

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**EVALUACIÓN PARA RENDIMIENTO Y CALIDAD DE
FRUTO DE DOS HIBRIDOS DE TOMATE BOLA
(*Lycopersicon esculentum* Mill.) BAJO CONDICIONES DE
INVERNADERO.**

POR:

JOSÉ ALFREDO RÍOS CRUZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

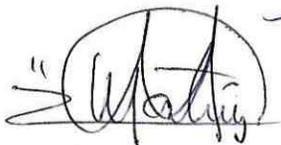
TESIS DEL C. JOSÉ ALFREDO RÍOS CRUZ QUE SE SOMETE A
CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORES, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

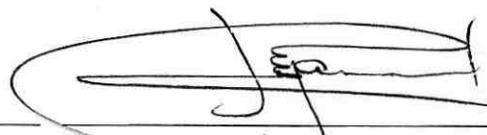
APROBADO POR:



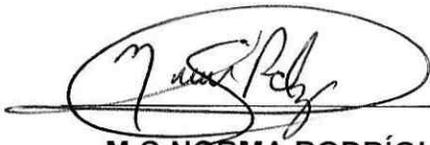
**DR. PEDRO CANO RÍOS
ASESOR PRINCIPAL**



**ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
ASESOR**



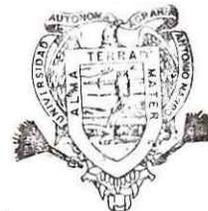
**M.C. ALEJANDRO MORENO RESENDEZ
ASESOR**



**M.C. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS
ASESOR**



**ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ
COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



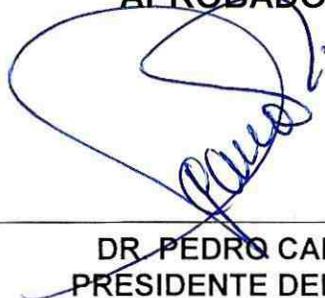
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS

TESIS DEL C. JOSÉ ALFREDO RÍOS CRUZ QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRONO EN HORTICULTURA

APROBADO POR:



**DR. PEDRO CANO RÍOS
PRESIDENTE DEL JURADO**



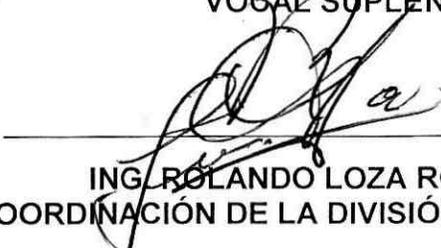
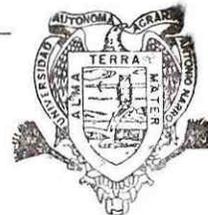
**ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
VOCAL**



**DR. VICENTE DE PAÚL ÁLVAREZ REYNA
VOCAL**



**M.C. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS
VOGAL SUPLENTE**



**ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ
COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONOMICAS
UNIDAD LAGUNA**

AGRADECIMIENTOS

A mi "ALMA MATER" por haberme brindado y permitido culminar satisfactoriamente mis estudios en esta universidad.

Al Ph.D. Pedro Cano Ríos Maestro e investigador del departamento de Horticultura de la UAAAN-UL e INIFAP (CIAN, región lagunera). Por su colaboración y aportación para la realización de esta investigación, por la confianza y amistad brindada.

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

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

Al Ing. Víctor Martínez Cueto, por todo el apoyo que mostró en la realización de este trabajo.

Al Ing. M.C. Norma Rodríguez Dimas, por sus grandes aportaciones y sugerencias que fueron esenciales para la realización de este trabajo.

Al Ing. M.C. Manuel Luna, por su colaboración y ayuda en los sistemas de riego.

A la secretaria de horticultura que nos dio tantos favores Brenda Isela Ojeda.

Al M.C Alejandro Moreno Resendez, por sus aportaciones a este trabajo.

A mis compañeros y amigos que colaboraron en algunos trabajos dentro de la investigación.

DEDICATORIAS

A mi Dios todopoderoso, que fue el que me dio la vida y las oportunidades de realizarme como lo que soy hasta ahora, gracias Señor Dios por tener la dicha de ser feliz.

A mis excelentes y hermosos padres la Sra. Dora Cruz Gómez y el Sr. Juan Bernardo Ríos Caldelas, por todo el cariño, amor, buenos deseos y apoyo que me brindaron siempre, y que siempre lo harán, "Gracias Papas".

A mi Preciosa hija Ciria Nataly Ríos Sánchez, que ha sido mi impulso para seguir adelante con mis estudios y superación como profesionista y como persona. "Te quiero hija".

A mi amada Ciria Selene Sánchez Rodríguez, por el apoyo tanto laboral como moral, que mostró en la realización de este trabajo, gracias por todo mi amor. "Te amo".

A mi hermano del alma, el L.A.P. Carlos Alejandro Ríos Cruz, por su incesante cariño, consejos y apoyo de seguir adelante con mis estudios. "Gracias hermano".

A mi familia, Cruz Gómez y Ríos Caldelas, que siempre me apoyaron en no desistir en mis estudios. "Gracias familia".

A la familia Sánchez Rodríguez y Sánchez Bernal que siempre me estuvieron ayudando de una u otra manera en mi estancia en esta ciudad.

A mis profesores del departamento de Horticultura y demás departamentos que mientras realice mis estudios, aportaron mucho para mi formación como profesionista.

A mis amigos de la candela 81, que ayudaron mucho en brindarme su amistad, a mis compañeros de la generación de horticultura, en especial a mis cuates Guillermo L., Leocadio G., Raúl E., Julián S., Juan S., Iván H. y Mariano S.

A todos los amigos que no se mencionan aquí, pero que de alguna forma contribuyeron en este trabajo.

“Gracias a todos y por todo”

RESUMEN

El cultivo del tomate es una de las hortalizas más explotada en condiciones de invernadero en el mundo, debiéndose a su alto consumo y capacidad de producción. En la Región Lagunera se siembran alrededor de 905 has en cielo abierto, obteniéndose un rendimiento de 18 Ton/ha. Presentándose su producción en el periodo de primavera-verano, periodo en que se ofrece a muy bajos precios, esto debido a la alta competencia entre productores habiendo reducidas ganancias o hasta llegar a las pérdidas.

Ahora que vemos la problemática que se enfrentan los productores en cuanto a este cultivo del tomate es necesario desarrollar un paquete tecnológico para obtener altos rendimientos y excelente calidad en condiciones de invernadero en la época de invierno (Noviembre-Enero), época en la que la oferta es baja y por consiguiente los precios son altos. Por consiguiente, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la producción de dos genotipos de tomate en invernadero en el periodo de escasez, para lo cual se estableció el experimento en el invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL). Se estableció en el periodo de Junio-Febrero donde se evaluaron 2 genotipos de tomate bola de crecimiento indeterminado; sembrándose en charolas germinadoras el 25 de junio y el transplante el día 14 de agosto; el diseño experimental fue de bloques completamente al azar con 3 repeticiones. Se utilizaron macetas de 25 kg, distribuyéndolas a doble hilera a tres bolillos espaciadas a 30 cm plantas y 70 cm entre pasillos, las plantas fueron guiadas a un solo tallo y sostenidas con hilo de plástico (rafia). Las variables evaluadas fueron rendimiento y calidad, así como la altura e inicio de floración.

En la investigación no se encontraron diferencias significativas entre los genotipos para todas las variables analizadas. Teniendo Bosky 154.09 Ton/ha y Adela con 144.03 Ton/ha.

El promedio de diámetro de frutos varió en el diámetro polar presentando Bosky 6.33 cm y Adela un 5.66 cm, obteniéndose en el ecuatorial una similitud que los hace casi iguales a estos dos genotipos, ya que mostró Bosky 7.22 cm y Adela 7.05 cm.

En esta investigación a pesar de que hubo altos rendimiento existieron perdidas en cuanto al rendimiento, debido a altas temperaturas, plagas, bajas humedades relativas y bajas temperaturas, ocasionando aborto de flores y frutos, muerte de partes vegetativas por plagas y enrollamiento de hojas.

En el experimento se encontraron diferencias altamente significativas entre los genotipos para todas las variables de calidad analizadas más no para la variable rendimiento en la cual no se encontró diferencias significativa, se obtuvo un rendimiento promedio de 149.03 Ton/ha. Los frutos obtenidos tuvieron diferencias significativas entre los genotipos, mostrando que Bosky tuvo 201.71 y Adela con 187.09

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIAS.....	v
RESUMEN.....	viii
INDICE DE CUADROS.....	xiv
APÉNDICE.....	xv
1 INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Hipótesis	3
1.3 Metas	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Generalidades del tomate	4
2.1.1 Origen.....	5
2.1.3 Valor nutritivo.....	5
2.2 GENERALIDADES DEL INVERNADERO	9
2.3 EXIGENCIAS DE CLIMA	10
2.3.1 Generalidades.....	10
2.3.2 Temperatura.....	10
2.3.3 Humedad.....	13
2.3.4 Luminosidad.....	14
2.3.5 Contenido de CO ₂ en el aire.....	16
2.4 LABORES CULTURALES	18

2.4.1 Producción de plántula.....	18
2.4.2 Transplante.....	18
2.4.3 Poda de formación.....	19
2.4.4 Aporcado y rehundido.....	19
2.4.5 Tutorado.....	20
2.4.6 Destallado.....	20
2.4.7 Deshojado.....	20
2.4.8 Despunte de inflorescencia y aclareo de frutos.....	21
2.4.9 Bajado de plantas.....	21
2.4.10 Arreglo topológico.....	22
2.4.11Fertirrigación.....	22
2.4.12Polinización.....	24
2.5 PLAGAS Y ENFERMEDADES	26
2.5.1Plagas.....	26
2.5.1.1Insectos.....	26
2.5.1.1.1Minador de la hoja.....	26
2.5.1.1.2 MOSCA BLANCA.....	27
2.5.1.3 Medidor del tomate.....	28
2.5.1.1.3Gusano alfiler.....	28
2.5.1.2 Ácaros.....	29
2.5.1.2.1Acaro bronceador del tomate.....	29

2.5.2 Enfermedades.....	30
2.5.2.1 Enfermedades producidas por hongos.....	30
2.5.2.1.1 Alternariosis.....	30
2.5.2.1.2 Tizón tardío	31
2.6 ALTERACIONES DEL FRUTO	32
2.6.1 Podredumbre apical <<Blossom-end rot>>.....	32
2.6.2 Grietas del fruto.....	32
2.6.3 Manchado del fruto.....	32
2.6.4 Acostillado verde.....	33
2.6.5 Cara de gato.....	33
2.6.6 Curvado.....	33
2.7 COSECHA 34.....	34
2.8 CALIDAD DEL FRUTO	35
2.8.1 Grados Brix (° Brix).....	35
2.8.2 Tamaños.....	36
2.9 ANTECEDENTES DE PRODUCCIÓN DE TOMATE EN CONDICIONES DE INVERNADERO	36
2.9.1 Producción.....	36
3 MATERIALES Y METODOS.....	38
3.1 LOCALIZACIÓN Y TIPO DE INVERNADERO	38

3.2 UBICACIÓN	38
3.3 CLIMA	38
3.4 GENOTIPOS	39
3.5 SUSTRATO	39
3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL	40
3.7 MANEJO DEL CULTIVO	40
3.8 FERTILIZACIÓN Y RIEGOS	41
3.9 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	42
3.10 COSECHA	42
3.11 VARIABLES EVALUADAS.....	42
3.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	43
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
4.1 DESARROLLO VEGETATIVO	44
4.1.1 Altura de la planta.....	44
4.1.2 Inicio de floración.....	44
4.2 CALIDAD DE FRUTO	45
4.2.1 Peso promedio del fruto.....	45
4.2.2 Diámetro polar (DP).....	45
4.2.3 Diámetro ecuatorial (DE).....	46
4.2.4 Grado brix (°Brix).....	46

4.2.5 Espesor de pulpa.....	46
4.2.6 Numero de lóculos.....	47
4.2.7 Color y forma del fruto.....	47
4.3 RENDIMIENTO	47
5 CONCLUSIONES.....	49
6 LITERATURA CITADA.....	50

ÍNDICE DE CUADROS

N°		Página
2.1	Contenido de vitaminas (Castaños, 1993)	9
2.2	Valor nutritivo medio del tomate por 100 g de producto comestible (Grubben, 1977).	9
2.3	Temperaturas diurnas y nocturnas desde la germinación de las semillas hasta la fructificación, en los tomates de invernadero (Resh, 1997).	11
2.4	Sólidos solubles, acidez y relación sólidos solubles/acidez en tomates cherry (cv. Supers sweet VF 100) cosechados en tres grados de madurez y madurados a 20 °C hasta alcanzar el grado 6. CELALA, 2002.	24
2.5	Clasificación del fruto de tomate por tamaños en cada tipo de calidad México 1 y México 2. CELALA, 2002.	36
3.1	Genotipos de tomate bola cultivados bajo condiciones de invernadero.	41
3.2	Solución nutritiva empleada en el ciclo del cultivo de tomate bola bajo condiciones de invernadero.	42
4.1	Variables altura de planta e inicio de floración de 2 genotipos de tomate bola bajo condiciones de invernadero.	45
4.2	Variables de calidad de fruto de 2 genotipos de tomate bola en invernadero.	47
4.3	Rendimiento y forma del fruto de 5 genotipos de tomate en invernadero en la interacción otoño-invierno del 1999-2001 y 2000-2001 CELALA.	48

APÉNDICE

	Página
Cuadro 1.1A Cuadrados medios y significación para los variables presentes en el racimo 1.	55
Cuadro 1.2A Cuadrados medios y significación para los variables presentes en el racimo 2.	55
Cuadro 1.3A Cuadrados medios y significación para los variables presentes en el racimo 3.	56
Cuadro 1.4A Cuadrados medios y significación para los variables presentes en el racimo 4.	56
Cuadro 1.5A Cuadrados medios y significación para los variables presentes en el racimo 5.	57
Cuadro 1.6A Cuadrados medios y significación para los variables presentes en el racimo 6.	57
Cuadro 1.7A Cuadrados medios y significación para los variables presentes en el racimo 7.	58
Cuadro 2.1A Cuadrados medios y significación para los variables presentes en el rendimiento.	58
Cuadro 3.1A Cuadrados medios y significación para los variables presentes en las alturas.	59
Cuadro 4.1A Cuadrados medios y significación para las variedades de calidad para genotipo y número de racimos.	59
Cuadro 5.1A Medias y significación para los racimos, para las variables de calidad.	60

I INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una hortaliza, cuya parte comestible es el fruto, En México está considerada como la segunda especie hortícola más importante por la superficie sembrada (SARH 1993), con una superficie que abarca a las 3.6 millones de hectáreas a nivel mundial (FAO, 2000).

El cultivo de tomate, requiere de ciertas condiciones climáticas para su desarrollo y producción, los cuales pueden ser afectados por factores del medio ambiente (temperatura, suministro de agua, energía solar, etc.). esto repercute de manera directa en las funciones fisiológicas y metabólicas de la planta influyendo así en el rendimiento y productividad del cultivo (Van Haeff, 1990). 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 rebasa las 400 toneladas por hectárea / año (Cotter y Gómez, 1981; Papadopoulus y Pararafasingham, 1998; Baytorun *et al.*, 1999; Egea *et al.*, 1999. Citados por Rodríguez 2002.). La producción hortícola en invernadero se ha incrementado gradualmente en la republica de Mexicana y estos están destinados principalmente al cultivo del tomate (Nelson, 1994).

La producción de tomate en la Comarca Lagunera para el 2001 alcanzó una superficie de 905 has bajo cielo abierto representando el 0.12% del total nacional, con un rendimiento promedio regional de 18 Ton/Ha con un poco más de 34.3 millones de pesos

en valor de la producción (SAGARPA, 2001) y alrededor de 5 hectáreas bajo condiciones de invernadero. La producción bajo cielo abierto se realiza durante el ciclo primavera-verano en los meses de junio-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.

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 EE.UU., siendo nuestro principal comprador (FAO, 1996). Además en el mercado Mexicano este producto es escaso y su precio muy alto de hasta 20 pesos kilogramo.

1.1 OBJETIVOS

- Evaluar rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate bola indeterminado, bajo condiciones de invernadero en la época de mayor demanda (invierno).
- Seleccionar el mejor genotipo, de mayor calidad de fruto y con altos rendimientos en condiciones de invernadero.
- Obtener un paquete tecnológico productivo para la explotación de tomate en invernadero en época de mayor demanda y a bajo costo.

1.2 HIPÓTESIS

- Existen diferencias en cuanto a calidad y rendimiento entre los genotipos de tomate bola a evaluar.
- Sé puede obtener altas producciones de tomate con aceptable calidad y altas producciones en la época de mayor demanda.
- Es posible obtener un paquete tecnológico de alta productividad bajo condiciones de invernadero en invierno.

1.3 METAS

Para el año 2002 contar con el híbrido de tomate con excelente calidad de fruto y altos rendimiento, además de contar con un paquete tecnológico de producción de tomate bola bajo condiciones de invernadero con una exitosa producción (mayor de 100 Ton/ha).

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES DEL TOMATE

2.1.1 ORIGEN

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

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) se cuenta entre los vegetales más importantes del mundo y se cultiva en grandes cantidades en la mayor parte de este. El tomate, aparentemente es originario de Sudamérica, pero fue en México donde se cultivo por primera vez. Los colonizadores europeos lo llevaron a Europa a mediados del siglo XVI, donde no fue ampliamente utilizado durante muchos años. Aunque en Estados Unidos fue introducido en el siglo XVIII, tardó otros 100 años en ser aceptado como fruto comestible.

La opinión sobre el tomate fue muy variada; desde considerarlo venenoso hasta asociarlo con el amor, como lo indica su nombre francés, *pomme d'amour*, o "manzana de amor" (Gordon y Barden, 1992). Los antecedentes históricos favorecen a México como el centro más importante de la domesticación del tomate, ya que la utilización de formas domesticas en nuestro país, tiene bastante antigüedad y sus frutos eran bien conocidos y

empleados como alimento por las culturas indígenas que habitaban la parte central y sur de México, ante la llegada de los Españoles (Nuez, 1999).

2.1.2 Taxonomía y Morfología

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

Nombre común.....tomate ó jitomate.
 Nombre científico..... *Lycopersicon esculentum* Mill.
 Reino..... Vegetal
 División.....Tracheophyta
 Subdivisión..... Pteropsidae
 Clase..... *Dicotyledoneas*.
 Orden..... *Solanales (Personatae)*.
 Familia..... *Solanaceae*.
 Subfamilia..... *Solanoideae*.
 Tribu *Solaneae*.
 Género..... *Lycopersicon*.
 Especie *Esculentum*.

Según Valadez, 1996 se divide en dos subgéneros:

Eulicopersicon (frutos rojos y amarillos)

1. – L. *esculentum*
2. – L. *pimpinellifolium*

Ericopersicon (frutos verdes)

1. – L. *peruvianum*
2. – L. *chilense*
3. – L. *glandulosum*
4. – L. *hirsutum*

Chamarro (1999) y Rodríguez (1997) nos describen las características morfológicas del tomate.

Semilla: La semilla de tomate tiene forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión está constituido, a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula.

Planta: En los trópicos, la planta de tomate es una herbácea perenne, mientras que en las latitudes del norte crece como anual. El hábito de crecimiento de los diferentes cultivares presenta una gran variación, pero en la mayoría de los tipos comunes el tallo alcanza una longitud de 0.7 a 2 m y desarrolla vástagos múltiples que se originan en las axilas foliares (Gordon y Barden, 1992). Pueden crecer en forma rastrera, semi-erecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinados) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminado) y semi-indeterminado, las cuales requieren que su cultivo se realice en espalderas (Chamarro, 1999).

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 intermodales cada 3 hojas. Cuando este proceso se repite indefinidamente los cultivares se nombran indeterminados.

Determinadas: Las plantas tienen un crecimiento limitado, puede extenderse 2 m; los segmentos del eje principal soportan un número inferior de hojas y terminan en una inflorescencia, el sistema de ramificación lateral experimenta un crecimiento limitado dando a la planta un aspecto arbustivo con sistema circular (Chamarro, 1999).

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

Tallo principal: El tallo es erguido durante los primeros estadios de desarrollo, pero pronto se tuerce a consecuencia del peso. Puede llegar hasta los 2.5 m de longitud. Su superficie es angulosa, provista de estomas, una corteza formada por parénquima y tejido de sostén en forma de anillo continuo, un límite impreciso entre la corteza y el cilindro central; y los tejidos conductores dispuestos en un círculo de haces liberoleñosos (Rodríguez *et. al.*, 1997).

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

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

Fruto: El fruto es una baya de color amarillo, rozado o rojo debido a la presencia de licopeno y carotina, en distintas y variables proporciones. Su forma puede ser redondeada, achatada o en forma de pera y en su superficie lisa o asurcada, siendo el tamaño muy variable según las variedades. En sección transversal se aprecian en él la piel, la pulpa firme, el tejido placentario y la pulpa gelatinosa que en vuelve 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).

2.1.3 Valor nutritivo

El valor nutritivo del tomate no es muy elevado (Tabla 1.2). Según un estudio realizado por Stevens (1974) sobre las principales frutas y hortalizas de EE.UU., el tomate ocupa el

numero 16 en cuanto a concentración relativa de un grupo de 10 vitaminas y minerales.

Cuadro 2.1. Contenido de vitaminas (Castaños, 1993)

Vitamina A (IU):	1,113	Niacina (mg):	0.60
Tiamina (mg):	0.06	Ácido ascórbico (mg):	17.60
Riboflavina (mg):	0.05	Vitamina B12 (mg):	0.05

Cuadro 2.2. Valor nutritivo medio del tomate por 100 g de producto comestible (Grubben, 1977).

		Agua 95%	
Residuos	6.0 %	Caroteno	0,5 mg
Materia seca	6.2 g	Tiamina	0.06 mg
Energía	20.0 Kcal	Riboflavina	0.04 mg
Proteínas	1.2 G	Niacina	0.6 mg
Fibra	0.7 g	Vitamina C	23.00 mg
Calcio	7.0 mg	Valor nutritivo medio (VNM)	2.39
Hierro	0.6 mg	VNM por 100 g de materia seca	38.5

(Grubben 1977), citado por Esquinas y Nuez (1999).

2.2 GENERALIDADES DEL INVERNADERO

INVERNADERO. Conjunto formado por estructura ligera y cubierta que permite la protección y/o crecimiento de las plantas mediante el uso de la energía solar y la defensa contra el frío y otras condiciones climáticas adversas (Matallano y Montero, 1995).

2.3 EXIGENCIAS DE CLIMA

2.3.1 Generalidades

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamentalmente para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto. Según Castilla (1999) y Sade (1998) los principales factores climáticos para el manejo óptimo de un invernadero son los siguientes:

2.3.2 Temperatura

Normalmente, las plantas de mejor calidad se consiguen cuando las temperaturas nocturnas son 10°F (5.5°C) inferiores a las del día. Los mejores límites de temperaturas para los cultivos de estación cálida son los de 60°F (16°C) por la noche y 75°F (24°C) durante el día. Las cosechas de estación fría preferirán 50°F (10°C) por la noche y 60°F (16°C) durante el día. En los periodos nubosos conviene mantener la temperatura diurna 10° más baja (5.5°C) más baja. Estas cifras son sólo orientaciones. Las específicas temperaturas óptimas, máximas y mínimas, dependen de las especies e incluso de las diferencias varietales.

En tomate, si la diferencia de temperaturas día-noche es demasiado grande, se forman racimos largos y verticales que más tarde se curvan y posiblemente se rompen al desarrollarse los frutos.

Si la temperatura es demasiado baja, el desarrollo de las plantas será lento, pudiendo aparecer un tono púrpura en la hojas, especialmente en tomates, y si la temperatura es muy alta las plantas serán tiernas y alargadas, resultando de muy pobre calidad.

La temperatura óptima para las plantas de tomate varía con el estado de desarrollo de éstas (Cuadro 2.3.) . Las plantas de tomate, cultivadas en condiciones óptimas de temperatura y luz, desarrollan grandes cotiledones y tallos gruesos, llegando a tener hasta el doble de flores en el primer e incluso en el segundo racimo floral, a pesar de las pocas hojas formadas bajo éstos, proporcionando una alta cosecha temprana, así como elevando la total.

Cuadro 2.3. Temperaturas diurnas y nocturnas desde la germinación de las semillas hasta la fructificación, en los tomates de invernadero*

Estado de desarrollo	Temperatura	
	Noche	Día
Germinación de las semillas	24°-26°C (75°-79°F)	24°-26°C (75°-79°F)
Después de emergencia, hasta la semana antes del trasplante	20-22°C (68-72°F)	20-22°C (68-72°F)
Durante la semana	18-19°C (64-66°F)	18-19°C (64-66°F)
Después del trasplante hasta el inicio de la recogida	21-26°C (70-79°F)	16-18.5°C (61-65°F)
Durante la recogida	21-24°C (70-75°F)	17-18.5°C (63-65°F)

*Fuente Resh, 1997.

Temperatura del suelo: En el cultivo del tomate, temperaturas de suelo inferiores a 12 °C son críticas para el desarrollo radicular, con repercusión en el crecimiento de las partes aéreas (Abdehafeez *et al.*, 1971). Otros autores cifran este umbral entre 13 y 15 °C (Orchard, 1980) destacando su influencia en la absorción del agua y nutrientes y en la síntesis radicular de reguladores del crecimiento (Hurt y Sheard, 1981). Los umbrales máximos de temperatura del sistema radicular se sitúan en torno a 30-35 °C (Bugbee y White, 1984), siendo las temperaturas óptimas mayores durante las primeras semanas del crecimiento, de 25 a 30 °C y del orden 20 a 25 °C durante el resto del ciclo (Hurd y Sheard, 1981; Bugbee y White, 1984).

Temperatura de aire: En condiciones mediterráneas, Brun y Lagier (1984) recomiendan temperaturas de aire día/noche de 21-27 / 12-15 °C, según condiciones de iluminación. Temperaturas de suelo más altas, sobre todo en condiciones desfavorables para la floración (débil iluminación y alta temperatura del aire), tienen efecto negativo sobre las primeras inflorescencias (Wacquant *t al.*, 1977).

Temperatura de la planta: Las temperaturas de la planta y, en particular, la temperatura de la hoja evoluciona generalmente de modo paralelo a la temperatura del aire circundante, tanto en invernadero como en el exterior, con pequeñas diferencias a favor de la hoja (de día) y en contra (de noche) y con gran variabilidad según la situación foliar (Calvert, 1973); La calefacción puede modificar esta situación, especialmente de noche (Serrano, Z., 1974).

2.3.3 HUMEDAD

Humedad en invernadero: La presión de saturación del vapor de agua depende de la temperatura del aire, los valores de humedad relativa del aire tienen poco significado sin conocer la temperatura del aire. El contenido en vapor de agua del aire en invernadero está influenciado por la evapotranspiración; un exceso de vapor de agua puede corregirse renovando el aire, es decir, ventilando.

Para un valor constante de vapor de agua en el aire, la humedad relativa crecerá al bajar la temperatura del aire y disminuirá al subir la temperatura de éste. En condiciones próximas a la saturación puede condensarse vapor de agua en las superficies interiores del material de cerramiento si su temperatura alcanza el punto de rocío (Rose, 1979). Lo normal será que de noche, al subir la H.R., haya condensaciones sobre cubierta y plantas, mientras que de día la H.R. bajará al subir la temperatura, acelerando la transpiración y el estrés hídrico del suelo. Las condensaciones de vapor de agua en el material de cubierta modifican, especialmente en plásticos, las características de transmisividad del material en longitudes de onda del infrarrojo térmico.

Humedad relativa en el cultivo del tomate: En el cultivo de tomate, humedades relativas del aire inferiores al 90% son deseables, pues valores superiores favorecen el desarrollo de enfermedades criptogámicas, especialmente *Botrytis* (Harper et al., 1979; Hurd y Sheard, 1981) siendo óptimos valores del 70 al 80 % (Cottery y Walker, 1967; Winspear *et al.*, 1970) incluso con temperaturas nocturnas bajas de aire (13 °C).

En condiciones de baja humedad relativa, la tasa de transpiración crece, lo que puede acarrear, especialmente en fase de fructificación con menor actividad radicular, estrés hídrico, cierre estomático y reducción de fotosíntesis. Valores extremos de humedad reducen el cuajado de tomate (Van Koot y Van Ravestjin, 1963); valores muy altos, especialmente con baja iluminación, reducen la viabilidad del polen (Burns *et al.*,

1979; Drakes y Statham, 1979), pudiendo, al limitar la evapotranspiración (ET), reducir la absorción de agua y nutrientes y generar déficit de elementos como calcio (Hurd y Sheard, 1981), induciendo desórdenes fisiológicos (podredumbre apical).

Recientes investigaciones demuestran que la cosecha de tomate está correlacionada, con la humedad media en 24 horas, y que valores elevados reducen la cosecha en tomate.

2.3.4 ILUMINACIÓN

RADIACIÓN EN INVERNADERO: La radiación solar en parte es absorbida por suelo, planta y objetos dentro del invernadero, siendo convertida en energía térmica e irradiada como radiación térmica o disipada por convección, conducción y transpiración.

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

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

RADIACIÓN EN EL CULTIVO DEL TOMATE: Cabe señalar que el tomate es un cultivo insensible al fotoperiodo, 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 (Woods, 1966; Orzolet y cols., Aung, 1976; Kinnet y cols., Winsor, 1979).

Valores de radiación total diaria en torno a $0,85 \text{ MJ/m}^2$ son los umbrales considerados mínimos para la floración y cuajado, siendo preferible mayor iluminación en menor período de tiempo, que iluminaciones más débiles durante más tiempo (Kinet, 1977). Los efectos negativos de una baja luminosidad pueden compensarse, en parte, con aumentos del contenido de dióxido de carbono (CO_2) del aire (Cooper y Hurd, 1968).

Es frecuente observar en nuestros invernaderos durante los meses de Enero y Febrero, un gran alargamiento de los entrenudos y un marcado fototropismo de las plantas. Hoy día a través de la mejora genética podemos disponer de cultivares mejor adaptados para la floración y cuajado del fruto en condiciones de baja iluminación, usuales en ciclos de invierno (Van de Vooren *et al.*, 1986).

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

El empleo de doble capa permanente de plástico en invernadero, para mejorar las condiciones térmicas durante el invierno, genera reducciones de la radiación interior con incidencia negativa en la producción. La práctica de blanquear el invernadero, a fin de

reducir las altas temperaturas en primavera, reduce la radiación; sería preferible dotar a los invernaderos de una ventilación más eficiente (ventanas cenitales) y evitar esta práctica, que reduce la radiación y, por tanto, la producción. Con baja iluminación la polinización será insuficiente y el tamaño de fruto menor (Van de Vooren *et al.* , 1986). Durante la época nubosa las hojas de tomate presentan un bajo contenido de azúcares, y por tanto éstas como los tallos se vuelven pálidos y delgados, pudiendo ser pequeños los racimos de frutos o incluso no llegar a cuajar (Resh, 1997).

2.3.5 Contenido de CO₂ en el aire.

En las regiones del norte, el enriquecimiento del dióxido de carbono en la atmósfera del invernadero ha mejorado sustancialmente la productividad. En los invernaderos comerciales se han llegado a aumentar de un 20-30 % las cosechas de tomate, obteniendo un mejor cuajado de los primeros racimos florales, especialmente cuando las bajas intensidades lumínicas reducen dicho cuajado, aumentándose también el tamaño de los frutos, además que la floración y la fructificación se adelantan de una semana a diez días (Resh, 1997). En invernadero, si las condiciones de ventilación no son óptimas la reducción del contenido de CO₂ del aire (respecto al exterior , del orden de 340 ppm) es importante (Lorenzo *et al.*, 1990) y sería deseable evitarla, especialmente en condiciones de alta radiación (Hanan, 1990). Limitar la reducción de CO₂ mediante una ventilación más eficiente es objetivo deseable en los invernaderos mediterráneos (Castilla, 1994), que contribuirá, asimismo, a limitar excesos térmicos y valores extremo de humedad de aire.

Sin fotosíntesis no es posible la producción de biomasa ni el desarrollo. Los factores que limitan la fotosíntesis son el agua y el CO_2 , elementos base, también la luz, fuente de energía que permite la síntesis de los azúcares.

Una hectárea de invernadero contiene alrededor de 40.000 m^3 de aire, es decir, 14 m^3 o 27 kg de CO_2 por una hora de fotosíntesis a 350 W/m^2 , sin ventilación.

Para favorecer el crecimiento de las plantas, es interesante recurrir a la fertilización carbonatada, que consiste en enriquecer la atmósfera en CO_2 . Cuando la luz es insuficiente, por ejemplo. Por debajo de 50 W/m^2 , se debe introducir iluminación suplementaria, si no, no sirve de nada el enriquecimiento. Las grandes aireaciones abiertas tienen la ventaja de evitar que la atmósfera del invernadero descienda muy por debajo de las 350 ppm , pero tienen el inconveniente de dejar escapar el CO_2 que sería aportado de más. En verano, la luz es más intensa, la necesidad de aporte es mayor. Como es necesario airear permanentemente, se deberá utilizar un porcentaje bajo, para evitar pérdidas. (http://www.ediho.es/horticom/tem_aut/flores/co2.html).

2.4 LABORES CULTURALES

2.4.1 Producción de plántula

Para el cultivo intensivo de tomate se emplea planta procedente de semillero, no siendo normal en la actualidad la siembra directa (en terreno de asiento), que solo se emplea en algunos casos en cultivo extensivo.

Hoy en día, el alto costo de la semilla (debido al empleo de híbridos) ha generalizado el uso de tacos prensados de turba, macetillas de papel o plásticos rellenas de sustrato, bandejas de alveolos o procedimientos similares para transplantar con cepellón. El tratamiento previo a la semilla es, hoy día, práctica usual que permite partir de mejores condiciones fitosanitarias. La germinación de la semilla tiene lugar a valores óptimos de temperatura entre 18°C y 24°C (Wittwer y Honma, 1979).

La siembra se efectúa en seco y, tras el riego, se introducen las bandejas en cámara de germinación (25°C, 90% de humedad) durante 3 días, tras los cuales pasa a invernadero donde se mantienen temperaturas mínimas de 11°C. A los 30-35 días de la siembra, la planta con 3 hojas verdaderas (unos 12 cm de altura) está en condiciones de transplante al terreno. (Wittwer y Honma, 1979).

2.4.2 Transplante

Un transplante bien efectuado es esencial para obtener una buena cosecha en invernadero. Las plantas deberán colocarse con cuidado en las bancadas, evitando cualquier parada en su desarrollo; deberán tener la edad adecuada y estar ligeramente endurecidas. Los tomates no deberán llevar ningún fruto cuajado.

En el transplante con cepellón o contenedor, el choque será siempre inferior al sufrido por las plantas que se llevan a raíz desnuda. Una vez efectuado el transplante deberá darse un riego para evitar el marchitamiento. Antes de la plantación deberá mantenerse el semillero en un estado óptimo de humedad. Las plantas cuidadas apropiadamente desde la siembra en contenedores no deberán marchitarse al transplantarlas, siempre que la zona de la raíz tenga bastante humedad en este momento, y se efectúe el riego correspondiente lo antes posible.

2.4.3 Poda de formación

La poda sirve para equilibrar la vegetación en beneficio de la fructificación de la planta (Anderlini, 1976). Los chupones son los pequeños brotes que crecen entre el tallo principal y los peciolo de las hojas, deben ser eliminados antes de que se desarrollen demasiado, pues tomarían parte de los nutrientes que son precisos a los frutos. En los tomates deberán quitarse cuando alcancen una longitud de una o dos pulgadas (2.5 a 5 cm), en este momento son frágiles y pueden arrancarse con los dedos sin causar daño en la zona axilar (área entre el tallo y el peciolo).

2.4.4 Aporcado y rehundido

El Aporcado contribuye a favorecer la emisión de raíces adventicias en la porción de tallo cubierta de tierra al aporcar. En el cultivo enarenado esta operación solía sustituirse por la del rehundido, aunque hoy está en desuso por los altos costes de mano de obra. (Serrano, 1974). Se realiza entre las primera y la segunda semanas posteriores al trasplante, recomendándose que los primeros sean ligeros y los siguientes más profundos (Valadez, 1997).

2.4.5 Tutorado

Las plantas de los tomates que deben guiarse verticalmente deberán estar entutoradas, siendo recomendable la utilización de cuerda de plástico (Rafia). Las cuerdas deberán fijarse a unos cables de soporte, a una altura de 8 a 10 pies (2.5 a 3 metros), que irán sobre las plantas, dejándose unos 6 pies (2 metros) más de la longitud a la altura del cable, por si se quiere utilizar las plantas por un período mayor al normal, para poder bajarse una vez que hubiesen alcanzado la altura del cable (Resh, 1997). El entutorado permite una mejor aireación del cultivo, facilita las operaciones de tratamientos fitosanitarios y permite obtener frutos más limpios y sanos, evitando roces (Nuez, 1999).

2.4.6 Destallado

El destalle o supresión de brotes axilares, como ya se indicó, es faena en cultivares de crecimiento indeterminado (Nisen *et.al.* 1990). Debe realizarse con mayor frecuencia (semanalmente en verano-otoño y cada 10-15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes deben de ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre (Johnson y Rock, 1975).

2.4.7 Deshojado

Conforme maduran y se cosechan los frutos de los racimos inferiores, las hojas más antiguas situadas en esta zona comenzarán a amarillear y morir, debiendo ser eliminadas para permitir una mejor ventilación y bajar de esta forma la humedad relativa en la base de las plantas, pudiendo efectuar esta operación de este momento se continuarán quitando las hojas que vayan amarilleando conforme maduran los racimos, partiéndolas con los dedos para evitar al máximo las cicatrices, y retirándolas del invernadero para eliminar cualquier infección. Esta poda de hojas pueden repetirse varias veces durante el cultivo, pero nunca se deberán eliminar las hojas verdes, puesto que son las encargadas de alimentar los frutos maduros. Generalmente no se deben de eliminar más de 3 a 4 hojas por poda, y la frecuencia de éstas no debe ser mayor de una vez por semana (Resh, 1997).

2.4.8 Despunte de inflorescencia y aclareo de frutos

En caso de inflorescencias muy grandes, es usual suprimir algunas flores o frutos recién cuajados, despuntando la inflorescencias, para limitar el número de frutos, lo que incidirá positivamente en su tamaño y calidad. Es deseable, asimismo, la supresión

temprana de flores y frutos defectuosos, evitando así que compitan con los normales (Wittwer y Honma, 1979).

Los racimos florales del tomate deben podarse para seleccionar los 4 ó 5 frutos cuajados más uniformes del racimo. Esto da lugar a que la forma, el tamaño y el color de los tomates sea uniforme. Los capullos y los frutos pequeños se deben eliminar cuando 2 ó 3 frutos alcancen el tamaño de un guisante. Con muchas variedades que tienen un cuajado fuerte, cuando el fruto hace que el racimo se rompa, lo que se traduce en una pérdida de producción (Resh, 1997).

2.4.9 Bajado de plantas

Conforme las plantas de tomate alcancen la parte superior de los cables de soporte, podemos ir aflojando las cuerdas bajándolas unos 0.5 metros cada vez y, al no existir hojas viejas ni frutos en la base del tallo, se puede ir dejando caer éste sobre la bancada o sobre los postes o alambres de soporte. Si no se tiene cuidado los tallos podrían partirse, y entonces sería preciso enterrar la parte más baja de éstos hasta tapar el punto de ruptura, para que colocando en su proximidad un gotero se consiga al cabo de unas semanas un buen desarrollo radicular a partir de dicho punto. En cualquier caso, siempre podrán permanecer en la parte superior de la planta unos 1.2 a 1.5 metros de hojas y racimos florales (Resh, 1997).

2.4.10 Arreglo topológico

Se puede plantar en doble hilera, en hilera de 180-200 centímetros, 60 cm entre hileras, dentro de la pareja (Zaidan, 1997), y 50-66 cm entre las plantas dentro de la hilera (Casanovas, 1999). De esta forma tendremos 20,000-22,000 plantas por hectárea, una mayor densidad puede causar una falta de uniformidad en las inflorescencias y manchas

de color. Existen métodos de hilera sencilla o doble, con un espaciamento 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^2 (Howard,1995).

2.4.11 Fertirrigación

Cadahía (1999) indica que en los cultivos protegidos de tomate el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va ser función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.).

Los aspectos más importantes de la solución nutritiva son: la relación mutua entre los aniones y entre los cationes, la concentración de nutrimentos expresada con la conductividad eléctrica (CE), el pH, la relación $NO_3 : NH_4$ y la temperatura. Estas relaciones deben ser modificadas en las etapas fenológicas de tomate. La CE influye en la nutrición de las plantas , a CE mayores que 6 dS m^{-1} se induce diferente absorción entre los nutrimentos y, por lo tanto, un desbalance. una CE menor que 2 dS m^{-1} , es deficiente, sobre todo en los lugares o temporadas frías.

El pH determina la solubilidad de algunos nutrimentos, principalmente de P y Ca^{2+} , para evitar su precipitación, el pH debe mantenerse entre 5.5 y 6.0. A temperaturas menores de 22°C el oxígeno disuelto en la solución nutritiva es suficiente para abastecer la demanda de este nutrimento. A temperaturas mayores que 22°C las condiciones son contrarias, la gran demanda de oxígeno no es satisfecha por la solución nutritiva debido a que mayor temperatura aumenta la difusión de este gas. Con altas temperaturas de la solución nutritiva también se incrementa el crecimiento vegetativo en una magnitud mayor que la deseable y disminuye la fructificación (Graves, 1983).

Los aspectos de la solución nutritiva que en mayor medida influyen en la producción son: (1) la relación mutua entre los cationes, (2) la relación mutua entre los aniones, (3) la concentración de los nutrimentos, debido a que éstos se encuentran en forma iónica, la concentración se expresa mediante la conductividad eléctrica, (4) el pH, y (5) la temperatura (Cooper, 1978).

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

Dependiendo del vigor de la planta, etapas de desarrollo y variaciones estacionales se deben mantener las siguientes proporciones:

- Desde la formación del primer racimo hasta el comienzo del aumento de volumen de la fruta, proporciones 2/1 (N/K) son apropiadas.
- Desde la anterior hasta nueve semanas después, proporciones 1/1 (N/K).
- Se puede llegar hasta el final con proporciones 1/2 (N/K).

El tomate consume, teóricamente, durante su desarrollo:

500-700 kg de N por ha.

100-200 kg de P₂O₅ por ha.

1,000-1,200 kg de K₂O por ha.

100-200 kg de MgO por ha.

Además de los oligoelementos habituales, siendo de mayor importancia el calcio y el hierro.

Cuadro 2.4 Rodríguez y Tabares (1997) mencionan que los fertilizantes que deben aplicarse mediante el riego por goteo son:

	N	Mg	K ₂ O	P ₂ O ₅	CaO
Nitrato amónico cálcico	20 %	0.7 %	—	—	10-20 %
Nitrato amónico	33 %	—	—	—	—
Nitrosulfato amónico	26 %	—	—	—	—
Nitrato cálcico	12-15 %	—	—	—	28 %
Fosfato monoamónico	11 %	—	—	62 %	—
Nitrato potásico	13 %	—	46 %	—	—

Así como para aplicar Fe se puede utilizar secuestrene, ferriplex, fertishell, etcétera además del quelato de hierro, tanto por vía foliar como mediante el goteo

2.4.12 Polinización

Los tomates son polinizados normalmente por el viento cuando crecen al aire libre; en los invernaderos, el movimiento de aire es insuficiente para que las flores se polinicen por sí 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 observar la salida de las flores de un fino polen amarillo cuando son favorables las condiciones ambientales y éstas se encuentran en estado receptivo.

Resh (1997) señala que la polinización deberá efectuarse cuando las flores están con los pétalos doblados hacia abajo. Las plantas deberán polinizarse al menos cada dos

días, puesto que las flores permanecerán receptibles 48 horas, efectuándose entre las 11:00 AM y las 3:00 PM en días soleados, para obtener los mejores resultados.

La investigación ha demostrado que una buena humedad relativa del 70 % es la mejor para la polinización, cuajado de fruto, y posteriormente desarrollo de éste. Cuando la polinización se ha efectuado correctamente, se desarrollarán al cabo de una semana los frutos en forma de bolita; esto es lo que se denomina cuajado de la flor.

En el pasado, la polinización de tomate se hacía utilizando vibradores. Para la polinización de una cosecha de tomate de invernadero de 2.1 ha, eran necesarios dos obreros a tiempo completo. Las investigaciones han mostrado que vibrar las plantas, cuando descienden hacia los pasillos o durante la polinización, reduce la cosecha en un 8 %. Con el uso de abejorros (*Bombus sp.*), que es ahora la forma aceptada de polinización de tomate de invernadero, se consigue un incremento mínimo del 3 % en producción. Es importante mantener los niveles correctos de población de abejorros, pues la superpoblación puede provocar que los abejorros actúen en exceso en las flores de tomate. La esperanza de vida de las colmenas está generalmente garantizada durante dos meses, pero como media sobreviven 3 y hasta 8 meses

2.5 PLAGAS Y ENFERMEDADES

2.5.1 Plagas

2.5.1.1 Insectos

2.5.1.1.1 Minador de la hoja

(Liriomyza trifolii)

Es originario de América central y en los últimos 20 años se ha extendido por Norteamérica, África y Europa. Su adaptación en regiones cálidas ha sido rápida, encontrando en los invernaderos ambientes adecuados para sobrevivir y multiplicarse activamente durante los inviernos, en zonas frías. Su presencia ha tenido grandes

repercusiones en los cultivos hortícolas y florales, dado su alto potencial biótico y su elevada polifagia (Lacasa y Contreras, 1999).

Los adultos alados son de color negro y amarillo, y miden unos 2 mm de longitud. La hembra deposita sus huevos en el interior de las hojas, causando una pequeña protuberancia blanca. Cuando eclosionan las larvas, éstas se alimentan haciendo túneles entre la epidermis del haz y el envés de las hojas, que reciben el nombre de minas. La unión de estos túneles ocasionan grandes daños, que acaban secando las hojas. Las larvas maduras salen de la hoja al exterior cuando pupan. Al cabo de 10 días, emerge el adulto. El ciclo completo, desde el huevo hasta el adulto volador, dura de 3 a 5 semanas. El minador se ha hecho resistente a muchos pesticidas químicos. Se conocen y se comercializan un cierto número de enemigos naturales. Los insectos *Dacnusa sibirica* y *Diglyphus isaea* parasitan en este (Resh, 1997).

2.5.1.1.2 MOSCA BLANCA

(Trialeurodes vaporariorum)

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

La mosca blanca tiene un ciclo de vida de 4 ó 5 semanas, durante las cuales sufre una serie de mudas en su estado ninfal. Es la plaga más corriente en el cultivo de tomate en invernadero. Normalmente, se encuentra en el envés de las hojas. Se sitúa sobre las hojas, es fácil de reconocer por su cuerpo blanco y rectangular. Este insecto excreta una sustancia azucarada y pegajosa, la melaza, que deposita sobre las hojas y los frutos.

Posteriormente, sobre la melaza crece un hongo de color negro, la negrilla, que hace precisa la limpieza de los frutos antes de su comercialización (Resh, 1997). Los adultos y las larvas al alimentarse succionan contenidos celulares y savia. Para ello, hincan el estilete en los tejidos foliares y lo introducen hasta alcanzar las células floemáticas, absorbiendo la savia.

Los adultos suelen colonizar las hojas tiernas de los brotes. Cuando las poblaciones son elevadas llegan a producir amarilleo y deformación de los folíolos. En éstos las hembras depositan los huevos, bien en grupos formando círculos, bien de forma aislada. Las larvas se instalan en los tejidos tiernos, permaneciendo en el mismo lugar hasta complementar el desarrollo. Las poblaciones se van desplazando hacia las partes tiernas siguiendo la evolución fenológica del cultivo (Lacasa y Contreras, 1999).

2.5.1.3 Medidor del tomate

(Chrysodeixis chalcites)

Se encuentra ampliamente distribuido por todas las áreas de producción de tomate temprano de las regiones tropicales y subtropicales. En los cultivos realizados bajo protección plástica es cada vez más abundante y frecuente, incluso en los períodos invernales. De ser una plaga esporádica en cultivos al aire libre, está pasando a ser una plaga principal en los invernaderos de zonas cálidas.

Las mariposas son de color marrón claro. Casi el centro geométrico de las alas anteriores presenta dos manchas a modo de gotas formadas por escamas de color dorado. la crisálida es verde oscuro. El ciclo biológico se puede complementar en unos 45 días a 20 °C, evolucionando a temperaturas entre 8 y 37 °C. El potencial biótico es elevado, pues la fecundidad de las hembras está próxima a 2000 huevos. Los daños son causados por las orugas al alimentarse. Mayoritariamente se localizan en las hojas,

aunque también pueden morder los frutos jóvenes. Las roeduras producidas por las pequeñas orugas pasan desapercibidas, por lo que la detención de los ataques suele tener lugar cuando ya las orugas son grandes y han consumido importantes superficies de los folíolos (Lacasa y Contreras, 1999).

2.5.1.1.3 Gusano alfiler

(*keiferia lycopersicella*, Walshingham)

Davidson (1992) indica que es una plaga de climas cálidos, pero puede infectar al tomate que se cultiva en invernaderos en áreas más septentrionales. Los daños se deben a que las larvas se alimentan como minadoras de hojas y en ocasiones invaden tallos y frutos. El gusano alfiler se encuentra en E.U., México, Centroamérica y en algunas Islas del Caribe

Tienen alas de color blanco grisáceo, con flecos abundantes en las alas. Extensión alar varía de 9-12 mm. La coloración larvar varía de verde claro a rosado en sus primeros días de vida, posteriormente adquieren el color gris con manchas púrpuras. Su longitud máxima es de 8 mm. La oviposición se hace en las hojas inmediatamente a los frutos. La larva, al emerger, inmediatamente se introduce en el parénquima foliar construyendo una mina irregular; al llegar al tercer instar, abandona la mina y dobla la punta de la hoja para pasar ahí el tercero y cuarto instar; o cuando hay presencia de frutos, los barrena por el pedúnculo para alimentarse de su interior. Cuando el fruto es perforado pierde su valor comercial (Amaya, 1980; Morón y Terrón, 1980).

2.5.1.2 Acaros

2.5.1.2.1 Acaro bronceador del tomate

(Aculops lycopersici Masse)

Pertenece a la familia Eriophyidae y, como tal presenta el cuerpo alargado, con estrías transversales y tienen únicamente 2 pares de patas. El aparato bucal es de tipo chupador (Bailey y Keifer, 1943; Rice, 1961; Hessein y Perring, 1986).

Esta es una plaga de tomate pero puede alimentarse de otros cultivos solanaceas.

Los acaros adultos, de color naranja-amarillo, forma de cuña y ahusados en la parte posterior, miden unos 200 micrometros de longitud y unos 50 mm de grosor. El desarrollo desde huevo hasta adulto ocurre en 7 días. La reproducción es continua donde las condiciones ambientales lo permiten pero disminuyen con temperaturas prolongadas de congelamiento o más bajas exterminan a todos los estados (Davidson, 1992).

Después de 2-3 semanas del ataque, el tallo principal de la planta se raja o agrietan y las hojas adquieren un color castaño. Si no se inician medidas de control, la planta entera se torna de ese color y muere (Davidson, 1992).

2.5.2 Enfermedades

2.5.2.1 Enfermedades producidas por hongos

2.5.2.1.1 Alternariosis

"Alternaria solani (Ellis y Martin) Jones y Grout "

Ascomycetes

Romero (1993) señala que esta es la especie causante del "tizón temprano". El más perjudicado de esta enfermedad es el jitomate, que puede ser atacado en cualquier etapa de su desarrollo. En estado de plántula es susceptible al ahogamiento y a la pudrición del cuello. La base del cuello es circundada por una lesión café que causa la

muerte o achaparramiento de las plántulas o la marchitez de las plantas jóvenes. En los frutos, a partir de lesiones sobre los sépalos, origina la aparición de chancros negros y huecos en las axilas del cáliz, con ennegrecimiento interno del fruto. Es solamente sobre este último tipo de lesión, cuando *Alternaria* fructifica en abundancia (Messiaen, 1995).

Sintomatología

Alpi y tognoni (1999) indica que esta enfermedad puede ser más severa en hortaliza bajo condiciones de invernadero- La lesiones más típicas de la enfermedad se presentan en las hojas en forma de manchas circulares de color café, donde destacan anillos concéntricos de color más oscuro. Las hojas severamente atacadas cambian del color verde al amarillo, luego café, se desprenden de las ramas, y dejan los frutos expuestos a quemaduras de sol. En plantas vigorosas la defoliación avanza lentamente y permite la maduración casi normal de los frutos.

Las lesiones en los tallos y ramas son de forma oval, pero al igual que las manchas en las hojas y frutos presentan anillos concéntricos de color café a café oscuro (Romero,1993).

Las esporas son capaces de sobrevivir más de un año sobre restos de cultivo o en la superficie del suelo. Una sola espora es capaz de originar la aparición de una mancha localizada sobre una hoja o una lesión sobre el tallo o el sépalo. La germinación y la penetración pueden tener lugar bajo una amplia gama de temperaturas, comprendida entre 3 y 35 °C. Una lluvia ligera será suficiente para provocar la contaminación. Por el contra, la débil esporulación sobre las manchas foliares y la débil receptividad del follaje hasta alcanzar el estadiio >>engrosamiento de los frutos<<, convierten la rapidez de progresión de las epidemias en menos fulminante (Messiaen, 1995).

2.5.2.1.2 Tizón tardío

Esta enfermedad es causada por *Phitophthora infestans*. Los frutos atacados cuando de hallas en fase de crecimiento, aparecen manchas jaspeadas de color pardo, abolladas, que presentan, a menudo, una zonación festoneada- Un fruto parcialmente atacado puede llegar a enrojecer- la parte enferma resulta entonces de un color verde parduzco o de un amarillo jaspeado de tonalidades oscuras.

Para que se manifiesten ataques, es necesaria la presencia de lluvias o rocíos abundantes, seguidos de un periodo de cielo cubierto y de humedad saturada, siempre con temperaturas comprendidas entre los 10 y los 25 °C.

Los ataque de tizón son, por tanto, muchos menos frecuentes que los de alternaria, pero sin embargo, mucho más fulminante (Messiaen, 1995).

2.6 ALTERACIONES DEL FRUTO

2.6.1 Podredumbre apical <<Blossom-end rot>>

Tello y Del Moran (1999) mencionan que este desorden aparece como un pardeamiento o quemadura solar, que da lugar a la formación de un tejido correoso en el vértice apical del fruto, teniendo al principio el área afectada una apariencia amarillenta. Mientras que la causa de la podredumbre apical está motivada por un bajo suministro de calcio en el fruto, la causa indirecta es un desarreglo de la planta, la cual puede deberse a: a) una baja humedad del suelo; b) exceso de sales solubles en el medio de cultivo; c) un porcentaje alto de transpiración, y d) una alta humedad del suelo, todo lo cual conduce a una pobre aireación de las raíces, debiendo evitar todas estas condiciones para prevenirla (Resh, 1997).

Blancard (1999) Los síntomas consisten en grietas que salen desde el tallo, apareciendo casi siempre sobre los frutos ya maduros y a veces durante la maduración. Normalmente está motivada por una deficiencia hídrica con alta temperatura ambiente seguida por un cambio rápido en la humedad suministrada a las plantas. La mejor prevención consistirá en evitar las altas temperaturas, así como mantener unas condiciones de humedad uniformes en el suelo (medio).

2.6.3 Manchado del fruto

Tello y Del Moran (1999) señalan que consiste en una coloración anormal en las paredes de éste, en zonas de forma irregular que varían del verde pálido a la carencia de color, existiendo áreas morrones en el tejido vascular del interior de los frutos. Suele estar asociada con baja intensidad lumínica, temperaturas frías, alta humedad del suelo, exceso de nitrógeno y falta de potasio, pudiendo evitarse durante las épocas de poca luminosidad, reduciendo las frecuencias de riego y la fertilización (especialmente en nitrógeno).

2.6.4 Acostillado verde

Blancard (1990) Estos desórdenes están asociados con las elevadas temperaturas o una alta intensidad lumínica. Se deberá evitar la eliminación de las hojas que ofrecen protección a los racimos florales durante los meses de primavera y verano, cuando la luz es intensa, así como se deberá intentar bajar la temperatura del invernadero.

2.6.5 Cara de gato

Resh (1997) Consiste en un arrugado en las costillas del fruto, así como una distorsión de la forma de éste debida a la formación de protuberancias. Está causado por

una pobre polinización y por una serie de factores ambientales, tales como las bajas temperaturas y las elevadas humedades relativas que motivan un desarrollo anormal en algunas partes florales.

2.6.6 Curvado

Consiste en una excesiva curvatura del fruto y está causado por una interferencia del tallo o de la hoja en el desarrollo del fruto joven o por el fijamiento de un pétalo floral sobre las espinas de una hoja, tallo u otro fruto joven. Temperaturas adversas, excesiva humedad del suelo y una pobre nutrición del suelo, han sido también sugeridas como causantes del desorden. Se deberá quitar de las plantas los frutos muy curvados en cuanto se observen (Resh, 1997).

2.7 COSECHA

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

Las características necesarias son; un tamaño uniforme del fruto, un crecimiento adecuado, pero no excesivo, de los zarcillos, tallos frutales sin unión y un fruto firme que pueda soportar el balanceo, golpes suaves y presión en los grandes embarques.

El punto de maduración adecuado para la cosecha destinada al mercado fresco depende de los procedimientos de comercialización y de la distancia al mismo. Para el embarque a larga distancia los tomates son recogidos en la etapa de maduración en verde. Aunque es difícil determinar exactamente esta etapa, se describe mejor como aquella en que el color verde oscuro cambia al color verde claro. Cuanto más maduro está el fruto, más cuidadosamente debe ser manejado, y menor será el tiempo que podrá conservarse (Halfacre y Barden, 1992).

Según Rico (1982) la recolección debe realizarse con gran cuidado puesto que es necesario no producir daños en los frutos que, incluso sin ser apreciables visualmente, constituyen el origen de grandes pérdidas que se manifestarán posteriormente como:

- Infección por microorganismos con desarrollo posterior de podredumbres.
- Incremento de la actividad respiratoria y en la emisión de etileno que provocaran la aceleración en el proceso de maduración.
- Aumento de pérdidas de agua.
- Inducción de daños internos.

2.8 CALIDAD DEL FRUTO

La calidad del fruto está principalmente relacionada con su color, forma, tamaño, ausencias de defectos, firmeza y sabor, unidos a su capacidad de almacenamiento y resistencia al transporte (Wittwer y Honma, 1979; Nisen *et al.*, 1990). El color debe ser uniforme y hay una amplia gama de matices de color entre el verde y el rojo, inducido por el contenido de licopenos (Grierson y Kader, 1986). La firmeza es muy variable entre cultivares, siendo más blandos, en general, los multiloculares y biloculares; está, obviamente, influida por el estado de madurez y, también por las condiciones de cultivo.

2.8.1 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, se encontró que una relación directa entre sólidos solubles y firmeza; a mayor concentración de sólidos, mayor la firmeza (Osuna, 1993).

Diez (1995) afirma que en tomate destinado para procesado y consumo en fresco, son importantes las características de calidad externa, forma color y tamaño al igual que

los caracteres de calidad interna, como acidez, contenido de azúcares y materia seca. Además menciona que en la mayoría de los cultivares industriales el contenido de los sólidos solubles (°Brix) se sitúa entre 4.5 y 5.5 ° Brix y el pH del jugo se sitúa entre 4.2 y 4.4.

2.8.2 Tamaños

Clasificar ocho tamaños de frutos en dos calidades es un trabajo excesivo, debido a que solo se agrupan en tres tamaños. Por lo tanto sugieren una nueva nomenclatura de México 1 (exportación) y México 2 (nacional) y clasifican a cada una en tamaños grande, mediano y chico (cuadro “”)

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

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

2.9 ANTECEDENTES DE PRODUCCIÓN DE TOMATE EN CONDICIONES DE INVERNADERO.

2.9.1 Producción

Si se dispone de buena calidad y variedad, y las condiciones necesarias para la planta, se cosechara de 15-25 kg/planta. La semilla deberá ser híbrida e indeterminada y de alta viabilidad (Samperio, 1999).

Rodríguez (2002) evaluando el rendimiento y calidad en híbridos de tomate de crecimiento indeterminado y larga vida de anaquel, para este estudio se realizaron dos

Rodríguez (2002) evaluando el rendimiento y calidad en híbridos de tomate de crecimiento indeterminado y larga vida de anaquel, para este estudio se realizaron dos experimentos en condiciones de invernadero. se efectuaron en el campo experimental La Laguna En el periodo 1999-2000 se encontraron diferencias significativas entre los genotipos para todas las variables analizadas. Los genotipos que presentaron mayor rendimiento fueron Norma, Andre, Gabriela, Red Chief y Anastasia. Con 100.1, 91.7, 89.3, 88.7 y 87.6 Ton/ha respectivamente mientras que el genotipo de menor rendimiento fue 136058 con 55.5 Ton/ha. El promedio de diámetros del fruto varió entre los genotipos, para la variable diámetro polar de fruto el genotipo que presentó mayor diámetro fue Andre con 4.3 cm y el de menor diámetro fue el genotipo Daniela con 3.5 cm, para el diámetro ecuatorial fluctuó de 6.0 a 3.5 cm, el genotipo de mayor diámetro fue FA- 852 mientras que El genotipo de menor diámetro fue la línea 136240.

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.

Wilhelm (1982) evaluando cuatro cultivares (Cadagio, Lucy, Pyros y Hellfructcht) de tomate con el manejo de entutorado bajo condiciones de invernadero de cubierta plástica, sin calefacción bajo riego por goteo obtuvo como resultado que el acolchado con plástico negro incrementó la producción total por m² obteniendo 10.6 kg/m² en el cultivar Pyros.

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

III MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y TIPO DE INVERNADERO

En el verano 2001–2002, se realizó el presente estudio en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Unidad Laguna (UAAAN-UL), ubicada en Periferico y carretera Santa Fe, Torreón Coahuila, en una invernadero de tipo semicircular compuesto de cubierta de plástico (polietileno) y con estructura de PTR, la ventilación del invernadero se realiza por ventanas laterales que se manejan manualmente.

3.2 UBICACIÓN

La UAAAN-UL se ubica en las coordenadas geograficas de 103° 25' 57" de longitud oeste al meridiano de Greenwich y 25° 31' 11" de latitud norte con una altura de 1123 msnm (CNA,2002).

3.3 Clima

Santos Citado por Quiñones (1988) indica que según la clasificación del Dr. Thorntwhite, el clima de la Comarca Lagunera es: árido, con lluvias deficientes en todas las estaciones mesotermal, con una concentración aproximada de temperatura durante el verano de 30°C y se simboliza por E dB'a.

Temperatura.: Quiñones, (1988), hace referencia de Santos quien señala dos épocas de temperatura en la Comarca Lagunera, la primera comprende desde abril hasta octubre en el cual la temperatura media mensual excede los 20°C y la segunda comprende los meses de noviembre a marzo, en los cuales la temperatura media mensual oscila entre 13.6°C y 19°C los meses más calurosos son los de mayo a agosto y los más fríos diciembre y enero.

Precipitación; Santos, citado por Quiñones (1988), indica que de acuerdo a las lluvias registradas durante los últimos 30 años, en la estación climatológica de Ciudad Lerdo, Dgo., se concluye que en la Comarca Lagunera, el período máximo de precipitación está comprendido en los meses de mayo, junio, julio y agosto. La precipitación total durante los años involucrados ha sido muy variable, con un promedio de 242.2 mm y una fluctuación desde 77.8 mm en el año más seco (1954), hasta 434.9 mm en el año más húmedo (1958).

Humedad relativa. Santos citado por Quiñón (1988) indica que la humedad relativa varía según las estaciones del año, esta humedad es el promedio de las observaciones efectuadas durante el día.

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

3.4 GENOTIPOS

En el invierno 2001 – 2002 se evaluaron 2 génotipos de tomate de crecimiento indeterminado y con las características de larga vida de anaquel los cuales se observan en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1 Genotipos de tomate bola cultivados bajo condiciones de invernadero.

Genotipo	Tipo deFruto	Compañía
Bosky	Bola	Bruinsma
Adela	Bola	Hazera

3.5 SUSTRATO

La siembra se efectuó el 25 de junio en charolas germinadoras de 220 celdas, usando como sustrato el musgo canadiense (*Sphagnum*) conocido como Cosmo-Peat, y el trasplante se realizó el día 14 de agosto del 2001. Se utilizaron macetas de 25 kg con un sustrato de arena que fue previamente desinfectada y posteriormente lavada, se instalaron a doble hilera con un arreglo a tresbolillo espaciados a 30 cm entre plantas y a 70 entre los pasillos.

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental empleado fue bloques al azar con 3 repeticiones y la unidad experimental fueron ocho plantas por genotipo, la superficie sembrada fue de aproximadamente 200 m².

3.7 MANEJO DEL CULTIVO

Las plantas fueron guiadas a una solo tallo eliminando los cupones o brotes axilares, ésta debe realizarse de abajo hacia arriba para no perder la guía principal, se entutoró la planta utilizando como sostén rafia cuando alcanzó una altura de 30cm, esto se hizo para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y frutos toquen el suelo. Conforme fue creciendo la planta se fue acomodando la planta con el tutor (rafia) para mantenerla erguida.

Cuando aparecieron las primeras flores se procedió a la polinización manual utilizando un vibrador (cepillo eléctrico), el cual se paso por el pedúnculo de la inflorescencia por un lapso de 3 segundos; las veces que se paso el vibrador fue de 4 veces por semana.

Durante la fructificación en el punto rosado de los primeros racimos se procedió a deshojar, eliminando las hojas inmediatas a los frutos, tratando de mejorar la aireación del

cuello, tratar de acelerar la maduración de los frutos y facilitar la realización del aporque a fin de aumentar el mayor número de raíces cubriendo la parte inferior de la planta con arena.

3.8 FERTILIZACIÓN Y RIEGOS

Para el manejo del agua la máxima cantidad aplicada fue de 2 litros por planta por día en el sistema de fertirrigación, los niveles de concentración de las soluciones nutritivas para cada etapa se usaron como base los resultados citados por Zaidan y Avidan (1997) pero se hicieron algunos ajustes según lo fuera requiriendo la planta, en la etapa de fructificación se incremento el 20 % de Calcio para reducir el daño por pudrición apical Para evitar la acumulación de sales se hicieron prácticas de lavado de macetas, en cantidades de 3 lavados en total durante el desarrollo del cultivo (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2 Solución nutritiva empleada en ambos ciclos del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en el otoño-invierno 1999-2000 y 2000-2001. CELALA 2002.

Solución	1ª Fase plantación y establecimiento	2 Fase Floración y cuajado	3 Fase Inicio de maduración	4 Fase de Cosecha
A). Ac. Fosforico	86 g	86 g	169 - 246 g	281 g
B). KNO ₃	55 g	385 g	495 g	825 g
Ca(NO ₃) ₂	60-120 g	300 -420g	405 – 540 g	675 g
Mg(NO ₃) ₂	20 g	140-216 g	216 g	360 g
Zn(EDDHA)	4 g	14 g	9 g	15 g
Maxiquel multi	2.7 g	14 g	18 g	30 g
Cu 150 p.p.m.	0.2 g	1.5 g	2.19 g	2.19 g
Mo 5 p.p.m.	0.03 g	0.05 g	0.07 g	0.07 g

Cada solución en 18 lt de agua

3.9 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Al establecimiento de las plantas en el invernadero se colocaron trampa amarillas con pegamento (Biotac). Se hicieron revisiones visuales en las plantas cada semana, desde la charola y hasta la cosecha. Las enfermedades encontradas se identificaron mediante observaciones directas al microscopio compuesto por personal calificado. Para evaluar la incidencia se contaron el número total de plantas mediante observaciones visuales semanales, se cuantifico el número de plantas enfermas para determinar su porcentaje. Durante el desarrollo de la planta en la charola se presentaron problemas radicales debido a los hongos *Rhizoctonia solani* y *Fusarium spp*, con una incidencia muy baja los cuales se controlaron con aplicaciones en el agua de riego de tecto-60 (Tiabendazol) en dosis de 250 g/ha.

3.10 COSECHA

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

3.11 VARIABLES EVALUADAS

Las variables medidas fueron altura de la planta, inicio de floración, calidad del fruto y rendimiento en Ton/ha. La calidad fue obtenida al medir el diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso, °Brix, espesor de pulpa, color exterior e interior, hombros y numero de lóculos en cada fruto, empleando para ello Vernier, báscula de precisión, refractómetro, regla milimétrica y tabla de colores de la Real Sociedad de Horticultura de Londres. Se realizaron además, revisiones visuales de plagas y enfermedades presentes en la planta.

3.12 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).

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DESARROLLO VEGETATIVO

Los 2 genotipos de tomate cultivados en el 2001-2002 son mostrados en el Cuadro 3.1. Las plantas crecieron muy vigorosas, cubriendo eventualmente el espacio entre hileras, los dos genotipos tuvieron un crecimiento indeterminado.

4.1.1 Altura de la planta

En el análisis de varianza no mostró diferencia significativa entre los genotipos, además se encontró una media de 223.82 y un coeficiente de variación de 9.02, no obstante que el genotipo Bosky obtuvo la mayor altura con 233.17 cm y obteniendo la menor altura el genotipo Adela con 214.17 cm mostradas en el cuadro 4.1.

4.1.2 Inicio de floración

El análisis de varianza no encontró diferencia significativa entre los genotipos, mostrando una media de 32.18 Días Después del Transplante (DDT) y un coeficiente de variación de 7.74, presentando valores de 33.12 (DDT) en Adela y Bosky con 32.50 (DDT).

El efecto que ocasiono la precocidad de los genotipos, fueron las condiciones ambientales como altas temperaturas y bajas humedades relativas, y no el efecto de los genotipos, confirmándose lo expuesto por Cassares *et al.*, (2000) quienes mencionan que cuando el tomate se somete a condiciones de estrés, el cultivo completa sus etapas fenológicas en forma más precoz, sin embargo, reduce el rendimiento.

Cuadro 4.1 Variables altura de planta e inicio de floración de 2 genotipos de tomate bola bajo condiciones de invernadero.

Genotipo	Altura (cm)	Días a Floración
Bosky	233.17	32.50
Adela	214.87	33.12
DMS (.05)	NS	NS
Media	223.82	32.18
C.V.	9.02	7.74

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

4.2 CALIDAD DE FRUTO

4.2.1 Peso promedio del fruto

En relación al experimento realizado y el análisis de varianza mostró una diferencia significativa entre los genotipos, mostrando una media de 188.29 g. El genotipo de mayor peso promedio fue Bosky con 201.71 g. y el de menor peso fue Adela con 187.09 g. Los resultados obtenidos en este experimento bajo estas condiciones superaron a los obtenidos por Rodríguez (2002) en el cual encontró para Adela un peso promedio de 149.1 g (Cuadro 4.2).

4.2.2 Diámetro polar (DP)

Para esta variable el análisis de varianza encontró diferencias altamente significativa entre los tratamientos, mostrando una media de 5.91 con un coeficiente de variación de 12.52. El genotipo que presentó el mayor diámetro fue Bosky con 6.33 cm y con un menor diámetro, lo mostró Adela con 5.66 (Cuadro 4.2).

4.2.3 Diámetro ecuatorial (DE)

En el cuadro se presenta la comparación de media en el cual se puede observar que no existió diferencias significativas entre genotipos, mostrando una media de 7.00 cm y un coeficiente de variación de 13.93. (Cuadro 4.2). Los resultados obtenidos en esta investigación rebasaron a los obtenidos por Rodríguez (2002) en el cual Adela encontró un DP de 4.0 y un DE 5.5.

4.2.4 Grado brix (°Brix)

El análisis de varianza mostró diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, mostrando una media de 5.42 y un coeficiente de variación de 10.20. El genotipo de mayor grados fue Bosky con 5.64 °Brix y Adela mostrando un menor valor con 5.31°Brix (Cuadro 4.2).

Los resultados obtenidos en este experimento para esta variable superan a los mencionados por Osuna (1983) afirma que para tener un fruto de calidad es necesario que tenga un valor de 4 o mayor cantidad, lo que demuestra que los frutos obtenidos en ambos genotipos son de buena calidad.

Diez (1995) 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, lo que concuerda con los grados obtenidos en este experimento.

4.2.5 Espesor de pulpa

Al realizar el análisis de varianza demostró diferencias estadística altamente significativa entre los genotipos, con una media de 0.90 y un coeficiente de variación de 13.46, el mayor espesor lo presento Bosky con 0.94 cm y siendo el de menor espesor de pulpa el genotipo Adela con 0.86 (Cuadro 4.2).

4.2.6 Numero de lóculos

En el análisis de varianza no se encontró diferencias significativa entre los tratamientos, presentando una media de 4.52 y un coeficiente de variación de 23.74, presentando valores en Bosky con 4.49 número de lóculos y Adela con 4.60. número de lóculos (Cuadro 4.2).

4.3.7 Color y forma del fruto

Al analizar ambos 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 en Adela y Bosky con forma globosa (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2 Variables de calidad de fruto de 2 genotipos de tomate bola en invernadero.

Genotipo	Peso Fruto gr	Diam Polar cm	Diam. Ecua cm.	Grad. Brix	E. pulpa Cm	No loculos	Color interno	Color externo
Bosky	201.71	6.33	7.22	5.64	0.94	4.49	33B	34A
Adela	187.09	5.66	7.05	5.31	0.86	4.60	42 ^a	34A
DMS	*	**	NS	**	**	NS		
Media	188.29	5.91	7	5.42	0.90	4.52		
C V	30.90	12.52	13.93	10.20	13.46	23.74		

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

4.4 RENDIMIENTO

El análisis estadístico no mostró diferencia significativa para esta variable, generando un media de 149.03 Ton/ha, aunque no se encontró diferencias estadísticas significativas el genotipo que presentó el mayor rendimiento fue Bosky con 154.09 Ton/ha.

Rodríguez (2002) evaluando el rendimiento y calidad en híbridos de tomate de crecimiento indeterminado y larga vida de anaquel, en el campo experimental La Laguna, en el periodo 1999-2000 encontró que los genotipos que presentaron mayor rendimiento fueron: Norma, Andre, Gabriela, Red Chief y Anastasia. Con 100.1, 91.7, 89.3, 88.7 y 87.6 Ton/ha respectivamente, lo cual fueron superados por los resultados obtenidos en este experimento.

Los resultados con respecto al rendimiento en Ton/ha superan a los mencionados por Santiago (1995) y Wilhelm (1982) quienes evaluaron genotipos de tomate en condiciones de invernadero y reportan un rendimiento promedio que varía de 3.53 a 10.56 kg/m², mientras que en este estudio se obtuvo una media de 14.9 kg/m², en sólo seis meses.

Cotter y Gómez (1981) mencionan que para una producción exitosa bajo invernadero se deben obtener al menos 100 Ton/acre por año, es decir, 200 Ton/Ha por año, esto nos demuestra que nuestro experimento fue exitoso ya que superamos las 200 Ton/ha, dado que si transformamos las 154 ton/ha que se produjeron en solo seis meses equivaldría a 308 ton/ha por año.

Cuadro 4.3 Rendimiento y forma del fruto de 2 genotipos de tomate en invernadero en la interacción otoño-invierno del 1999-2001 y 2000-2001 CELALA.

Genotipo	Rend. Ton/ha	Forma
Bosky	154.09	Globoso
Adela	144.03	Globoso
DMS	NS	
Media	149.03	

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

V CONCLUSIONES

En esta evaluación se cumplió con el objetivo de producir tomate en la temporada de mayor demanda bajo condiciones prevalecientes en el invierno en la Región Lagunera. Se encontró que los rendimientos de tomate bajo condiciones de invernadero en este trabajo llegaron a las 150 Ton/ha por ciclo, superando con el 88 % a los rendimientos regionales que solo producen 18 Ton/ha. Este puede ser un paquete tecnológico, debido a que es altamente rentable con una infraestructura baja.

Entre los genotipos se encontraron diferencias muy limitadas, pero fue mejor el genotipo Bosky en todos los parámetros medidos, tanto en rendimiento y mejores características de calidad. Esto indica que tiene mejor adaptación al medio ambiente, Bosky que Adela.

Las principales plagas que aparecieron en el ciclo del cultivo fueron el minador de las hojas (*Liriomyza trifolii*) al inicio del ciclo del cultivo, también se presentó la mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) la cual se controló con aplicaciones de insecticidas Mitac 20 CE 30 ml y endosulfan al 35% 30 ml. Las enfermedades que se presentaron fueron Alternariosis (*Alternaria solani*) y tizón tardío (*Phitophthora infestans*) el cual se controlaron con aplicaciones de funguicidas (Tecto 60, Ridomil Bravo y Amistar).

VI LITERATURA CITADA

- Abdelhafeez, A. T., Harssema, H., Veri, G., Verkerk, K. 1971. Effects of soil and air temperature, on growth development and water use for tomatoes. *Neth J. agric.Sci.* 19: 67-75.
- Anaya R., S. 1999. Hortalizas, plagas y enfermedades. Editorial Trillas. México. pp 268-269.
- 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
- Brun, R et J. Lagier. 1984. Estude d'un novuveau type d'abri mieux adapté au climat mediterraneeu. *P.H.M.* 245: 25 - 32.
- Bugbee, B., White, J. W. 1984. Tomato growth as affected by root-zone temperature and the addition of giberelic acid and Kinetin to nutrient solutions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109: 121-125.
- Burns, E. R., Carter, J., Pile, R.S., Roetheli, J. C. 1979. Crop production in humid greenhouses heated with direct contact heat exchangers and power plant waste heat. *Proc. Nat. Green-house Veg. And Energy Conf. Cleveland, Ohio, Sept. 1979:* 49-69.
- 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.*
- Castaños M., C. 1993. Horticultura " manejo simplificado". Editorial UACH. México. pp 17-18.
- 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.*
- Chamarro L., J. 1999. Anatomía y fisiología de la planta, pp 43-87. *En: F. Nuez (Ed.) El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa México.*
- Comisión Nacional del Agua. CNA. 2002. Gerencia regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila.
- Cooper, A.J., Hurd, R.G. (1968). The influence of cultural factors arrested development of the first inflorescence of glasshouse tomatoes. *J. Hort.Sci.* 43: 243-248.
- Cooter, D.J., Walker, J.N.(1967). Ocurrences and biological effects of humidity in greenhouses. *Proc.17th. Int. Hort. Congr.* 3: 353-368.
- Cotter, D.J., and R.E. Gómez, 1981. Cooperative extension service. 400 H11 pp. 4. U.

New Mexico, U.S.A.

Cotter y Gómez, 1981; Papadopoulus y Pararafasingham, 1998; Baytorun *et al.*, 1999; Davidson R., H. 1998. Plagas de insectos agrícolas y del jardín. Editorial Limusa. México. pp 352.

Diez, J. M. 1999. Tipos varietales. Pp. 95-129. *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.

Drakes, D., Stathan, J. (1976). Use of power station reject heat. *Hot. Ind. March*

Edihos, 2002. http://www.ediho.es/horticom/tem_aut/flores/co2.html (EL CO2) en el cultivo de tomates y bajo ciertas condiciones de invernadero. http://www.ediho.es/horticom/tem_aut/flores/co2.html

Egea, C., R. Madrid, A. Alarcón L., J. Albuquerque y A. Guillén 1999. consumo de NPK en cultivo de tomate en dos sustratos diferentes con rec lixiviados en cultivo sin suelo. Dpto. Química Agrícola, Geología y Edafología Univ. Murcia.30071 Espinardo (Murcia). Spain. VI Congreso Hispano-Luso De Fisiología Vegetal. Sep- 1999 p 1-34

Esquinas A., J. Y F. Nuez V. 1999. Situación taxonómica, domestica y difusión del tomate, pp: 13-23. *En*: F. Nuez (ed) El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa México

Glasshouse tomatoes. *J. Hort. Sci.* 65: 323-331.

Gordon R.H. y J. A. Barden. 1992. Horticultura. AGT Editor S.A. México. pp 528-532.

Grubben, G.J.H. 1997. Tropical vegetables and their genetic resources. AGPE: IBPGR 77/23. *En*: F. Nuez (Ed.) El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa México.

Horward, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel. pp 163-171. (2vi) Wener. Hazera LTD. 1116PP. Brurin Israel.

Hurt, R.G., Sheard, G.F.(1981). Fuel saving in greenhouses; the biological aspect. Growers books. London.

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.

Lacasa P., A y J. Contreras. 1999. Las plagas. Pp 427-430. *En*: F. Nuez (Ed.) El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa México.

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

Matallano A. Y J. I Montero. 1995. Invernaderos. 2ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España. pp 87,167,173.

- Messiaen C., M. *et. al.* 1995. Enfermedades de las hortalizas. 3ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España. pp 178-179, 181-184.
- Nelson V., R. 1994. Intensificación y conducción del cultivo del tomate. *En: 2º congreso internacional de nuevas tecnologías agrícolas.* Nayarit, México. Pp. 155-159. Citado por Norma Rodríguez D. Abril de 2002.
- Nuez V., F. 1999. Desarrollo de nuevos cultivares. Pp 626-669. *En: F. Nuez (Ed.) El cultivo del tomate.* Editorial Mundi-Prensa México.
- Orchard, B. (1980). Solution heating for the tomato crop. *Acta Hort.* 19-28.
- Papadopoulos, A.P. and S. Pararajasingham. 1998. Effects of controlling pH with hydrochloric acid on the growth, yield, and fruit quality of greenhouse tomato grown by nutrient film technique. *Hort Technology.* 8(2). pp. 193-198.
- Resh H.M. 1997. Cultivos hidropónicos. 4ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España. pp 275,279,425-471.
- Riquelme B., F. 1999. Postcosecha del tomate para consumo en fresco. pp 591-623. *En: F. Nuez (Ed.) El cultivo del tomate.* Editorial Mundi-Prensa México.
- Rodríguez R. R., Tabares. R. J.M. y J. A. Medina. 1997. Cultivo moderno del tomate. 2ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España. pp 15-23, 43-54, 61-82.
- Romero C., S. 1993. Hongos fitopatógenos. Editorial UACH. México. pp 74-78, 319-320.
- Sade A. 1998; Sade A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones generales. Rejovot, Israel. p 143.
- SAGARPA. 2001. Resumen agrícola región Lagunera. Delegación en la región Lagunera, subdelegación de planeación y desarrollo rural. Torreón, Coahuila.
- Samperio R., G. 1999. Hidroponía comercial. Editorial Diana. México. pp 126-127.
- Santiago, N. J. 1995. evaluación de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en condiciones de invernadero, criterios fenológicos y fisiológicos. Tesis, Buena Vista Saltillo, Coah. Méx.
- Serrano, Z. 1974. Cultivos hortícolas enarenados. Edt Ministerio de Agricultura. Madrid.
- Valadez López, A. 1997. Producción de hortalizas. Editorial Limusa. México. pp 197-211.
- Van Haef J. N. M. 1990. Tomates. Manual para la educación agropecuaria. Producción vegetal. Trillas México. (Reimpreso 1990).
- Van Koot, I.J., Van Ravestjin. (1963). The germination of tomato pollen on the stigma. 16th. Int. Hort. Congress. 1962: 452-461.

- Wacquant, C., Rasset, E., Musard, M., Odet, J.(1977). Tomato en serre. Influence du chauffage du sol sur le developemet et la production d'une culture conduite a plusieurs regimes de temperature d'ambiance n°. 390/63. Invuflec. Paris.
- Wilhelm, E. 1982 Cordon Tomatoes in unheated Plastic house. Hort abstrac 50(5) pag.287.
- 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.

APENDICE

Cuadro 1.1A. Cuadrados medios y significación para los variables presentes en el racimo 1.

Fuente de variación G.L.	<i>DDTifR1</i>	<i>DDTffR1</i>	<i>NFR1</i>	<i>AbR1</i>	<i>% AR1</i>
Genotipo	4.68 NS	21.33 NS	20.02 *	21.33 **	2155.61 *
Bloque	68.31 **	29.02 NS	6.33 NS	8.71 *	2129.94 *
Error	6.45	27.91	3.08	1.36	340.76
C.V. (%)	7.74	13.57	33.59	52.89	31.03

* = Significativo al 5 %.

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

NS = No significativo.

DDTifR2 = Días despues del transplante, inicio de floración, racimo 2.

DDTffR2 = Días despues del transplante, final de floración, racimo 2.

NFR2 = Números de flores, racimo 2.

AbR2 = Abortos, racimo 2.

% AR2 = Porciento de amarre, racimo 2.

Cuadro 1.2A. Cuadrados medios y significación para los variables presentes en el racimo 2.

Fuente de variación G.L.	<i>DDTifR2</i>	<i>DDTffR2</i>	<i>NFR2</i>	<i>AbR2</i>	<i>% AR2</i>
Genotipo	21.33 NS	212.52 *	35.02 *	33.33 *	2934.42 *
Bloque	49.56 NS	17.27 NS	4.02 NS	2.89 NS	2557.80 *
Error	17.35	46.77	46.47	3.69	558.92
C.V. (%)	10.96	14.98	46.47	78.24	39.42

* = Significativo al 5 %.

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

NS = No significativo.

DDTifR2 = Días despues del transplante, inicio de floración, racimo 2.

DDTffR2 = Días despues del transplante, final de floración, racimo 2.

NFR2 = Números de flores, racimo 2.

AbR2 = Abortos, racimo 2.

% AR2 = Porciento de amarre, racimo 2.

Cuadro 1.3A. Cuadrados medios y significación para los variables presentes en el racimo 3.

Fuente de variación G.L.	<i>DDTifR3</i>	<i>DDTffR3</i>	<i>NFR3</i>	<i>AbR3</i>	<i>% AR3</i>
Genotipo	9.18 NS	0.33 NS	28.52 *	13.33 *	828.38 NS
Bloque	400.75 **	136.75 NS	10.39 NS	0.81 NS	243.08 NS
Error	32.73	52.30	3.65	3.16	593.47
C.V. (%)	11.69	12.77	32.64	67.78	42.51

* = Significativo al 5 %.

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

NS = No significativo.

DDTifR2 = Días después del trasplante, inicio de floración, racimo 2.

DDTffR2 = Días después del trasplante, final de floración, racimo 2.

NFR2 = Números de flores, racimo 2.

AbR2 = Abortos, racimo 2.

% AR2 = Porcentaje de amarre, racimo 2.

Cuadro 1.4A. Cuadrados medios y significación para los variables presentes en el racimo 4.

Fuente de variación G.L.	<i>DDTifR4</i>	<i>DDTffR4</i>	<i>NFR4</i>	<i>AbR4</i>	<i>% AR4</i>
Genotipo	5.33 NS	22.68 NS	7.52 NS	2.52 NS	106.76 NS
Bloque	361.52 *	426.89 *	9.02 NS	2.02 NS	233.43 NS
Error	61.21	80.10	4.54	2.74	643.20
C.V. (%)	13.89	13.98	39.50	73.00	42.99

* = Significativo al 5 %.

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

NS = No significativo.

DDTifR2 = Días después del trasplante, inicio de floración, racimo 2.

DDTffR2 = Días después del trasplante, final de floración, racimo 2.

NFR2 = Números de flores, racimo 2.

AbR2 = Abortos, racimo 2.

% AR2 = Porcentaje de amarre, racimo 2.

Cuadro 1.5A. Cuadrados medios y significación para los variables presentes en el racimo 5.

Fuente de variación G.L.	<i>DDTifR5</i>	<i>DDTffR5</i>	<i>NFR5</i>	<i>AbR5</i>	<i>% AR5</i>
Genotipo	8.57 NS	173.09 NS	24.43 *	5.87 NS	7674.67 *
Bloque	856.33 **	589.09 *	10.36 NS	5.53 NS	566.61 NS
Error	70.34	92.54	3.80	3.19	750.06
C.V. (%)	13.02	13.53	35.54	91.32	42.76

* = Significativo al 5 %.

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

NS = No significativo.

DDTifR2 = Días despues del transplante, inicio de floración, racimo 2.

DDTffR2 = Días despues del transplante, final de floración, racimo 2.

NFR2 = Números de flores, racimo 2.

AbR2 = Abortos, racimo 2.

% AR2 = Porciento de amarre, racimo 2.

Cuadro 1.6A. Cuadrados medios y significación para los variables presentes en el racimo 6.

Fuente de variación G.L.	<i>DDTifR6</i>	<i>DDTffR6</i>	<i>NFR6</i>	<i>AbR6</i>	<i>% AR6</i>
Genotipo	242.12 *	44.43 NS	0.06 NS	0.19 NS	416.47 NS
Bloque	609.51 **		0.70 NS	0.43 NS	440.61 NS
Error	53.54	29.76	2.74	1.62	532.33
C.V. (%)	10.13	6.85	37.43	87.58	32.90

* = Significativo al 5 %.

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

NS = No significativo.

DDTifR2 = Días despues del transplante, inicio de floración, racimo 2.

DDTffR2 = Días despues del transplante, final de floración, racimo 2.

NFR2 = Números de flores, racimo 2.

AbR2 = Abortos, racimo 2.

% AR2 = Porciento de amarre, racimo 2.

Cuadro 1.7A. Cuadrados medios y significación para los variables presentes en el racimo 7.

Fuente de variación G.L.	<i>DDTifR7</i>	<i>DDTffR7</i>	<i>NFR7</i>	<i>AbR7</i>	<i>% AR7</i>
Genotipo	135.14 *	119.80 *	0.02 NS	0.01 NS	33.03 NS
Bloque	662.70 **	650.42 **	2.71 NS	2.09 NS	616.14 NS
Error	27.35	20.65	2.97	2.61	736.69
C.V. (%)	6.59	5.35	39.27	109.00	37.97

* = Significativo al 5 %.

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

NS = No significativo.

DDTifR2 = Días despues del transplante, inicio de floración, racimo 2.

DDTffR2 = Días despues del transplante, final de floración, racimo 2.

NFR2 = Números de flores, racimo 2.

AbR2 = Abortos, racimo 2.

% AR2 = Por ciento de amarre, racimo 2.

Cuadro 2.1A. Cuadrados medios y significación para los variables presentes en el rendimiento.

Fuente de variación G.L.	<i>RENDTH</i>
Genotipo	853.52 NS
Bloque	1941.94 NS
Genotipo*Rep	3664.28 NS
Error	2721.14
C.V. (%)	35.00

* = Significativo al 5 %.

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

NS = No significativo.

RENDTH = Rendimiento

Cuadro 3.1A. Cuadrados medios y significación para los variables presentes en las alturas.

Fuente de variación G.L.	ALT 1	ALT 2	ALT 3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7	ALT8
Genotipo	99.18*	0.005NS	102.08NS	90.75NS	102.08NS	705.33NS	1271.02NS	3950.63**
Bloque	541.28**	72.09NS	898.18**	773.77**	3034.64**	7017.02**	99.77NS	32.51NS
Error	13.71	34.02	46.79	99.94	170.64	237.07	491.03	408.16
C.V. (%)	12.68	10.82	8.64	9.33	9.91	9.52	11.25	9.02

* = Significativo al 5 %.

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

NS = No significativo.

ALT = Altura

Cuadro 4.1A. Cuadrados medios y significación para las variedades de calidad para genotipo y número de racimos.

Fuente de variación G.L.	Peso	DP	CUDRADOS DE	MEDIOS GB	EPULPA	NLOCU
Genotipo	12121.15*	25.38**	1.48NS	6.10**	0.37**	0.60NS
Bloque	8896.73NS	0.33NS	6.02**	2.46**	0.02NS	8.68**
No. Racimo	20288.34**	5.87**	11.39**	5.65**	0.02NS	4.12**
Error	3386.65	0.54	0.95	0.30	0.01	1.54
C.V. (%)	30.90	12.52	13.93	10.20	13.46	3.74

* = Significativo al 5 %.

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

NS = No significativo.

DP = Diámetro Polar.

DE = Diámetro ecuatorial.

GB = Grados Brix.

EPULPA = Espesor de pulpa.

NLOCU = Número de lóculos.

Cuadro 5.1A. Medias y significación para los racimos, para las variables de calidad.

Numero de racimo.	PESO	DP	DE	GB	EPULPA	NLOCU
1	147.8 g	5.3 f	6.1 f	4.4	0.8bcdefg	4.1 efg
2	169.8 efg	5.3 f	6.2 f	5.4 cd	0.8 bcdef	4.1 efg
3	193.2 bcde	6.1abcd	7.3abd	5.5abcd	0.8abcde	4.7abc
4	183.1 cdef	5.9 cde	7.1 bcde	5.4ab	0.8abcd	4.6abcd
5	203.2abc	6.0 cde	7.4abc	5.4 cd	0.9abc	5.1a
6	219.6ab	6.4ab	7.5ab	5.7ab	0.9ab	4.7ab
7	200.5abcd	6.1abc	7.2acde	5.7abc	0.8 cdefg	4.5abcde
8	237.7a	6.5 ^a	7.8a	5.8 ^a	0.9a	4.3a

* = Significativo al 5 %.

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

NS = No significativo.

DP = Diámetro Polar.

DE = Diámetro ecuatorial.

GB = Grados Brix.

EPULPA = Espesor de pulpa.

NLOCU = Número de lóculos.