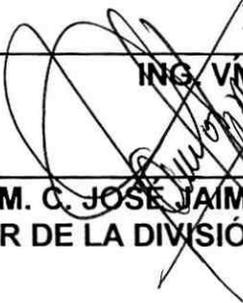
  
\_\_\_\_\_  
**M. C. YASMÍN CHEW MADINAVEITIA**

**Asesor :**

  
\_\_\_\_\_  
**M. C. NORMA RODRIGUEZ DIMAS**

**Asesor:**

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

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



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre del 2004

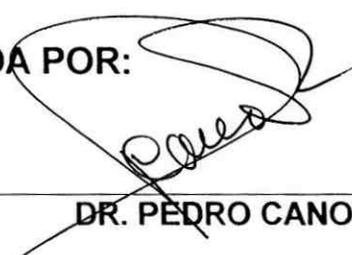
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

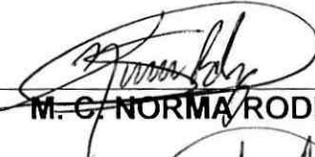
TESIS DEL C. DONACIANO COBARRUBIAZ ALVAREZ QUE SE  
SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

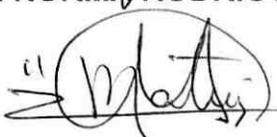
PRESIDENTE

  
DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL

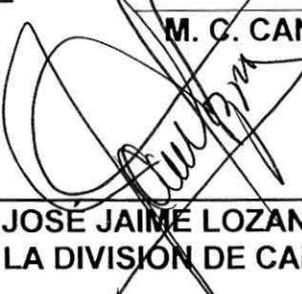
  
M. C. NORMA RODRIGUEZ DIMAS

VOCAL

  
ING. VICTOR MARTINEZ CUETO

VOCAL SUPLENTE

  
M. C. CANDIDO MARQUEZ HERNANDEZ

  
M. C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA  
COORDINADOR DE LA DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre del 2004

## AGRADECIMIENTOS

Antes y sobre todas las cosas a Dios, nuestro padre que cuida y guía nuestro camino.

A mi "ALMA TERRA MATER" que siempre llevaré su nombre en alto donde sea que me encuentre, por haberme permitido formarme como profesionalista al culminar satisfactoriamente mis estudios en esta universidad.

Con todo respeto al Dr. Pedro Cano Ríos, por su orientación, apoyo y conocimientos aportados en la realización de este trabajo.

A la ing. M. C. Norma Rodríguez Dimas, por compartir sus conocimientos, y por su valiosa participación en este trabajo.

Al ing. Víctor Martínez Cueto, por su amistad, consejos y apoyo incondicional para la realización de esta investigación.

A la M. C. Yasmín Chew Madinaveitia, por su apoyo que me brindó, sus consejos y su amistad.

Al M. C. Cándido Márquez Hernández, por su colaboración y ayuda en la realización de este trabajo.

Al COECYT, por el apoyo que me brindaron, gracias al otorgamiento de la beca tesis para poder llevar a cabo la redacción y presentación de esta investigación.

A la familia Medina Rodríguez, por su incondicional apoyo, consejos pero sobre todo por su gran amistad que me brindaron.

A todos mis amigos, J. Manuel, Silvano, Raúl, Leonardo, Tomas Adrián, Daniel, Pedro, Juan Isidro, Fernando, por su confianza y su gran amistad.

A mi amigo Mario Careaga Romano, por su gran amistad y confianza que me brindó.

## DEDICATORIAS

A Dios que fue el que me dio la vida y permitirme llegar hasta aquí y realizarme como lo que soy hasta ahora, gracias Señor Dios por tener la dicha de ser feliz.

A mis excelentes padres la Sra. Lucia Álvarez Castro y el Sr. Melecio Cobarrubiaz Chaparro, por todo el cariño, amor, buenos deseos y apoyo que me brindaron siempre, y que siempre lo harán, gracias papás, "Los Quiero Mucho".

A mis hermanos:

Efraín, Cristina, Melecio, Jesús, Socorro, Carmen, Dominga, Máximo, por su cariño y comprensión y por todo el apoyo que me brindaron.

A la memoria de mi hermano Rodrigo (+), por su cariño y por ser un ejemplo de lucha a seguir.

A mi novia Edna Janet, por todo su amor, cariño y comprensión, por estar a mi lado en los momentos de alegría y de tristeza y por su apoyo incondicional, Te amo.

# INDICE

<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>IV</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>V</b>
<b>I INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
1.3 Metas.....	3
<b>II REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Generalidades del tomate.....	4
2.2 Origen.....	4
2.3 Clasificación taxonómica del tomate.....	5
2.4 Características morfológicas del tomate.....	5
2.4.1 Semilla.....	6
2.4.2 Raíz.....	6
2.4.3 Tallo.....	7
2.4.4 Hoja.....	8
2.4.5 Flor.....	9
2.4.6 Fruto.....	10
2.4.7 Valor nutritivo.....	11
2.5 Generalidades del invernadero.....	12
2.5.1 Ventajas de la producción en invernadero.....	12
2.5.2 Desventajas de producir en invernadero.....	13
2.6 Exigencias de clima.....	14
2.6.1 Temperatura.....	14
2.6.2 Humedad.....	15
2.6.3 Luminosidad.....	16
2.6.4 Contenido de CO <sub>2</sub> en el aire.....	17
2.7 Elección del genotipo.....	18

2.8	Labores culturales.....	19
2.8.1	Producción de plántula.....	19
2.8.2	Transplante.....	20
2.8.3	Poda de formación.....	20
2.8.4	Aporcado y rehundido.....	21
2.8.5	Tutorado.....	21
2.8.6	Desbrotado o Destellado.....	22
2.8.7	Deshojado.....	22
2.8.8	Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos.....	23
2.8.9	Bajado de plantas.....	23
2.8.10	Arreglo topológico.....	24
2.8.11	Fertirrigación.....	25
2.8.12	Polinización.....	28
2.9	Índice de cosecha y calidad.....	30
2.9.1	Calidad del fruto.....	30
2.9.2	Grados Brix (°Brix).....	31
2.10	Antecedentes de rendimiento de tomate en condiciones de invernadero.....	32
<b>III</b>	<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>34</b>
3.1	Localización y tipo de invernadero.....	34
3.2	Ubicación.....	34
3.3	Clima.....	34
3.4	Genotipos.....	35
3.5	Siembra.....	36
3.6	Diseño experimental.....	36
3.7	Manejo del cultivo.....	36
3.8	Polinización.....	37
3.9	Fertilización y riegos.....	38
3.10	Control de plagas y enfermedades.....	38
3.11	Cosecha.....	39
3.12	Variables evaluadas.....	40
3.13	Análisis estadísticos.....	40

<b>IV</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>41</b>
4.1	Desarrollo vegetativo.....	41
4.1.1	Altura de planta.....	41
4.1.2	Número de nudos.....	41
4.1.3	Inicio de floración.....	42
4.2	Calidad del fruto.....	44
4.2.1	Peso promedio del fruto.....	44
4.2.2	Diámetro polar.....	44
4.2.3	Diámetro ecuatorial.....	45
4.2.4	Grados Brix.....	45
4.2.5	Espesor de pulpa.....	46
4.2.6	Número de lóculos.....	46
4.2.7	Color y forma del fruto.....	47
4.3	Rendimiento total.....	48
4.3.1	Rendimiento por tamaño.....	49
4.3.1.1	Extra chico.....	49
4.3.1.2	Chico.....	49
4.3.1.3	Mediano.....	50
4.3.1.4	Grande.....	51
4.3.1.5	Extra grande.....	51
4.3.1.6	Máximo grande.....	51
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>VI</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>55</b>
<b>VII</b>	<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>57</b>
<b>VIII</b>	<b>APÉNDICE.....</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 2.1</b>	Principales componentes del fruto del tomate maduro, (Nuez, 2001), UAAAN-UL, 2004.....	11
<b>Cuadro 2.2</b>	Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm). (Zaidan y Avidan, 1997).UAAAN-UL, 2004.....	27
<b>Cuadro 3.1</b>	Genotipos de tomate cultivados bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno de 2003-2004, UAAAN-UL 2004.....	35
<b>Cuadro 3.2</b>	Solución nutritiva empleada en la fertirrigación del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en el otoño-invierno 2003-2004, UAAAN-UL, 2004.....	38
<b>Cuadro 3.3</b>	Rendimiento por tamaños de fruto con base en el peso de fruto. UAAAN-UL, 2004.....	40
<b>Cuadro 4.1</b>	Altura de planta y nudos de ocho genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2003-2004, UAAAN-UL, 2004.....	42
<b>Cuadro 4.2</b>	Inicio de floración de ocho genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2003-2004, UAAAN-UL, 2004.....	43
<b>Cuadro 4.3</b>	Calidad del fruto de ocho genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2003-2004, UAAAN-UL, 2004.....	45
<b>Cuadro 4.4</b>	Calidad del fruto de ocho genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2003-2004, UAAAN-UL, 2004.....	47
<b>Cuadro 4.5</b>	Calidad del fruto de ocho genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2003-2004, UAAAN-UL, 20004.....	48
<b>Cuadro 4.6</b>	Rendimiento total de ocho genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2003-2004, UAAA-UL, 2004.....	49

<b>Cuadro 4.7</b>	Rendimiento extra chico, chico y mediano de ocho genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2003-2004, UAAA-UL, 2004.....	50
<b>Cuadro 4.8</b>	Rendimiento grande, extra grande y máximo grande de ocho genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2003-2004, UAAA-UL, 2004.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 3.1</b>	Invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, lugar donde se desarrolló el presente trabajo. UAAAN-UL, 2004.....	34
<b>Figura 3.2</b>	Entutorado, bajado y conducción de la planta a un solo tallo, UAAAN-UL, 2004.....	37
<b>Figura 3.3</b>	Polinización de las florecillas del tomate, mediante cepillo dental eléctrico, UAAAN-UL, 2004.....	37
<b>Figura 3.4</b>	Coloración del tomate al momento de la cosecha. UAAAN-UL, 2004.....	39

## ÍNDICE DE APÉNDICE

<b>Cuadro 1A</b>	Análisis de varianza para la variable altura de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.....	65
<b>Cuadro 2A</b>	Análisis de varianza para la variable nudos de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.....	65
<b>Cuadro 3A</b>	Análisis de varianza para la variable floración de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.....	65
<b>Cuadro 4A</b>	Análisis de varianza para la variable peso promedio del fruto de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.....	66
<b>Cuadro 5A</b>	Análisis de varianza para la variable diámetro polar de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.....	66
<b>Cuadro 6A</b>	Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.....	66
<b>Cuadro 7A</b>	Análisis de varianza para la variable grados Brix de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.....	67
<b>Cuadro 8A</b>	Análisis de varianza para la variable espesor de pulpa de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.....	67

<b>Cuadro 9A</b>	Análisis de varianza para la variable número de lóculos de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.....	67
<b>Cuadro 10A</b>	Análisis de varianza para la variable rendimiento total de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.....	68
<b>Cuadro 11A</b>	Análisis de varianza para la variable rendimiento extra chico de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.....	68
<b>Cuadro 12A</b>	Análisis de varianza para la variable rendimiento chico de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.....	68
<b>Cuadro 13A</b>	Análisis de varianza para la variable rendimiento mediano de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.....	69
<b>Cuadro 14A</b>	Análisis de varianza para la variable rendimiento grande de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.....	69
<b>Cuadro 15A</b>	Análisis de varianza para la variable rendimiento extra grande de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.....	69
<b>Cuadro 16A</b>	Análisis de varianza para la variable rendimiento máximo grande de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.....	70

## I INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es la hortaliza más importante en numerosos países y su popularidad aumenta constantemente. En la actualidad este cultivo ha adquirido importancia económica en todo el mundo (Esquinas y Nuez, 2001). El tomate en fresco se puede encontrar hoy en los grandes mercados consumidores en todas las épocas del año; sin embargo, su condición de cultivo de verano hace que se presenten oscilaciones de la calidad y sobre todo de precio, porque fuera de temporada debe ser producido bajo condiciones de abrigo o bajo invernadero (Rodríguez, 2001).

El tomate es el cultivo más intensamente explotado bajo condiciones de invernadero debido principalmente a su alta capacidad de producción y a su alto consumo. La producción potencial de este cultivo bajo condiciones de invernadero rebasan las 400 ton/ha año (Cotter y Gómez, 1981; Papadopoulos y Pararafasingham, 1998; Baytorun *et al.*, 1999; Egea *et al.*, 1999). La producción hortícola en invernaderos se ha incrementado gradualmente en la República Mexicana y estos están destinados principalmente al cultivo de tomate (Nelson, 1994).

La producción 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, 2002).

La producción de tomate en La Comarca Lagunera para el 2002 alcanzó una superficie de 568 ha bajo cielo abierto representando el 0.12% del total nacional, con un rendimiento promedio regional de 19.9 ton/ha con un poco más de 28,217 millones de pesos en valor de la producción (SAGARPA, 2002) y alrededor de 35 hectáreas bajo condiciones de invernadero. La producción bajo cielo abierto se realiza durante el ciclo primavera-verano en los meses de junio-agosto, obteniéndose bajos rendimientos. En

este periodo el precio es muy bajo por lo que el productor tiene reducidas ganancias y en ocasiones pérdidas. Aunado a lo anterior no se aprovecha la cercanía que se tiene con los EE.UU. ya que su producción se presenta cuando el mercado de este país se encuentra saturado o totalmente abastecido.

Por lo antes mencionado una alternativa para la región sería efectuar el cultivo en otoño – invierno, que es cuando el mercado norteamericano se encuentra con una fuerte demanda por lo que se buscaría exportar a los Estados Unidos de América, nuestro principal comprador (FAO, 1996). Para lograr esto el productor debe producir bajo condiciones de invernadero. Lo anterior implica que el productor debe conocer el tipo de planta que se adapte a dichas condiciones, tipo de sustrato, organismos dañinos y como se controlan, todo combinado con un manejo óptimo de las condiciones de temperatura y nutrición del cultivo. Este sistema de producción es muy delicado, ya que cualquier variación de los componentes de producción representa una variación significativa en la producción y calidad del fruto (Bretones, 1995; Martínez y García, 1993; Nelson, 1994; Sade, 1998).

## **1.1 Objetivos**

Determinar la calidad de fruta y rendimiento de ocho híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera durante el periodo otoño-invierno del 2003-2004.

## **1.2 Hipótesis**

Existen diferencias en cuanto a calidad de fruto y rendimiento en los híbridos de tomates a evaluar.

## **1.3 Metas**

Disponer de un paquete tecnológico de producción de tomate bajo condiciones de invernadero, durante otoño e invierno en la Comarca Lagunera, época en que este producto es escaso. Utilizando este paquete se garantizaría la producción de al menos 300 ton/ha, ya sea para consumo local o exportación.

Contar con un híbrido de tomate que de buen rendimiento y además que los frutos sean de buena calidad.

## II REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades del tomate

El tomate es un cultivo de alto valor comercial y una enorme importancia mundial, por la aceptación general del fruto en la alimentación y su utilización en forma muy variada, además de sus excelentes cualidades organolépticas, su alto valor nutricional, contenido de vitamina C y licopeno, demostrado que está inversamente relacionado con el desarrollo de cierto tipo de cánceres. Comparado con otros vegetales, los frutos de tomate son menos perecederos y más resistentes a daños de transporte (Berenguer, 2003; Casseres, 1984).

### 2.2 Origen

El lugar de origen del género *Lycopersicon* es la región Andina, la cual se extiende desde el norte de Chile al sur de Colombia y de la costa del Pacífico (incluidas las Islas Galápagos) a las estribaciones orientales de los Andes. Hay muchas especies superpuestas, pero no se han encontrado pruebas de introgresión natural, con la excepción de *L. pimpinellifolium* y *L. esculentum* var. *cerasiforme*, el único *Lycopersicon* silvestre en forma de mala hierba que se encuentra fuera del área de distribución del género (Esquinas y Nuez, 1999).

El vocablo tomate procede del náhuatl *tomatl*, aplicado genéricamente para las plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa (Williams, 1990; Montes y Aguirre, 1992). Como consecuencia del empleo de tomate como una voz genérica, no siempre resulta fácil interpretar la especie concreta a la que se refieren los cronistas de la época de la conquista. No obstante, parece seguro que en el México de los tiempos pre-colombinos el tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*) era mucho más apreciado que el tomate (*Lycopersicon esculentum*), consumiéndose éste

fundamentalmente como aquel, esto es, asociado al chile en salsas y guisos. Fuera del área mesoamericana el tomate o fue desconocido o simplemente se hizo un consumo incidental de formas espontáneas (probablemente *L. pimpinellifolium* y *L. esculentum* var. *cerasiforme*). Guaman Poma de Ayala citado por Esquinas y Nuez (1999) hace referencia al consumo esporádico de tomate silvestre en el imperio inca.

### 2.3 Clasificación taxonómica del tomate

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>Clase:</b>	Dicotyledoneas
<b>Orden:</b>	Solanes (personatae)
<b>Familia:</b>	Solanáceae
<b>Tribu:</b>	Solaneae
<b>Genero:</b>	<i>Lycopersicon</i>
<b>Especie:</b>	<i>esculentum</i>

### 2.4 Características morfológicas del tomate

El tomate *Lycopersicon esculentum* Mill es una planta perenne de porte arbustivo que se utiliza como anual. La planta puede desarrollarse en forma rastrera, semierecta o erecta, y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas, e ilimitado en las

variedades indeterminadas, pudiendo llegar, en estas últimas, a 10 m en un año (Rick, 1978 citado por Chamorro, 2001).

**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. (Chamorro, 2001).

**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 (Chamorro, 2001).

#### 2.4.1 Semilla

La semilla del tomate tiene forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm y esta constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión, cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta, esta constituido, a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula. El endospermo contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión. La testa o cubierta seminal esta constituida por un tejido duro e impermeable, recubierto de pelos, que envuelve y protege el embrión y el endospermo (Nuez, 2001).

#### 2.4.2 Raíz

El sistema radical tiene como funciones la absorción y el transporte de nutrientes, así como la sujeción o anclaje de la planta al suelo. Este sistema es de tipo fibroso y robusto consta de una raíz principal típica de origen seminal y numerosas raíces secundarias y terciarias; la raíz principal puede alcanzar hasta 60 cm de profundidad,

aunque puede alcanzar hasta 1.8 m de profundidad, sin embargo, cuando la planta se propaga mediante transplante, como sucede generalmente, la raíz principal se ve parcialmente detenida en su crecimiento en consecuencia se favorece el crecimiento de raíces secundarias laterales las que, principalmente se desenvuelven entre los 5 y 70 cm de la capa del suelo. Las porciones del tallo y en particular la basal, bajo condiciones adecuadas de humedad y textura del suelo, tienden a formar raíces adventicias (Garza, 1985; Valadéz, 1990).

El sistema radical del tomate esta constituido por la raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera a dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, cortex y cilindrico central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes) (Chamorro, 2001).

### **2.4.3 Tallo**

El tallo típico tiene 2-4 cm de diámetro en la base y esta cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis. Debajo de la epidermis se encuentra el córtex o corteza cuyas células más externas tienen clorofila y son fotosintéticas, mientras las más internas son de tipo colenquimático y ayudan a soportar el tallo. La capa cortical mas interna es la endodermis, que separa el córtex del cilindro vascular. Toda la estructura vascular y las células parenquimáticas que lo rodean, el periciclo, se disponen en forma de tubo alrededor de un tejido medular (Nuez, 2001).

Su estructura, de fuera a dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular.

En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales. (Chamorro, 2001).

Los tallos son cilíndricos en plantas jóvenes y angulosos en plantas maduras, alcanzan alturas de 0.40 a 2.0 m, presentando un crecimiento simpódico el tallo del tomate es inicialmente erecto, pero al crecer, y debido a su poca consistencia, queda rastroso, siendo necesario su manejo con tutores cuando se cultiva en invernadero (Valadez, 1990).

En cada axila de las hojas del tallo principal suele brotar un tallo hijo a su vez, en las axilas de las hojas de estos tallos hijos brotan otros tallos nietos y así sucesivamente hasta que se detiene el desarrollo vegetativo, por tal motivo cuando el cultivo se establece bajo condiciones de invernadero es necesario controlar estas ramificaciones mediante podas. El cuello del tallo tiene la propiedad de emitir raíces cuando se pone en contacto con el suelo o con la arena, característica muy importante y que se aprovecha en las operaciones culturales de laboreo, aporcado y el rehundimiento de los cultivos enarenados e hidropónicos (Serrano, 1979).

#### **2.4.4 Hoja**

Las hojas son de limbos compuestos por 7 a 9 folíolos y con bordes dentados; el haz es de color verde y el envés de color grisáceo. La disposición de nervaduras en los folíolos es penninervia. En general, la disposición de las hojas en el tallo es alterna (Garza, 1985).

Los folíolos son: peciolados, lobulados y con borde dentado, y recubiertos de pelos glandulares. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambos sin 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 (Chamorro, 2001).

Las hojas del tomate son pinnado compuestas. Una hoja típica de las planta 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 (Nuez, 2001).

#### **2.4.5 Flor**

Las flores nacen en racimos en el tallo principal y en las ramas laterales. El número de racimos varía de 4 a 100 ó más, dependiendo del tipo y la variedad. Las flores individuales tienen un cáliz verde, una corola amarillo azufra, cinco o más estambres y un solo pistilo súpero. En su mayor parte son autopolinizadas (Edmond 1981).

El racimo floral o inflorescencia está compuesto de varios ejes, cada uno de los cuales tiene una flor de color amarillo brillante. La inflorescencia se forma a partir del 6° ó 7° nudo en plantas de hábito determinado y posteriormente los racimos florales nacen cada 1 ó 2 hojas, en las plantas de hábito indeterminado la primera inflorescencia aparece a partir del 7° ó 10° nudo y después cada 3 a 4 van apareciendo las inflorescencias (Valadéz, 1990).

La flor es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135°, de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores.

La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. (Chamorro, 2001).

#### **2.4.6 Fruto**

El fruto del tomate pertenece a los frutos simples, carnosos, indehiscentes y polispermos, y por lo tanto es una verdadera baya. Su forma y tamaño son variables, su superficie es lisa y está formado por un epicarpio delgado pero algo resistente y brillante al exterior antes de la maduración. Su olor es aromático y característico, y el sabor agridulce (Tiscornia, 1989).

Es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila de unos pocos miligramos hasta 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto (Chamorro, 2001).

En sección transversal se aprecian en él la piel, la pulpa firme, el tejido placentario y la pulpa gelatinosa que se une 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).

#### 2.4.7 Valor nutritivo

El tomate es un cultivo de alto valor comercial y una enorme importancia mundial, por la aceptación general del fruto en la alimentación y su utilización en forma muy variada, además de sus excelentes cualidades organolépticas, su alto valor nutricional, contenido de vitamina C y licopeno, demostrado que está inversamente relacionado con el desarrollo de cierto tipo de cánceres. Comparado con otros vegetales, los frutos de tomate son menos perecederos y más resistentes a daños de transporte (Berenguer, 2003; Casseres, 1984).

**Cuadro 2.1** Principales componentes del fruto del tomate maduro, (Nuez 2001), UAAAN-UL, 2004.

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

## 2.5 Generalidades del 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. 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).

### 2.5.1 Ventajas de la producción en invernaderos

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

Según Sánchez y Favela (2000) entre las ventajas de establecer un cultivo bajo condiciones de invernadero se destacan las siguientes:

- Programación de las cosechas de acuerdo a la demanda y precio del producto.
- Precocidad en el ciclo del cultivo, lo que hace posible el logro de hasta tres cosechas por año.

- Aumento del rendimiento hasta en un 300%, respecto a los cultivos desarrollados a la intemperie.
- Mayor calidad de frutos, flores y hortalizas, ya que estos son más uniformes, sanos y de mejor calidad.
- Ahorro de agua (riego por goteo, microaspersión y subirrigación), se puede llegar a recuperar del 60 al 80% del agua aplicada que se evapotranspira.
- Mejor control de plagas y enfermedades.
- Siembra de variedades selectas con rendimientos máximos.
- Balance adecuado de agua, aire y elementos nutritivos.
- No se depende de fenómenos meteorológicos.

### **2.5.2 Desventajas de producir en invernadero**

De igual manera Sánchez y Favela (2000), destacan que las desventajas para producir bajo condiciones de invernadero son:

- Se requiere de una alta especialización, empresarial y técnica de las personas que se dedican a esta actividad.
- Alto costo de los insumos.
- Las instalaciones y estructura representan una elevada inversión inicial.
- Un mal manejo del invernadero o del cultivo implica fuertes pérdidas económicas.
- Es necesaria la automatización del invernadero para el control del ambiente.
- Se puede favorecer el desarrollo de enfermedades, por lo que se requerirá de aplicaciones más frecuentes de productos químicos.

## 2.6 Exigencias de clima

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto (Castilla 1999) y (Sade 1998).

Los principales factores climáticos para el manejo óptimo de un invernadero son los siguientes:

### 2.6.1 Temperatura

A temperaturas excesivas, más de 35 °C, las plantas detienen su crecimiento y su floración, mientras que a temperaturas inferiores, entre 10 °C y 15 °C, originan problemas en el desarrollo y germinación. A temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C, la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está influenciada por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, valores cercanos a 10° C y superiores a 30° C originan tonalidades amarillentas. (Sade, 1998; <http://www.Infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>, 2003).

La temperatura del sustrato interviene en el crecimiento y absorción de raíces, temperaturas inferiores a 14 °C el crecimiento se inhibe y entre 18 °C y 12 °C la absorción de fósforo disminuye en un 50%. La temperatura tiene acción directa sobre el rendimiento final y el calibre del fruto (Chamarro, 2001).

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, 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.

### 2.6.2 Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre un 70 % y un 80 % (Winspear *et al.*, 1970). La elevada humedad relativas favorece el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. Una baja humedad relativa dificulta la fijación del polen al estigma de la flor. Valores extremos de humedad reducen el cuajado de tomate ([www. Infoagro.com/hortalizas/tomate.asp](http://www.Infoagro.com/hortalizas/tomate.asp), 2003).

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

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. La humedad relativa se define como la tensión actual de vapor entre la tensión a saturación de la misma masa de aire, y se expresa en porcentaje, se mide con los siguientes aparatos: higrómetros e higrógrafos (Francescangeli, 1998).

### 2.6.3 Luminosidad

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 (Aung, 1976).

Una baja luminosidad puede incidir de forma negativa en los procesos de la floración, fecundación, así como en el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad (López *et al.*, 1996).

La luz es una variable climática fundamental que influye en el crecimiento del tomate. El tomate es una hortaliza exigente en luz. Lo es durante todo su desarrollo, pero muy especialmente en la 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).

**Radiación en invernadero.** La radiación solar en parte es absorbida por el suelo, la planta y dentro del invernadero, siendo convertida en energía térmica e irradiada o disipada por convección, conducción y transpiración. La radiación solar dentro del invernadero es menor que en el exterior debido a la reflexión y absorción del material de cerramiento, la transmisibilidad varía a lo largo del año, al ángulo de incidencia de los rayos y a la acumulación de polvo en la cubierta de los invernaderos (López *et al.*, 1996).

La intensidad de la radiación, el fotoperíodo y la nubosidad son los factores naturales que determinan la radiación diaria. Sin embargo, la orientación del invernadero, la forma de la techumbre y la pendiente de la cubierta pueden modificar la luminosidad en su interior, además de la influencia que pueden tener los materiales de cubierta elegidos (Bouzo y Garinglio, 2002).

**La radiación en el cultivo del tomate.** El empleo de doble capa permanente de plástico en invernadero, para mejorar las condiciones térmicas durante el invierno, genera reducciones en la radiación interior con incidencia negativa en la producción. La práctica de blanquear el invernadero, a fin de reducir las altas temperaturas en primavera, reduce la radiación. Es preferible dotar a los invernaderos de una ventilación más eficiente (ventanas cenitales) y evitar las prácticas que reducen la radiación y por lo tanto la producción. Con baja iluminación la polinización sería insuficiente y el tamaño del fruto menor (Van de Vooren *et al.*, 1989).

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 (Cockshull, 1988).

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

La concentración de CO<sub>2</sub>, de la atmósfera es de 340 ppm aproximadamente, sin embargo, esta cantidad es muy variable dentro de un invernadero. Se puede ver que en las primeras horas de la mañana en un día despejado la concentración de CO<sub>2</sub> en invernadero es más alta que en la atmósfera. En cuanto aumenta la intensidad lumínica y por lo tanto, el proceso de fotosíntesis, hay una disminución rápida de CO<sub>2</sub>, que alcanza niveles muy bajos, cercanos a las 200 ppm (Alpi y Tognoni, 1999).

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 desgraciadamente, 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 40 000 m<sup>3</sup> de aire, es decir 14 m<sup>3</sup> o 27 kg de CO<sub>2</sub> para 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 de 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).

## **2.7 Elección del genotipo**

Uno de los mayores atractivos de cualquier producto frente al consumidor es la diversidad. El tomate es una hortaliza que ha alcanzado una variedad de tipos muy extensa. Las preferencias por un tipo determinado son muy variadas y van en función del país, tipo de población uso al que se destina (Diez, 2001).

Las condiciones micro ambientales específicas creadas en el interior de los invernaderos y en general en cultivo protegido hacen que los genotipos no se comporten de la misma forma que al aire libre. Uno de los factores responsables de esa diferencia de comportamiento es la luz. Así, a los cultivares desarrollados especialmente para invernadero se les exige que tengan aptitud para crecer, florecer, cuajar y desarrollar frutos de calidad en condiciones de baja luminosidad (Stevens y Rick, 1986).

Hay variedades con distinto aspecto exterior (forma, tamaño, color) e interior, textura, sabor y dureza, variedades para consumo en fresco o procesado industrial y dentro de estos usos principales, muchas especializaciones del producto (Diez, 2001) Introducidos recientemente por una empresa Israelita los híbridos de larga vida de anaquel, este tipo de híbridos añaden alta productividad, resistencia a enfermedades y la característica de la larga vida en estantería, capacidad para soportar transporte a largas distancias ( Philouze *et al.*, 1992).

## **2.8 Labores culturales**

### **2.8.1 Producción de plántula**

Tradicionalmente el propio agricultor establecía el semillero en cama caliente y con protección térmica utilizando lámina de plástico o carrizo, la siembra era al voleo o chorrillo para trasplante a raíz desnuda. Hoy día, el alto costo de la semilla (híbridos) ha generalizado el uso de charolas germinadoras prensados de turba, macetillas de plástico rellenas de sustrato para trasplantar con cepellón, que cuentan con instalaciones adecuadas ya sea con cámaras de germinación o invernadero (Castilla, 1999).

El sustrato más empleado es una mezcla de turba rubia (80%) y turba negra (20%) enriquecida con fertilizantes. Los riegos por microaspersión, se efectúan de una a dos veces diarias, según la demanda evaporativa y la fertirrigación (a partir de los 15 días de la siembra) se basa en equilibrio tipo 1/1/1 de N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/K<sub>2</sub>O, evitando los excesos para no enternecer la planta. Con ese mismo fin pueden emplearse retardadores de crecimiento (derivados de cobré o similares). La práctica de endurecer la planta es útil para aclimatar las plantitas progresivamente al cambio de condiciones ambientales, especialmente si se destinan a cultivos al aire libre (Castilla, 2001).

## 2.8.2 Transplante

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, Rodríguez *et al.* (1984) citados por Castilla (1999).

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 (Belda y Lastre, 1999).

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

## 2.8.3 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 beneficioso limitarse a su despunte. Horward, (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, 2003).

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.

#### **2.8.4 Aporcado y rehundido**

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

#### **2.8.5 Tutorado**

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

continuar indefinidamente con la parte productiva de la planta erguida en la misma altura (Canovas, 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, 2003). Por otro lado, Zaidan y Avidan (1997) indican que esta altura debe ser entre 2.5 y 3 metros.

#### **2.8.6 Desbrotado o Destallado**

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

#### **2.8.7 Deshojado**

Es recomendable eliminar tanto las hojas senescentes como las hojas enfermas, con el objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos. Dicha hojas deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así posible fuente de inóculo, las hojas se desprenden 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. (Horward, 1995).

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

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

### **2.8.9 Bajado de plantas**

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

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

2. Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad.

3. Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado.

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

Pilatti y Bouzo (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.

#### **2.8.10 Arreglo topológico**

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

Existen métodos de hilera sencilla o doble, con un espaciamiento entre plantas que oscila entre 25-30 cm en hileras sencillas y 40-50 cm en hileras dobles. En términos generales, la densidad normalmente oscila entre 2.0 a 2.5 plantas por m<sup>2</sup> (Horward, 1995). La densidad del cultivo depende del vigor de la variedad. Las densidades varían de

1.5 hasta 2.5 o 3 plantas /m<sup>2</sup>, siendo lo normal 1.9 plantas/m<sup>2</sup> según el vigor varietal, fertilidad del sustrato, salinidad del suelo y del agua de riego (Escudero, 1993).

### **2.8.11 Fertirrigación**

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

En la fertirrigación la frecuencia de los ciclos de riego va en relación de la naturaleza de la planta, de su estado de desarrollo, de las condiciones climáticas, de la intensidad lumínica, de la longitud del día, la temperatura y el tipo de sustrato utilizado como medio de cultivo. En condiciones de invernadero de alta intensidad lumínica y acompañada de altas temperaturas, el porcentaje de evaporación de las plantas se incrementa grandemente y como resultado la absorción del agua aumenta significativamente. Por lo tanto la frecuencia de los ciclos tiene que ser suficiente para impedir cualquier déficit de agua en las plantas que provoquen un estrés hídrico con lamentables consecuencias. La duración de cualquier ciclo de riego tiene que ser suficiente para proporcionar un adecuado filtrado del medio, para que se puedan evacuar los elementos excesivos a través del sustrato; de no ser así se formarían niveles de sal que causarían un retraso en el crecimiento e incluso una toxicidad en las plantas y su posterior muerte (Lomelí, 1999).

Moreno (2002) afirma que para manejar correctamente el riego y la nutrición de las plantas es imprescindible conocer con exactitud la calidad agronómica del agua de riego.

La información que debe proporcionar los análisis de aguas es la siguiente:

La conductividad eléctrica (CE) en dS/m o mmhos/cm a 25 °C. Este dato está directamente relacionado con la cantidad total de sales que contiene el agua de riego. Aguas con una CE superior a 2 dS/m limitan su uso para los cultivos sin suelo.

El valor de pH de las aguas de riego está muy condicionado por su composición iónica y, más concretamente, por la concentración de carbonatos y bicarbonatos. En la gama de valores de pH comprendida entre 6 y 6.5 la mayor parte de los elementos nutritivos están más fácilmente disponibles para el cultivo. En aguas carbonatadas los valores de pH están por encima de 7 y en estos casos es necesario neutralizar los carbonatos, añadiendo ácidos comerciales, generalmente ácido fosfórico y nítrico. En otros casos, y en ausencia de bicarbonatos, el valor de pH puede quedarse demasiado ácido y en este otro caso habrá que añadir algún producto alcalinizante como por ejemplo hidróxido de potasio.

El valor óptimo del pH de la solución de riego es de 6 a 6.5 y el pH de la solución de lixiviación no más de 8.5. El pH del agua de riego se ajusta mediante la inyección de ácido. Cuando el pH del agua de lixiviación es superior a 8.5, indica que el pH en la zona radical alcanza valores que provocan la precipitación de fósforo y menor disponibilidad de micronutrientes. El ajuste es por medio de la relación  $\text{NH}_4/\text{NO}_3$  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).

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).

**Cuadro 2.2** Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm). (Zaidan y Avidan, 1997).UAAAN-UL, 2004.

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

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.

Bajo condiciones de altas deficiencias de calcio encontraron que los primeros síntomas visuales de deficiencia se producen en las hojas más jóvenes, reduciéndose la altura de la planta hasta un 67% mientras que en las cultivadas con baja deficiencia los síntomas se retrasan, las raíces se oscurecen y disminuyen su tamaño, y el tamaño de la planta se reduce hasta un 48 %. La deficiencia inducida de calcio provoca la inhibición del crecimiento de las plantas de tomate cultivadas en medio hidropónico (Sanz, *et al.*, 2000).

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 ejemplo, sulfato de hierro, son muy inestables en solución y el hierro

precipita fácilmente. En caso de aguas duras, se debe tomar en cuenta el contenido de Ca y Mg en el agua de riego (Imas, 1999).

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.

### **2.8.12 Polinización**

Rodríguez, *et al.* (1997) menciona que los factores que influyen en el problema de la polinización del tomate bajo invernadero son los siguientes: La calidad de la flor, la iluminación, humedad relativa y temperatura.

Los tomates son polinizados normalmente por el viento cuando crecen al aire libre; no obstante, en los invernaderos, el viento de aire es insuficiente para que las flores se polinicen por si mismas, siendo esencial la vibración de los racimos florales para obtener una buena polinización. Esto puede efectuarse moviendo las flores con un palo, con los dedos o con un vibrador eléctrico parecido a un cepillo de dientes eléctrico, al que se

hayan quitado las cerdas. Los vibradores se acercan durante breves momentos a las ramas portadoras de los racimos florales, pudiendo observarse la salida de las flores de un fino polen amarillo cuando son favorables las condiciones ambientales y éstas se encuentran en estado receptivo.

La polinización deberá efectuarse mientras que las flores están en estado receptivo, lo cual se conoce porque los pétalos se doblan hacia abajo. Las plantas deberán polinizarse al menos cada dos días, puesto que las flores permanecen receptivas unas 48 horas, efectuando esta operación entre las 11:00 AM y las 3:00 PM en días soleados, para obtener los mejores resultados. La investigación ha demostrado que una humedad relativa del 70% es la mejor para la polinización, cuajado de fruto, y posterior desarrollo de éste. Una humedad más elevada guarda el polen húmedo y pegadizo, con excepción del mediodía, y disminuye la posibilidad de que se transfiera suficiente cantidad de polen desde las anteras hasta el estigma. Un ambiente demasiado seco, con humedad relativa inferior al 60 - 65% causa la desecación del polen. Las temperaturas del invierno no deberán bajar 15 °C durante la noche, ni exceder de 29 °C durante el día. Con temperaturas superiores o inferiores, la germinación del polen y el desarrollo del tubo polínico se ven fuertemente reducidos.

Dogterom, *et.al.*, (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.

## 2.9 Índice de cosecha y calidad

La recolección es una operación cultural de la mayor importancia porque, por un lado su costo es muy elevado (en algunos casos alcanza hasta el 50-60% del costo total del cultivo) y por otro tiene una influencia considerable sobre la calidad del producto que se presente a la industria y al consumidor (Rodríguez, 2001).

Según Trevor *et al.* (2002) las normas para cosechar tomates. La mínima madurez para cosecha (Verde Maduro 2, Mature Green 2) 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.

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

### 2.10.1 Calidad del fruto

Arias y Burgués citado por Pérez, (2003) dicen que el tomate, debe estar suficientemente maduro, firme compacto y sin indicios de maduración excesiva. También debe ser sano, libre de microorganismos, enfermedades o insectos que le causen daño. No debe presentar grietas, cicatrices, rajaduras, ni quemaduras. Debe de estar limpio, libre de residuos de productos químicos o cualquier cuerpo extraño y debe corresponder a las indicaciones de calidad.

Prado citado por Pérez (2003), menciona que el contenido de sólidos totales y sólidos solubles. Ambos índices están correlacionados con la calidad, se utiliza normalmente el contenido en sólidos solubles (°Brix) por ser más fácil de determinar.

La calidad de fruto está principalmente relacionada con su color, forma, tamaño, ausencia de defectos, firmeza y sabor, unidos a su capacidad de almacenamiento y resistencia al transporte (Castilla. 2001).

La calidad estándar del tomate se basa principalmente en su forma uniforme y en que esté libre de defectos de crecimiento y de manejo. El tamaño no es un factor del grado de calidad pero puede influir fuertemente en las expectativas de su calidad comercial.

**Forma.**- Bien formado (redondo, en forma de globo, globo aplanado u ovalado)

**Color.**- Color uniforme (de naranja-rojo a rojo profundo; amarillo ligero). Los hombros que no estén verdes.

**Apariencia.**- Lisa y una pequeña cicatriz en el extremo distal y en el extremo del pedúnculo. Ausencia de grietas de crecimiento, cara de gato, sutura, quemado de sol, daño por insectos y daño mecánico o magulladuras.

**Firmeza.**- Que sea firme al tacto. Que no este suave y que no se deforme fácilmente debido a su condición de sobre maduro. Los tomates que crecen en invernadero solamente son de grado No. 1 y No.2 de U. S. (Trevor y Cantwell, 2002).

### 2.10.2 Grados Brix (° Brix)

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

En manejo de cultivo intensivo con suelo, hace referencia a lo siguiente: El contenido de azúcares, ácidos y sus interacciones determinan el sabor del tomate. Valores de pH inferiores a 4.4 y contenido de azúcares al 4 - 4.5% son necesarios para un buen sabor. En condiciones de baja radiación y temperatura, como ocurre en el cultivo protegido en invernadero, donde las condiciones en materia seca del fruto pueden ser inferiores al 3.5%, resulta difícil alcanzar esos mínimos de azúcares requeridos para un buen sabor (Castilla, 2001).

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

#### **2.11 Antecedentes de rendimiento de tomate en condiciones de invernadero**

Fonseca (2000) para que la producción sea redituable debe obtenerse por lo menos 15Kg/m<sup>2</sup>. Por otro lado, Santiago (1995) evaluando genotipos de tomate en condiciones de invernadero reporta un rendimiento promedio que varía de 1.76 a 5.42 kg/planta mientras que para sólidos solubles reporta que los frutos presentaron de 4 a 5 grados Brix. De acuerdo a Cotter y Gomez (1981) para que una producción se considere exitosa se deben producir bajo invernadero al menos 100 ton/acre/año es decir 200 ton/ha/año.

Rodríguez (2002) en un estudio realizado para evaluar la producción de tomate en invernadero en el ciclo otoño invierno encontró diferencias significativas entre los genotipos para todas las variables analizadas. Los genotipos que presentaron mayor rendimiento y estadísticamente iguales fueron, Norma, Andre, Gabriela, Red Chief y Anastasia con 100.1, 91.7, 89.3, 88.7 y 87.6 ton ha, respectivamente. El peso del fruto fluctuó entre 167 y 70.1 gr y el genotipo de mayor peso fue Red Chief.

### III MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización y tipo de invernadero

La siguiente investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Unidad Laguna (UAAAN-UL), ubicada en Periférico y carretera Santa Fe, Torreón Coahuila, en el periodo de septiembre-marzo de 2003-2004 en un invernadero de tipo semicircular compuesto de cubierta de plástico (polietileno). La ventilación del invernadero está automatizada con pared húmeda y extractores, cuenta con piso de grava y no tiene calefacción (Figura. 3.1).



**Figura 3.1.** Invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, lugar donde se desarrollo el presente trabajo. UAAAN-UL, 2004.

#### 3.2 Ubicación

La UAAAN-UL se ubica en las coordenadas geográficas de  $103^{\circ} 25' 57''$  de longitud oeste al meridiano de Greenwich y  $25^{\circ} 31' 11''$  de latitud norte, con una altura de 1123 msnm (CNA, 2002).

#### 3.3 Clima

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

es de 220 mm anuales, situación que limita la práctica de una agricultura de temporal. Las heladas ocurren de noviembre a marzo, teniéndose un periodo libre de heladas de abril a octubre. La cantidad de agua para esta región es escasa en todas las estaciones del año, en el mes más lluvioso tiene una acumulación de 36.6 mm. En cuanto al mes más seco solo alcanza 1.5 mm; La humedad varía en el año; en primavera tiene un valor promedio de 30.1%, en otoño de 49.3% y finalmente en invierno de un 43.1% (CENID-RASPA, 2000).

### 3.4 Genotipos

En el periodo septiembre-marzo del 2003-2004 se evaluaron ocho genotipos de crecimiento indeterminado (Cuadro 3.1) que tienen las características de larga vida de anaquel para determinar cual de los ocho genotipos es el más rendidor y cual tiene mejores características de calidad de fruto.

**Cuadro 3.1** Genotipos de tomate cultivados bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno de 2003-2004, UAAAN-UL 2004.

Genotipo	Tipo de Fruto
HMX-801	Saladet
Atila	Saladet
Filón	Bola
Marcela	Bola
Barbarian	Saladet
Tequila	Saladet
Bosky	Bola
Scoop	Bola



**Figura 3.2.** Entutorado, bajado y conducción de la planta a un solo tallo, UAAAN-UL, 2004.

### 3.8 Polinización

Cuando inició la etapa de floración se procedió a la polinización con un vibrador (cepillo dental eléctrico) el cual se pasó por el pedúnculo de la inflorescencia por un lapso de 3 segundos (Figura. 3.2), esto se hacía cada tercer día para tener mayor amarre de frutos.

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



**Figura 3.3.** Polinización de las florecillas del tomate, mediante cepillo dental eléctrico, UAAAN-UL, 2004.

Después de una semana que se realizó la plantación se le aplicó Confidor para el protección de la planta del ataque de insectos transmisores de virus principalmente mosquita blanca y el pulgón, este producto fue aplicado mediante el sistema de riego, posteriormente las revisiones se hicieron visualmente.

Después de esto se observaron ataques de ácaro del bronceado del tomate (*Aculops lycopersici*) se dieron dos aplicaciones de COSMOSUL con dosis de 2.5 l/ha que es un producto orgánico. Por estar en la fase de cosecha no se recomienda aplicar productos químicos con poder residual. Se hizo la aplicación con una mochila de aspersión para cubrir todo el follaje, pero esta aplicación no dio ningún resultado por lo que se procedió a que aplicar otro producto. Para tal fin se utilizó el AGRIMEC el cual contiene abamectina con dosis de 20 ml en 20 Lts de agua, solo se practicó una aplicación de este producto con el cual se controló la plaga del ácaro, en cuanto a enfermedades no hubo necesidad de dar alguna aplicación porque no hubo presencia de estas.

### 3.11 Cosecha

La cosecha se realizó dos veces por semana, cuando el fruto presentó un color rojo promedio de entre el 30 % pero no más del 60 %, (Figura. 3.3) ya que son los requeridos de clasificación por color del USDAAMSFV (1975).



**Figura 3.4.** Coloración del tomate al momento de la cosecha. UAAAN-UL, 2004.

### 3.12 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron altura de la planta, número de nudos, inicio de floración, calidad del fruto la cual se obtuvo al medir el peso promedio del fruto el diámetro polar, diámetro ecuatorial, °Brix, espesor de pulpa, número de lóculos, color exterior e interior, hombros y forma del fruto en cada fruto, empleando para ello Vernier, báscula de precisión, refractómetro y tabla de colores de la Real Sociedad de Horticultura de Londres. Rendimiento total en ton/ha. Se determinó el rendimiento por tamaños basándose en la clasificación del Cuadro 3.3.

**Cuadro 3.3.** Rendimiento por tamaños de fruto con base en el peso de fruto. UAAAN-UL, 2004.

Clase	Clasificación del fruto comestible		
	Diámetro (mm)		Peso promedio del fruto en (g)
	Mínimo	Máximo	
<b>Extra chico</b>	48	53	50
<b>Chico</b>	54	57	70
<b>Mediano</b>	58	63	136
<b>Grande</b>	64	72	150
<b>Extra grande</b>	73	79	185
	80	87	240
<b>Máximo grande</b>	88	91	280
	92	--	300

### 3.13 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 en cuestión, mediante el mismo paquete estadístico.

## IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Desarrollo vegetativo

Los ocho genotipos de tomate cultivados en el otoño – invierno 2003 – 2004 son de crecimiento indeterminado. Las plantas crecieron muy vigorosas, cubriendo eventualmente el espacio entre hileras.

#### 4.1.1 Altura de la planta

En la variable altura de la planta se encontró diferencia significativa entre genotipos, con una media de 2.40 m de altura y con un coeficiente de variación de 7.28, se encontraron cuatro grupos de significancia sobresaliendo el genotipo Barbarian con 2.62 m de altura, mientras que el genotipo de menor valor fue Filón con 2.14 m de altura (Cuadro 4.1).

Ríos (2003) evaluando tomate de crecimiento indeterminado bajo condiciones de invernadero con cubierta de fibra de vidrio sin calefacción ni sistema de control de temperatura, reporta que el genotipo Barbarian en la variable altura tuvo un valor de 245.6 cm, el cual no concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo para esta variable.

De igual manera los resultados obtenidos no concuerdan con los citados por Ríos (2003) quien evaluando 18 híbridos de tomate en condiciones de invernadero en otoño invierno encontró diferencias altamente significativas en esta variable, reportando una media de 219.8 cm.

#### 4.1.2 Número de nudos

En la variable nudo se detectó diferencia altamente significativa entre genotipos, con una media de 33.43 nudos y un coeficiente de variación de 3.31, se encontraron dos grupos de significancia destacando los genotipos Scoop y Bosky con 36.83 y 36.72 nudos

respectivamente y el que presentó el menor valor fue el genotipo HMX-801 con 31.72 nudos (Cuadro 4.1).

**Cuadro 4.1** Altura de planta y número de nudos de ocho híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2003-2004. UAAAN-UL, 2004.

<b>Genotipo</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Nudos</b>
Barbarian	2.62 a	32.16 b
Atila	2.59 ab	32.44 b
HMX-801	2.51 abc	31.72 b
Marcela	2.47 abc	32.27 b
Bosky	2.41 abcd	36.72 a
Scoop	2.29 bcd	36.83 a
Tequila	2.21 cd	33.11 b
Filón	2.14 d	32.20 b
DMS (.05)	0.30	1.94
Media	2.40	33.43
CV	7.28	3.31

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

#### 4.1.3 Inicio de floración

El análisis para esta variable arrojó diferencia significativa entre genotipos, con una media de 52 días después de la siembra (dds) y un coeficiente de variación de 10.35, se encontraron dos grupos de significancia, donde el genotipo más precoz estadísticamente fue Tequila con 46 días después de la siembra (dds) mientras que el genotipo más tardío fue Scoop con 64 días después de la siembra (dds) (Cuadro 4.2).

Los resultados de este experimento no concuerdan con los citados por Hernández (2004), quien evaluando genotipos de tomate en invernadero reporta una media de 52.6 mostrando valores a inicio de floración de 47.5 y 55.7 días después de la siembra. Tampoco coinciden con los citados por López (2003) quien reporta una media de 70.6 (dds) mostrando valores a inicio de floración de 68 y 75.4 días después de la siembra.

Ríos (2003) evaluó 18 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero y encontró una media de 52.6 días a floración después de la siembra, lo cual no concuerda con el resultado de este trabajo. Esto debido a que el transplante se realizó más tarde que los anteriores autores, y efectivamente cuando la planta al somete a estrés acelera su floración por escape al estrés si algún otro factor ambiental o de manejo, algunas prácticas de manejo como remoción de raíz, y estrés hídrico o de nitrógeno pueden inducir a la síntesis de giberelinas y por lo tanto a la floración. (Salisbury y Ross, 1978).

**Cuadro 4.2** Inicio de floración de ocho genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2003-2004, UAAAN-UL, 2004.

<b>Genotipo</b>	<b>Días a floración</b>
Tequila	46 b
HMX-801	47 b
Atila	48 b
Marcela	50 b
Barbarian	50 b
Filón	54 b
Bosky	55 a b
Scoop	64 a
DMS (.05)	9.37
Media	52
CV	10.35

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

## **4.2 Calidad del fruto**

### **4.2.1 Peso promedio del fruto**

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre los genotipos, mostrando un peso promedio de 145.03 g y un coeficiente de variación de 19.7%, se encontraron cinco grupos de significancia. Los genotipos de mayor peso, estadísticamente fueron, Scoop y Bosky con 220.96 y 178.44 g, respectivamente, siendo el de menor peso, Tequila con 107.79 g (Cuadro 4.3).

Los resultados obtenidos en este trabajo no concuerdan con los citados por Hernández, (2004), quien evaluó genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, en el cual obtuvo una media de 136.4 g, tampoco concuerda con los citados por Rodríguez (2002) que obtuvo una media de 111.1 g.

### **4.2.2 Diámetro polar**

En esta variable se encontró diferencia altamente significativa entre genotipos, con una media de 6.43 cm de diámetro polar y con un coeficiente de variación de 8.43, se encontraron seis grupos de significancia sobresaliendo el genotipo Atila con 8.20 cm de diámetro polar, mientras que el genotipo de menor valor fue Filón con 5.01 cm de diámetro polar (Cuadro 4.3).

En cuanto a diámetro polar, los resultados obtenidos en este trabajo superaron a los citados por Rodríguez (2002), y también a los citados por Hernández (2004) quien este último reporta para Atila y Barbarian 5.52 y 5.08 cm, lo cual muestra que fueron superados en este trabajo con 8.20 y 6.45 cm respectivamente.

### 4.2.3 Diámetro ecuatorial

En el análisis de varianza de esta variable se encontró diferencia altamente significativa entre genotipos, con una media de 6.07 cm de diámetro ecuatorial y con un coeficiente de variación de 7.15, se encontraron cuatro grupos de significancia sobresaliendo el genotipo Scoop con 7.10 cm de diámetro ecuatorial, mientras que el genotipo de menor valor fue Barbarian con 5.43 cm de diámetro ecuatorial (Cuadro 4.3).

Para esta variable Hernández (2004) reporta un diámetro ecuatorial para el genotipo Atila de 4.82 cm, lo cual no concuerda con el obtenido en el presente trabajo, en donde se ve claramente que fue superado con una diferencia de 0.96 cm.

**Cuadro 4.3** Calidad del fruto de ocho genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2003-2004, UAAAN-UL, 2004.

<b>Genotipo</b>	<b>Peso del fruto (g)</b>	<b>Diámetro polar (cm)</b>	<b>Diámetro ecuatorial (cm)</b>
Scoop	220.96 a	6.49 c	7.10 a
Bosky	178.44 b	6.07 d	6.76 b
Atila	155.47 c	8.20 a	5.78 c
Marcela	151.51 cd	5.63 e	6.59 b
HMX-801	134.76 d	7.21 b	5.79 c
Barbarian	115.56 de	6.45 cd	5.43 d
Filón	108.34 e	5.01 f	5.76 c
Tequila	107.79 e	6.30 cd	5.46 cd
CV	19.78	8.43	7.15
Media	145.03	6.43	6.07

### 4.2.4 Grados Brix

En el análisis de varianza de esta variable arrojó diferencia altamente significativa entre genotipos, con una media de 3.73 °Brix y con un coeficiente de variación de 9.14, se encontraron tres grupos de significancia sobresaliendo el genotipo Tequila con 4.33

°Brix, mientras que el genotipo que presentó menor en esta variable fue HMX-801 con 3.31 °Brix (Cuadro 4.4).

En cuanto al resultado de esta variable no concuerda con los citados por Hernández (2004) quien obtuvo para el genotipo Atila 4.27 °Brix, mientras en este resultado se obtuvo un valor mas bajo el cual fue de 3.78 °Brix, y tampoco concuerdan con los citados por López (2003).

Los resultados obtenidos no cumplen con la norma citada por Diez (1995) quien afirma que en tomate destinado para procesado y consumo en fresco, el contenido de los sólidos solubles (°Brix) se sitúa entre 4.5 y 5.5 ° Brix, esto es, que en la presente investigación el tomate no sería aceptado, debido a sus valores de 4.2 a 3.2.

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

Al realizar el análisis de varianza se encontró diferencia altamente significativa entre los genotipos, obteniéndose una media de 0.75 cm y un coeficiente de variación de 12.25, el mayor espesor lo presentó Barbarian con 0.81 cm y siendo el de menor espesor de pulpa el genotipo Tequila con 0.67 cm (Cuadro 4.4).

Estos resultados no coinciden con Hernández (2004) quien reporta una media de 0.79 cm, obteniendo el mayor espesor Atila con 0.99 cm el cual supera al de la presente investigación ya que se encontró para el mismo genotipo un promedio de 0.79 cm. También López (2003) reporta para el genotipo Bosky 0.82 cm, mientras que en este trabajo el resultado para el mismo genotipo fue de 0.73 cm.

#### **4.2.6 Número de lóculos**

El análisis de varianza encontró diferencias altamente significativas entre los genotipos para esta variable, presentando una media de 3.07 y un coeficiente de variación de 20.20, presentando el mayor número de lóculos los genotipos Scoop, Bosky

y Marcela con 4.39, 4.30 y 4.22 respectivamente, mientras que el menor número de lóculos lo presentó Tequila con 2.17 número de lóculos (Cuadro 4.4).

Hernández (2004) reporta para los genotipos Atila y Barbarian 2.69 y 3.20 números de lóculos, estos resultados no concuerdan con los obtenidos en esta investigación ya que para los mismos genotipos se tuvieron para Atila 2.30 y para Barbarian 2.35 números de lóculos. Tampoco concuerdan con los citados por Lopez (2003).

**Cuadro 4.4** Calidad del fruto de ocho genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2003-2004, UAAAN-UL, 2004.

<b>Genotipo</b>	<b>°Brix</b>	<b>Espesor de pulpa (cm)</b>	<b>Número de lóculos</b>
Tequila	4.33 a	0.67 c	2.17 b
Barbarian	3.81 b	0.81 a	2.35 b
Atila	3.78 bc	0.79 ab	2.30 b
Scoop	3.69 bc	0.78 ab	4.39 a
Bosky	3.68 bc	0.73 bc	4.30 a
Filón	3.59 bc	0.72 bc	2.29 b
Marcela	3.54 c	0.70 c	4.22 a
HMX-801	3.31 c	0.74 bc	2.56 b
CV	9.14	12.25	20.20
Media	3.73	0.75	3.07

#### 4.2.7 Color y forma del fruto

Al analizar los genotipos el color del fruto maduro presentó variación que fue desde color naranja hasta diferentes tonalidades de rojo (rojo claro a rojo oscuro). En cuanto a la forma de fruto se observó que los frutos fueron globoso profundo en los genotipos HMX-801, Atila, Barbarian y Tequila, mientras que los genotipos que presentaron la forma globosa fueron Filón, Marcela, Bosky y Scoop (Cuadro 4.5).

Estos resultados no concuerdan con López (2003) que reporta para el genotipo Bosky un color externo de 34A y un color interno de 42A, mientras que en la presente investigación y para el mismo genotipo se encontró para color externo 44A y para el color interno 41B.

**Cuadro 4.5** Calidad del fruto de ocho genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2003-2004, UAAAN-UL, 20004.

Genotipo	Forma del Fruto	del Hombros	Color Externo	Color Interno
HMX-801	1	U	44 A	41 B
Atila	1	U	44 A	41 B
Filón	2	U	44 A	43 C
Marcela	2	U	43 A	41 B
Barbarian	1	U	44 A	41 B
Tequila	1	U	44 A	41 B
Bosky	2	U	44 A	41 B
Scoop	2	U	44 A	41 B

1 = globoso profundo, 2 = globoso  
U = Maduración uniforme

### 4.3 Rendimiento total

El análisis para la variable rendimiento arrojó diferencia altamente significativa entre genotipos, con una media de 196.5 ton/ha y un coeficiente de variación de 20.58, se encontraron tres grupos de significancia sobresaliendo los genotipos HMX-801 y Marcela con 219.5 y 218.1 ton/ha, respectivamente, mientras el genotipo de menor rendimiento fue Filón con 152.6 ton/ha (Cuadro 4.6).

Estos resultados superaron a los citados por Rodríguez (2002), también a los citados por Ríos (2002) quien reporta para el genotipo Bosky 154.09 ton/ha. Los genotipos evaluados en esta investigación no concuerdan con los citados por López (2003) ni con los de Santos (2002), tampoco con los de Hernández (2004). Cabe mencionar que todos los autores trabajaron con genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero rustico.

**Cuadro 4.6**

Rendimiento total de ocho genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2003-2004, UAAA-UL, 2004.

<b>Genotipo</b>	<b>ton/ha</b>
HMX-801	219.5 a
Marcela	218.1 a
Atila	217.2 a
Barbarian	200.1 a b
Bosky	195.0 b
Scoop	194.0 b
Tequila	176.0 b
Filón	152.6 c
CV	20.58
Media	196.5

### **4.3.1 Rendimiento por tamaño**

#### **4.3.1.1 Extra chico**

El análisis para esta variable arrojó diferencia altamente significativa entre genotipos, con una media de 6.85 ton/ha, se encontraron cuatro grupos de significancia sobresaliendo los genotipos Barbarian con 12.20 ton/ha, mientras el genotipo de menor rendimiento fue Bosky con 2.13 ton/ha (Cuadro 4.7).

Barreto (2002), estudiando genotipos de tomate, encontró para esta variable valores de 6.7 ton/ha para el genotipo Centurión que fue el valor mas alto.

#### **4.3.1.2 Chico**

El análisis de esta variable mostró diferencia altamente significativa entre genotipos, con una media de 87.99 ton/ha, se encontraron cuatro grupos de significancia

sobresaliendo los genotipos Tequila y Barbarian con 139.44 y 128.61 ton/ha, mientras que el genotipo Scoop fue el de menor rendimiento con 17.40 ton/ha (Cuadro 4.7).

Estos resultados no concuerdan con los citados por Barreto (2002), quien evaluó genotipos de tomate, cita que los valores mas altos fueron para los genotipos Allegro y Centurión con producciones de 9.8 y 9.0 ton/ha respectivamente.

#### 4.3.1.3 Mediano

El análisis para la variable rendimiento mediano arrojó diferencia altamente significativa entre genotipos, con una media de 21.35 ton/ha, se encontraron cuatro grupos de significancia sobresaliendo los genotipos Atila y HMX-801 con 35.12 y 33.30 ton/ha mientras el genotipo de menor rendimiento fue Scoop con 9.12 ton/ha (Cuadro 4.7).

Los resultados obtenidos en este trabajo no concuerda con los citados por Barreto (2002), quien menciona que los valores mas altos fueron de 1.8 ton/ha.

**Cuadro 4.7** Rendimiento extra chico, chico y mediano de ocho genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2003-2004, UAAA-UL, 2004.

Genotipo	Peso extrachico (Ton/ha)	Peso chico (Ton/ha)	Peso mediano (Ton/ha)
Barbarian	12.20 a	128.61 a	25.90 b
Tequila	11.70 a b	139.44 a	15.00 c d
Filón	9.34 b	114.70 b	16.30 c
Marcela	5.84 c	78.60 c	25.83 b
HMX-801	5.53 c	115.60 b	33.30 a
Atila	5.30 c	87.90 c	35.12 a
Scoop	2.64 d	17.40 d	9.12 d
Bosky	2.13 d	19.34 d	10.00 d
DMS (.05)	2.51	11.38	6.21
Media	6.85	87.99	21.35

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

#### **4.3.1.4 Grande**

En el análisis de esta variable mostró diferencia altamente significativa entre genotipos, con una media de 35.11 ton/ha, se encontraron tres grupos de significancia sobresaliendo los genotipos Marcela y Atila con 59.10 y 59.00 ton/ha, y el genotipo de menor rendimiento fue Tequila con 9.10 ton/ha (Cuadro 4.8).

Para esta variable Barreto (2002), menciona que los valores mas altos fueron 2.2 ton/ha. Lo cual no concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación.

#### **4.3.1.5 Extra grande**

El análisis para la variable rendimiento extragrande arrojó diferencia altamente significativa entre genotipos, con una media de 24.37 ton/ha, se encontraron cinco grupos de significancia sobresaliendo el genotipo Bosky con 73.03 ton/ha, en tanto que el genotipo de menor rendimiento fue Tequila con 0.20 ton/ha (Cuadro 4.8).

Barreto (2002), evaluando genotipos de tomate encontró valores para los genotipos Early rendidor y Súper Rendidor de 0.6 y 0.1 ton/ha, lo cual no concuerda con los resultados de esta investigación.

#### **4.3.1.6 Máximo grande**

El análisis de esta variable mostró diferencia altamente significativa entre genotipos, con una media de 20.19 ton/ha, se encontraron cuatro grupos de significancia sobresaliendo el genotipo Scoop con 91.30 ton/ha mientras el genotipo Tequila fue el que presentó menor rendimiento con 0.24 ton/ha (Cuadro 4.8).

**Cuadro 4.8**

Rendimiento grande, extra grande y máximo grande de ocho genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2003-2004, UAAA-UL, 2004.

<b>Genotipo</b>	<b>Peso grande (Ton/ha)</b>	<b>Peso extragrande (Ton/ha)</b>	<b>Peso máximo grande (Ton/ha)</b>
Marcela	59.10 a	35.61 c	13.20 c
Atila	59.00 a	28.01 c	2.23 d
HMX-801	55.11 a	9.55 d	0.30 d
Bosky	31.20 b	73.03 a	54.70 b
Barbarian	31.00 b	1.70 d e	0.80 d
Scoop	24.60 b	47.45 b	91.30 a
Filón	11.70 c	0.60 d e	0.33 d
Tequila	9.10 c	0.20 e	0.24 d
DMS (.05)	10.66	9.29	9.33
Media	35.11	24.37	20.19

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

## V CONCLUSIONES

En cuanto a altura, Barbarian fue el genotipo que creció más con 2.62 m de altura que estadísticamente superó a los demás genotipos respectivamente. En cuanto a número de nudos los genotipos que presentaron mayor número fueron Scoop y Bosky con 36.83 y 36.72 nudos.

Los resultados para la variable floración demostraron que el genotipo más precoz fue Tequila el cual inició la floración a los 46 días después de la siembra, mientras que el genotipo más retardado fue Scoop con 64 días después de la siembra.

Para la variable de calidad de fruto entre los genotipos para peso de fruto el mejor fue Scoop con 220.96 g, en diámetro polar sobresalió Atila con 8.20 cm, mientras que para diámetro ecuatorial el que mostró un valor más alto fue Scoop con 7.10 cm, para sólidos solubles el de mayor valor fue Tequila con 4.33 ° Brix, en espesor de pulpa el que mostró el mayor valor fue Barbarian con 0.81 cm, y en cuanto a número de lóculos los genotipos que presentaron el mayor número fueron Scoop, Bosky y Marcela con 4.39, 4.30 y 4.22.

En cuanto a rendimiento total, se obtuvieron buenos resultados con una media de 196.5 ton/ha, los mejores genotipos fueron HMX-801, Marcela y Atila con 219.5, 218.1 y 217.2 ton/ha respectivamente.

Para la variable peso por tamaño, los genotipos que tuvieron el mayor rendimiento en peso grande fueron Marcela, Atila y HMX-801 con 59.10, 59.00 y 55.11 ton/ha y los genotipos de mayor rendimiento para peso extragrande y máximo grande fueron Bosky y Scoop.

De acuerdo a estos resultados los genotipos Marcela, Atila y HMX-801 pueden ser ampliamente recomendados para producción comercial bajo condiciones de invernadero.

Para este ciclo de evaluación se cumplió con el objetivo de producir tomate en época de escasez bajo las condiciones climáticas en el periodo otoño invierno. Se encontró que el sistema de producción de tomate en invernadero en esta época de escasez se obtienen rendimientos potenciales comparados con el rendimiento regional obtenido en campo (19 ton/ha).

## VI RESUMEN

El tomate es el cultivo más explotado en condiciones de invernadero en el mundo, debido a su alto consumo y a su capacidad de producción, en la Comarca Lagunera se siembran alrededor de 900 has en cielo abierto con una producción de 19 ton/ha. Por lo anterior, es necesario desarrollar un paquete tecnológico para obtener rendimientos altos y buena calidad en condiciones de invernadero en la época de noviembre a enero, cuando la producción de tomate es escasa y por lo tanto su precio es alto.

La producción de tomate en invernadero con riego por goteo y sustrato de arena permite que las plantas se desarrollen con mayor vigor incrementando su rendimiento y calidad. Durante otoño- invierno del 2003-2004 se estableció un experimento de tomate en invernadero semicilíndrico y riego por goteo, con el objetivo de seleccionar los híbridos con más altos rendimientos, aceptable calidad de fruto; e integrar un paquete tecnológico adecuado a las condiciones de la Comarca Lagunera.

Durante ese periodo se evaluaron ocho genotipos de tomate de crecimiento indeterminado y con la característica de larga vida de anaquel. La siembra se efectuó el 14 de agosto del 2003 en charolas germinadoras de 200 cavidades, con sustrato de musgo canadiense, el trasplante se realizó el 19 de septiembre en macetas de 25 kg, usando como sustrato arena previamente desinfectada y lavada, se instalaron en doble hilera con arreglo a tresbolillo espaciadas a 30 cm entre planta y 80 cm entre pasillos. El diseño experimental fue Bloques al azar con tres repeticiones y la unidad experimental de 15 plantas por genotipo y la superficie sembrada fue de 200 m<sup>2</sup>. Se obtuvieron rendimientos de 219.5 ton/ha con un peso promedio del fruto de 145.03 g y 3.73 grados Brix. Para las variables de calidad se encontró diferencia altamente significativa en diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso promedio del fruto número de lóculos, espesor de pulpa y grados Brix.

En altura de planta los genotipos que sobresalieron fueron Barbarian y Atila con 2.62 y 2.59 m respectivamente. Mientras que para número de nudos los que presentaron el mayor número fueron Scoop y Bosky con 36.83 y 36.72 nudos.

En cuanto a floración el genotipo más precoz fue Tequila con 46 días después de la siembra y el más tardío fue Scoop con 64 días después de la siembra.

Para rendimiento total se encontraron diferencias significativas, siendo los híbridos de mayor rendimiento HMX-801 y Marcela con 219.5 y 218.1 ton/ha, respectivamente, mientras que el genotipo de menor rendimiento fue Filón con 152 ton/ha.

Para el rendimiento por tamaño se encontró que los genotipos evaluados presentaron diferencia altamente significativa para las variables; peso extra chico, chico, mediano, grande, extra grande y máximo grande. Los genotipos que presentaron mayores rendimientos por tamaño para peso grande fueron Marcela, Atila y HMX-801 con 59.10, 59.00 y 55.11 ton/ha, mientras que para peso extragrande fueron Bosky y Scoop con 73.03 y 47.45 ton/ha, respectivamente.

## VII LITERATURA CITADA

- 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 46 p.
- Alpi, A. y F. Tognoni. 1999. Cultivo en invernadero. 3ª ed. ediciones Mundi, prensa Madrid., México pp. 76-77.
- Anderlini, R. 1996. El cultivo de Tomate. 3ª ed. Editorial Mundi-Prensa, México.
- Atherton, J.G. y J. Rudich. 1986. Flowering, Pp. 167-200. En: Atherton J.G. y J. Rudich (ed. The tomato crop. University Press, Cambridge.
- Aung, L.H. 1976. Effect of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive responses of *Lycopersicon esculentum* Mill. J. Am. Soc. Hort. Sci., 101: 358-360.
- Barreto M. I. 2002 Caracterización de producción de genotipos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) tipo proceso en la lagunera. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón, Coah. Méx.
- Baytorun, A. N., S.Topcu , K. Abak and Y. Dasgan, 1999. Growth and production of tomatoes in greenhouses at different temperature levels. Univ. Cokurova, Depto Agri-Engn/Adanal. Turkey. 64(1). pp. 33-39.
- Belda, J. E. y J. Lastre. 1999. Reglamento Específico de Producción Integrada de Tomate Bajo Abrigo: Resumen de aspectos importantes. Pp.1-9. Laboratorio y Departamento de Sanidad Vegetal de Almería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- Berenguer, J. J. 2003. Manejo del Cultivo de tomate en Invernadero. En: Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. Editores. Castellanos, J. Z.; Muñoz, R. J. J. Celaya, Guanajuato, México. Pp. 147-174.
- Bouzo C. A. y F. Garinglio N. 2002. Invernaderos. Aspectos generales a tener en cuenta. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Cultivos intensivos. Kreder 2805. (3080) Esperanza, Santa Fe, Argentina.
- Bretones, C. F.1995. Producción Hortícola Bajo Invernadero. Syposium internacional sobre tecnologías Agrícolas con plásticos. Guanajuato, Méx. Pp. 9-23.
- Burgueño, C. H. 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero, Diapositivas 102-104. En: Memorias del 1º Simposio Nacional de Técnicas Modernas en Producción de Tomate, Papa y otras Solanáceas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, 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.
- Carvajal, M., A. Cerda y V. Martinez, 2000. Modification of the response of saline stressed tomato plants by the correction of cation disorders Plant Growth Regulation. 30: 1pp.37-47. M/CSIC/Ctr Edafol & Biol Aplicada Segura. Dept Fisiol & Nutr Vegetal/POB 4195/Murcia. Spain,
- 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.
- Castilla P. N. 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. Pp. 191-225. En: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México
- Casseres E. 1984. Producción de hortalizas. Tercera edición. Instituto interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. Pp. 71-105.
- Chamarro, L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta, pp. 43-87. 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.
- 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.
- Cotter, D.J., and Gomez, R.E. 1981. Cooperative extension service. 400 H11 pp. 4. U. New México, USA.
- Cuartero, J., Fernández y R. Muñoz, 1999. Tomato and salinity. Scientia Horticulturae. 78. pp. 83-125. "La Mayora" Experimental Station (C.S.I.C.) 29750 Algarrobo-Costa, Spain.
- Diez, J. M. 2001. Tipos varietales. Pp. 93-129 En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Dogterom, M.H, J. A. Matteoni, and R. Plowright, C. 1998. Pollination of greenhouse tomato by the North American *Bombus vosnesenskii* (Hymenoptera: Apidae). Journal of Economic Entomology. Vol. 97. issue 1. pp. 71-75.

- Edmond, J.B. 1981. Principios de Horticultura; CIA: Editorial Continental S.A de C.V; Sexta reimpresión; México D.F.
- 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
- Escudero S., J. 1993. Cultivo hidropónico del tomate. En: 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.
- 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.
- Esquinas, A. J. y F. V. Nuez 2001. Situación Taxonómica, Domesticación y Difusión del Tomate, Pp: 13-23. En: F. Nuez (ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México. Reimpresión.
- FAO. 1996. [http:// WWW. Fao.org](http://WWW.Fao.org).
- 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. 2000. 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
- Garza L. J. 1985. Las hortalizas cultivadas en México, características botánicas. Departamento de Fitotecnia, UACH. Chapingo, México.
- Hernández C. A 2004, Producción de cuatro híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón, Coah. Méx.
- Horward, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel. Pp. 163-171. (2vi) Wener. Hazera LTD. 1166 Pp. Brurin Israel.

- 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, 2003. "<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.
- Johnson, H. Jr. y C.R Rock. 1975. Extensión Vegetable Specialist, University of California, Riverside. Greenhouse tomatoes production. Division of Agricultural Sciences printed December 1975.
- Lomelí, Z. H. 1999. Agricultura. Hidroponía, ventajas y beneficios comerciales. Edición número 60. Ocotlan, Jalisco, México
- López E. J. I. 2003 Producción de siete híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón, Coah. Méx.
- López, J., M. Dorais, N. Tremblay y A. Gosselin. 1996. Effects of varying sulfate concentrations and vapor pressure deficits (vpd) on greenhouse tomato fruit quality and foliar mineral and amino acid components. Horticultural Research Center, Plant Science Department, Laval University, Sainte-Foy, QC, G1K 7P4, Canada.
- Lupin, M., H. Magen and Z. Gambash. 1996. Preparation of solid fertilizer based solution fertilizers under "grass root" field conditions. Fertiliser News, The Fertilizer Association of India (FAI), 41:69-72.
- 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.
- Moreno I. T. 2002. Cultivo de hortalizas sin suelo. Instituto nacional de empleo centro de formación profesional ocupacional de horticultura. C/Remata s/n - CP. 04407/ Almería, España. Telefax: (34) 950244833. morenote@Wanadoo.es

- Murray, R. y Yommi, A. 1995. Momento oportuno de cosecha de tomates larga vida y normales. XVIII Congreso Argentino de Horticultura. ASAHO - Las Termas de Río Hondo.
- Navarro G. M. 2002. Nutrición Vegetal Balanceada y riego por goteo en cultivos hortícolas. En: Memorias del segundo Simposio Nacional de Horticultura. Saltillo, Coahuila, México. 7 -11 de octubre.
- Nelson V. R. 1994. Intensificación y conducción del cultivo del tomate. Segundo congreso Internacional de nuevas tecnologías agrícolas. Nayarit, México. 155-159.
- Nuez V., F. 2001. Desarrollo de nuevos cultivares. Pp 626-669. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del tomate, Editorial Mundi-Prensa, México.
- Osuna, G. A. 1983. Resultados de la investigación Tomates para uso industrial en el edo de Morelos, 1980- 1982., SarH. INIA, CITAMC CAEZ. México.
- Palacios, G. M. de la L. 1990. Tesis "Efecto del Regulador Biozime en Tomate en la Comarca Lagunera". Torreón Coah. Pag. 14
- Papadopoulos, A.P. and S. Pararajasingham. 1998. Effects of controlling pH with hydrochloric acid on the growth, yield, and fruit quality of greenhouse tomato grown by nutrient film technique. Hort Technology. 8(2): 193-198.
- Pérez T. M. D. 2003. Comportamiento de Lineas Segregantes de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de Habito indeterminado con la Incorporación del Carácter Extrafirme. Tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo Coahuila México. Pp 24.
- Philouze, J.; Duffe, P.; Miless, M. 1992. Recherches sur la tomate. Raport d'Activité 1991-1992 de la Satation d'Amelioration des Plantes Maraicheres, Montfavet. Pp 59-61.
- Pilatti, R. A. y Bouzo C. A. 2000. Efecto del bajado de plantas sobre la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill.) cultivado en invernadero Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. Vol. 15 (1-2), 2000.
- Resh, H. M. 1997. Cultivos hidroponicos. 4ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España.
- 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.
- Ríos O. V. M. 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.

- Rodríguez, D. N.. 2002. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en otoño invierno la Comarca Lagunera. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México 81p
- Rodríguez G. E., J Solís R., J Araujo P. y G González, Q. 2002. Efecto de la presión osmótica en la solución nutritiva sobre la producción de fruto en jitomate. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco.
- 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, del R. A. 2001. Manejo del Cultivo Extensivo para Industria, p. 255-309. En: F. Nuez (Ed). El cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa, México. Reimpresión.
- Sade, A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Rejovot, Israel. p.143.
- SAGARPA. 2001. Resumen Agrícola Región Lagunera. Delegación en la Región Lagunera, Sub-delegación de Planeación y Desarrollo Rural. Torreón, Coahuila
- SAGARPA. 2002. Resumen Agrícola Región Lagunera. Delegación en la Región Lagunera, Sub-delegación de Planeación y Desarrollo Rural. Torreón, Coahuila.
- Salisbury F. B. and Ross C.W., 1978, Plant Physiology, Wadsworth Publishing Company, Inc, Belmont California, Pp. 363.
- Sánchez, B. F. y E. Favela Ch. 2000. Construcción y manejo de invernaderos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. En Impresión. Pp. 45.
- Santiago, N. J. 1995. Evaluación de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en condiciones de invernadero, criterios frenológicos y fisiológicos. Tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo, Coahuila México.
- 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
- Sanz, M. A, A. Blanco, E. Monge y J. Val.J. 2000. Caracterización de la Deficiencia de Calcio en la Planta de Tomate Utilizando Parámetros Fisiológicos. ITEA Vol. 97 N° 1 pag. 26-38.

- SAS. 1998. el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12. Edition Cary N:C: United States of America.
- Serrano, C. Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernaderos. Editorial Aedos. Imprenta Juvenil S.A. Barcelona, España.
- Stevens, M. A.; Rick, C. M. 1986. Genetics and breeding. En: "Atherton, J. G. And Rudich, J." Ediciones The tomato crop. Chapman and Hall, London, New York. Pp. 35-102.
- Tiscornia J. R. 1989. Hortalizas de fruto. Tomate, pimiento, pepino y otras. Editorial Albatros, Buenos Aires Argentina. Pp 7-9
- 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. Pelayo C. por Clara Pelayo Depto. Biotecnología. CBS. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México, D.F. <http://rics.ucdavis.edu/postharvest2/Produce/ProduceFacts/Espanol/Tomate.shtml>.
- USDA. 1991. United states Department of Agricultural. Marketing Service. United States Standards for grades of fresh tomatoes. P. 3.
- Valadéz L. A. 1990. Producción de hortalizas. Editorial Limusa, México D.F. Pp. 198-222.
- Van de Vooren, J. G., W. H. Welles and G. Hayman. 1989. Glasshouse crop production. En: Atherton J. G. Rudich, J. (Ed. The Tomato crop Chapman and hall. London: 581-623.)
- Wills, R., W. MacGlasson, D. Graham, T. Lee, and G. Hall. 1989. Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. South China Printing Company Limited, Hong Kong, 174 p.
- Winspear, K.W., Postlethwaite, J.D., Cotton, R.F.(1970). The restriction of Cladosporium and Botrytis cinerea, attacking glasshouse tomatoes by automatic humidity control. Ann. Appl. Biol. 65:75-83.
- Zaidan, O. y A. Avidan,(1997). CINDACO. Curso Internacional de hortalizas. Shefayim, Israel

# VII APÉNDICE

**Cuadro 1A** Análisis de varianza para la variable altura de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 - 2004, UAAAN-UL, 2004.

F.V	G. L	S. C	C. M	F	P > F
Genotipo	7	0.6426	0.0918	2.99	0.0387
Repetición	2	0.0114	0.0057	0.19	0.8323
Error	14	0.4304	0.0307		
Total	23	1.0844			

**Cuadro 2A** Análisis de varianza para la variable nudos de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 - 2004, UAAAN-UL, 2004.

F.V	G. L	S. C	C. M	F	P > F
Genotipo	7	92.51	13.21	10.77	0.0001
Repetición	2	7.45	3.72	3.04	0.0801
Error	14	17.17	1.22		
Total	23	117.13			

**Cuadro 3A** Análisis de varianza para la variable floración de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 - 2004, UAAAN-UL, 2004.

F.V	G. L	S. C	C. M	F	P > F
Genotipo	7	711.18	101.59	3.54	0.0210
Repetición	2	68.41	34.20	1.19	0.3325
Error	14	401.64	28.68		
Total	23	1181.24			

**Cuadro 4A** Análisis de varianza para la variable peso promedio del fruto de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.

F.V	G. L	S. C	C. M	F	P > F
Genotipo	7	239852.79	34264.68	41.63	0.0001
Repetición	2	17524.65	8762.32	10.65	0.0001
Error	167	137459.93	823.11		
Total	176	393003.44			

**Cuadro 5A** Análisis de varianza para la variable diámetro polar de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.

F.V	G. L	S. C	C. M	F	P > F
Genotipo	7	145.60	20.80	70.75	0.0001
Repetición	2	0.6542	0.3271	1.11	0.3311
Error	167	49.09	0.2940		
Total	176	195.17			

**Cuadro 6A** Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.

F.V	G. L	S. C	C. M	F	P > F
Genotipo	7	63.2487	9.0355	47.81	0.0001
Repetición	2	4.3188	2.1594	11.43	0.0001
Error	167	31.5601	0.1889		
Total	176	98.3943			

**Cuadro 7A** Análisis de varianza para la variable grados Brix de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.

F.V	G. L	S. C	C. M	F	P > F
Genotipo	7	13.7216	1.9602	16.76	0.0001
Repetición	2	2.9449	1.4724	12.59	0.0001
Error	167	19.5342	0.1169		
Total	176	36.1987			

**Cuadro 8A** Análisis de varianza para la variable espesor de pulpa de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.

F.V	G. L	S. C	C. M	F	P > F
Genotipo	7	0.3525	0.0503	5.95	0.0001
Repetición	2	0.0439	0.0219	2.60	0.0774
Error	167	1.4127	0.0084		
Total	176	1.8024			

**Cuadro 9A** Análisis de varianza para la variable número de lóculos de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.

F.V	G. L	S. C	C. M	F	P > F
Genotipo	7	165.3988	23.6284	61.12	0.0001
Repetición	2	3.7774	1.8887	4.89	0.0087
Error	167	64.5554	0.3865		
Total	176	232.8096			

**Cuadro 10A** Análisis de varianza para la variable rendimiento total de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.

F.V	G. L	S. C	C. M	F	P > F
Genotipo	7	169135.05	24162.15	14.77	0.0001
Repetición	2	52568.47	26284.23	16.07	0.0001
Error	346	565861.68	1635.43		
Total	355	787565.22			

**Cuadro 11A** Análisis de varianza para la variable rendimiento extra chico de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.

F.V	G. L	S. C	C. M	F	P > F
Genotipo	7	4615.23	659.31	18.10	0.0001
Repetición	2	401.74	200.87	5.51	0.0044
Error	346	12605.06	36.4308		
Total	355	17596.03			

**Cuadro 12A** Análisis de varianza para la variable rendimiento chico de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.

F.V	G. L	S. C	C. M	F	P > F
Genotipo	7	690386.57	98626.65	132.42	0.0001
Repetición	2	1280.603	640.3015	0.86	0.4242
Error	346	257699.32	744.7957		
Total	355	948682.37			

**Cuadro 13A** Análisis de varianza para la variable rendimiento mediano de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 - 2004, UAAAN-UL, 2004.

F.V	G. L	S. C	C. M	F	P > F
Genotipo	7	31514.09	4502.01	20.26	0.0001
Repetición	2	2878.17	1439.08	6.48	0.0017
Error	346	76884.49	222.20		
Total	355	111504.51			

**Cuadro 14A** Análisis de varianza para la variable rendimiento grande de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 - 2004, UAAAN-UL, 2004.

F.V	G. L	S. C	C. M	F	P > F
Genotipo	7	129639.99	18519.99	28.34	0.0001
Repetición	2	6575.52	3287.76	5.03	0.0070
Error	346	226102.02	653.47		
Total	355	362620.83			

**Cuadro 15A** Análisis de varianza para la variable rendimiento extra grande de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 - 2004, UAAAN-UL, 2004.

F.V	G. L	S. C	C. M	F	P > F
Genotipo	7	219256.72	31322.38	63.04	0.0001
Repetición	2	8582.68	4291.34	8.64	0.0002
Error	346	171908.99	496.84		
Total	355	398645.52			

**Cuadro 16A** Análisis de varianza para la variable rendimiento máximo grande de ocho genotipos de tomate, evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno 2003 – 2004, UAAAN-UL, 2004.

F.V	G. L	S. C	C. M	F	P > F
Genotipo	7	361830.23	51690.03	103.19	0.0001
Repetición	2	1520.52	760.26	1.52	0.2207
Error	346	173326.78	500.94		
Total	355	536162.67			