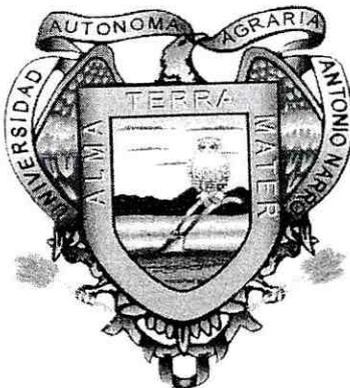


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE 18 GENOTIPOS DE
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) BAJO CONDICIONES DE
INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA**

Por

IVÁN ADDIEL HERNÁNDEZ SIMÓN

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

**EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE 18 GENOTIPOS DE
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) BAJO CONDICIONES DE
INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA**

**Por
IVÁN ADDIEL HERNÁNDEZ SIMÓN**

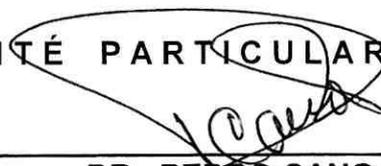
TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

COMITÉ PARTICULAR

**Asesor
principal:**



DR. PEDRO CANO RÍOS

Asesor :



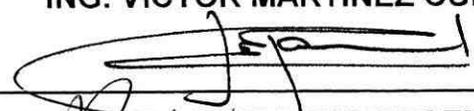
MC NORMA ROBRIGUEZ DIMAS

Asesor :

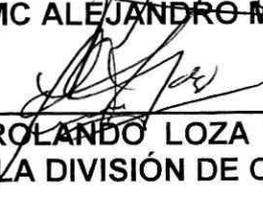


ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

Asesor:



MC ALEJANDRO MORENO RESENDEZ



**ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

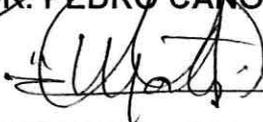
APROBADA POR:

PRESIDENTE



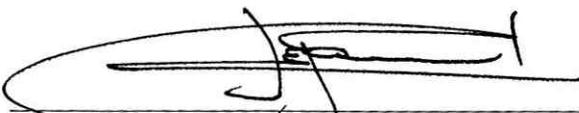
DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL



ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL



**M.C. ALEJANDRO MORENO
RESENDEZ**

VOCAL SUPLENTE



M.C. F. JAVIER SÁNCHEZ RAMOS



ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ



**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS
UAAAAN - UL**

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México

Octubre del 2003

DEDICATORIAS

Con amor, respeto y admiración a la persona que ha compartido conmigo valiosos momentos de gran dicha y felicidad, pero que también supo compartir conmigo momentos de amargura, en donde siempre supo estar a mi lado para mostrarme su apoyo incondicional y gran fortaleza para superar las adversidades. Por inculcarnos valores tan importantes como el respeto, la humildad y la perseverancia para poder alcanzar el éxito. Por el gran amor que siempre ha mostrado a sus hijos y su esfuerzo día a día por sacarlos adelante. A mi mamá, la profesora Brígida Simón Martínez.

A mis hermanos: Gamaliel, Zuri Saday e Hiram Sabad porque han sido la principal inspiración para la realización del presente trabajo. Por todos los momentos de felicidad que hemos compartido y seguiremos compartiendo, además de ser verdaderos amigos. Gracias por todo el amor y cariño mostrado en todo momento carnalitos.

A mis abuelos el Sr. Juan Simón Cortes y la Sra. Eusebia Martínez Bravo por haber formado una familia ejemplar donde reinan valores únicos como la unión, el respeto y el trabajo. Por el apoyo que siempre le han mostraron a mi madre en los momentos difíciles en los que ha necesitado de sus padres y que siempre han estado hay para apoyarla. Mil gracias abuelos.

A mis tíos: la profesora Maria, Sr. Francisco, Sr. Manuel, Sra. Virginia, Sr. Paulino, Sr. José Luis, Sr. Víctor Hugo y Sr. Juan Simón Martínez, así como a sus respectivas familias a las que tanto admiro y respeto. Gracias porque de alguna u otra forma han colaborado para poder ver reflejada una meta tan importante en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

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

A MI ALMA MATER, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente y haberme adoptado durante cinco años en los cuales me brindo cobijo y me dio herramientas suficientes para afrontar mi vida como profesionista.

A las autoridades del Campo Agrícola Experimental de la Laguna (CELALA), por las facilidades otorgadas 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.

Con admiración y respeto al Dr. Pedro Cano Ríos, por su gran paciencia que tuvo conmigo y sus sabios consejos que me ayudaron a salir adelante. Por darme la oportunidad de ser una más de las personas que tienen el privilegio de trabajar a su lado y poder aprender grandes cosas que me ayudarán para desarrollarme profesionalmente.

A la MC Norma Rodríguez Dimas, por su gran apoyo en la elaboración de esta investigación, por sus grandes conocimientos transmitidos y por su enorme amistad.

Al MC Alejandro Moreno Resendez, por su valiosa ayuda en la revisión y sugerencias para la elaboración de esta investigación.

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

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

A mis compañeros de la especialidad de Horticultura Julián, Leocadio, Raúl, Guillermo, Mariano, Alfredo y Juan de Dios.

A mis compañeros con los cuales compartí el hogar durante mi estancia en la Universidad: Claudio, David, Elizabet, Gabriel, José, Juan Pablo y Osvaldo. Gracias por tantos momentos compartidos.

A mi compañero y amigo Víctor Manuel Ríos Ontiveros, por su valioso apoyo para la realización de esta investigación, pero sobre todo por que en él encontré a un gran amigo.

Al Sr. Gerardo Palacios por el valioso apoyo que siempre mostró hacia la presente investigación, así como su gran amistad brindada.

ÍNDICE

DEDICATORIAS	III
AGRADECIMIENTOS	IV
INDICE DE CUADROS	IX
INDICE DE APENDICE	X
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Hipótesis	2
1.3 Metas	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Origen del tomate	4
2.2 Clasificación taxonómica	4
2.3 Anatomía y Fisiología de la Planta	5
2.4 Generalidades de invernadero	9
2.5 Exigencias de clima del cultivo del tomate	10
2.5.1 Temperatura	11
2.5.2 Humedad	12
2.5.3 Luminosidad	13
2.5.4 Contenido de CO ₂ en el aire.	14
2.6 Elección del genotipo	14
2.6.1 Tipos varietales de tomate para consumo en fresco	15
2.6.2 Tipo Larga Vida Comercial "Long Shelf Life"	16
2.7 Labores culturales	17
2.7.1 Transplante	17
2.7.2 Poda de formación	18
2.7.3 Aporcado y rehundido	19
2.7.4 Tutorado	19
2.7.5 Deshojado	19
2.7.6 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos	20
2.7.7 Bajado de planta	20

2.7.8	Arreglo Topológico.	20
2.7.9	Fertilización de cobertera (fertirrigación)	21
2.7.10	Calidad de agua de riego (Obturación de goteros)	23
2.7.11	Polinización	24
2.8	Plagas y Enfermedades	25
2.8.1	Plagas	25
2.8.1.1	Mosca blanca	25
2.8.1.2	Minadores de hoja	28
2.8.2	Enfermedades	28
2.8.2.1	Oidiopsis	28
2.8.2.2	Alternariosis	29
2.9	Índices de Cosecha	32
3	MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1	Localización geográfica de la Comarca Lagunera	39
3.2	Localización del experimento	39
3.3	Clima	39
3.4	Condiciones de Invernadero	40
3.5	Genotipos	40
3.6	Sustrato	41
3.7	Diseño Experimental	41
3.8	Manejo del Cultivo	41
3.9	Fertilización y Riegos	42
3.10	Control de Plagas y Enfermedades	42
3.11	Cosecha	43
3.12	Variables evaluadas	43
3.13	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	45

4.2	Calidad de Fruto	46
4.2.1	Peso promedio del fruto	46
4.2.2	Diámetro polar (DP)	47
4.2.3	Diámetro ecuatorial (DE)	47
4.2.4	Grado Brix (°Brix)	48
4.2.5	Espesor de pulpa	49
4.2.6	Número de lóculos	49
4.2.7	Color y forma del fruto	50
4.2.8	Rendimiento	50
5	CONCLUSIONES	53
6	RESUMEN	54
7	LITERATURA CITADA	56
8	APENDICE	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Principales componentes del fruto del tomate.....	9
Cuadro 2	Tipos de tomate para consumo en fresco.	15
Cuadro 3	Concentración de elementos nutritivos en el agua de riego (gotero) (ppm).	22
Cuadro 4	Se evaluaron 18 genotipos de tomate de crecimiento indeterminado y con la característica de larga vida de anaquel	40
Cuadro 5	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.	42
Cuadro 6	Variables altura de planta e inicio de floración de 18 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. CELALA, 2003.	45
Cuadro 7.	Variables de calidad del fruto de 18 genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2002 - 2003 en La Comarca Lagunera CELALA 2003.	46
Cuadro 8.	Variable rendimiento y significancia estadística de 18 genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2002 - 2003 en La Comarca Lagunera CELALA 2003.....	51

ÍNDICE DE APÉNDICE

CUADRO A1.	Cuadrados medios y significancia para las variables de calidad de genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en invierno 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. CELALA 2003.	63
CUADRO A2 .	Cuadrados medios y significancia para cosecha en toneladas por hectárea y números de loculos por fruto de genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en invierno 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. CELALA 2003.....	63
CUADRO A3.	Cuadrados medios y significancia para las variables floración y altura de planta genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en invierno 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. CELALA 2003	64

1 INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cuya parte comestible es el fruto, está considerada como la segunda especie hortícola más importante después de la papa por la superficie sembrada en el mundo (Nonnecke, 1989) 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 (Harper *et al.*, 1979; Morgan, 2001). En los últimos años la producción de hortalizas ha sufrido cambios tecnológicos debido a la aplicación de nuevas técnicas (riego por goteo, acolchados, invernaderos, etc.) que reducen los efectos negativos del medio ambiente, estas tecnologías además de elevar los rendimientos mejoran la eficiencia del uso del agua y elementos nutritivos en el riego y favorecen la producción de frutos de mayor calidad. 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 Citados por Rodríguez 2002.) La producción hortícola en invernadero se ha incrementado gradualmente en la republica Mexicana y este sistema de producción está destinado principalmente al cultivo del tomate (Nelson, 1994).

La producción de tomate en La Comarca Lagunera para el 2002 alcanzó una superficie de 568 ha bajo cielo abierto representando el 0.12% del total nacional, con un rendimiento promedio regional de 19.9 ton ha⁻¹ con un poco más de 28,217 millones de

pesos en valor de la producción (SAGARPA, 2002) y alrededor de 35 hectáreas bajo condiciones de invernadero. La producción bajo cielo abierto se realiza durante el ciclo primavera-verano en los meses de junio-agosto, obteniéndose bajos rendimientos. En este periodo el precio es muy bajo por lo que el productor tiene reducidas ganancias y en ocasiones pérdidas. Aunado a lo anterior no se aprovecha la cercanía que se tiene con los EE.UU. ya que su producción se presenta cuando el mercado de este país se encuentra saturado o totalmente abastecido.

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 (Miranda y González, 1996). Además en el mercado Mexicano este producto es escaso y su precio muy alto de hasta 20 pesos kilogramo precio menudeo.

1.1 Objetivos

- Evaluar para rendimiento y calidad de fruto dieciocho híbridos de tomate de crecimiento indeterminado bajo condiciones de invernadero en la época de mayor demanda (otoño - invierno) en el mercado.
- Seleccionar el genotipo que presente el mayor rendimiento y la mejor calidad en su fruto, bajo condiciones de invernadero.

1.2 Hipótesis

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

Es posible obtener altos rendimientos de tomate con aceptable calidad de fruto, bajo condiciones de invernadero en época de escasez en la Comarca Lagunera.

1.3 Metas

Para el año 2003 contar con el o los mejores híbridos de tomate con aceptable calidad en su fruto y rendimientos de producción de al menos 180 ton ha^{-1} , bajo condiciones de invernadero.

2.1 Origen del tomate

El tomate está considerado como una hortaliza de uso diario, imprescindible y necesaria en el sugestivo mundo culinario. La palabra "tomate", tiene su origen en la palabra azteca "tomalt". El centro de origen del género *Lycopersicon* es la región andina que hoy comparten Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, zona en la que *L. esculentum* muestra mayor variación (Esquinas y Nuez, 1999).

El lugar donde se produjo la domesticación del tomate ha sido controvertido, aunque hay motivos que inducen a creer que el origen de la domesticación está en México, a partir de ese momento, fueron los españoles y portugueses los que lo dispersaron por el resto del mundo.

2.2 Clasificación taxonómica

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las Solanáceas. Los miembros de esta familia presentan haces vi colaterales y una estructura floral modelo K(5) [C(5) A(5)] G(2). Las flores son radiales y con cinco estambres, el ovario, contiene numerosos primordios seminales, produciendo bayas polispermas.

Según Hunzinker (1979) citado por Esquinas y Nuez (1999), la taxonomía generalmente aceptada para el tomate, es:

Clase: Dicotiledóneas.

Orden: Sonalanes (Personatae).

Familia: *Solanaceae*.

Subfamilia: *Solanoideae*.

Tribu: *Solaneae*.

Género: *Lycopersicon*.

Especie: *Esculentum*.

2.3 Anatomía y Fisiología de la Planta

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual, y que puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta, y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitado en las variedades indeterminadas (La rural, 2002).

La ramificación es generalmente simpodial, las hojas son compuestas impar pinnadas con 7 a 9 foliolos y una filotaxia de 2/5. La inflorescencia es un dicasio compuesto generalmente de 4 a 12 flores. El fruto es una baya de forma globular, ovoide o aplastada. Cuando la planta crece directamente de la semilla sin sufrir trasplantes desarrolla una potente raíz principal que le permite adaptarse a ecosistemas semidesérticos, pero cuando la raíz principal se daña, como por ejemplo a consecuencia del trasplante, se desarrolla un sistema de raíces laterales adventicias.

La planta se desarrolla en un amplio rango de latitudes, tipos de suelos, temperaturas y métodos de cultivo, y es moderadamente tolerante a la salinidad.

La 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.

El sistema radical

El sistema radical del tomate está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las raíces adventicias. Una sección transversal de la raíz principal pone de manifiesto la existencia de tres zonas claramente diferenciadas: la epidermis, el córtex y el cilindro central o vascular. La epidermis está especializada en la absorción de agua y elementos nutritivos, presentando generalmente pelos absorbentes.

El sistema aéreo

Estructura y desarrollo de la planta. La estructura de la planta es la de un simpodio. El tallo principal forma de 6 a 12 hojas, que crecen lateralmente con una filotaxia de 2/5, antes de que la yema principal se transforme en una inflorescencia. El crecimiento subsiguiente se produce a partir de la yema axilar de la última hoja, la cual desarrolla un tallo secundario que crece como una prolongación del tallo primario y desplaza lateralmente la inflorescencia.

Los sucesivos segmento del tallo se desarrollan en forma similar produciendo una inflorescencia cada tres hojas. El aspecto es el de un tallo principal, que crece de forma continua con inflorescencias internodales laterales cada tres hojas. Cuando este proceso se repite indefinidamente los cultivares se denominan indeterminados, y son muy adecuados para la recolección continua en invernadero.

Los cultivares determinados tienen un crecimiento limitado pudiendo alcanzar unos 2 m. Los segmentos sucesivos del eje principal soportan, de forma progresiva, un número inferior de hojas y terminan en una inflorescencia. La floración y la fructificación se producen en un período de tiempo limitado, lo que provoca la concentración de la producción permitiendo efectuar la recolección mecánica.

El tallo

El tallo tiene de 2-4 cm de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis. Debajo de la epidermis se encuentra el córtex o corteza cuyas células más externas tienen clorofila y son fotosintéticas. La capa cortical más interna es la endodermis. Existen capas de floema tanto interiores como exteriores a un tubo cilíndrico de fibras del xilema. A medida que se desarrolla el floema secundario, el floema externo forma un cilindro más continuo. En el extremo del tallo principal se encuentra el meristemo apical, una región de división celular activa donde se inician los nuevos primordios foliares y florales. Tiene forma de cúpula y está protegido por las hojas recién formadas.

La hoja

Las hojas del tomate son pinnadas compuestas. Una hoja típica tiene unos 0,5 m de largo, algo menos de anchura, con un gran foliolo terminal y hasta ocho grandes foliolos laterales, que a su vez, pueden ser compuestos. Los foliolos son usualmente peciolados y lobulados irregularmente con bordes dentados. Las hojas son de tipo dorsoventral o bi facial, y están recubiertas de pelos del mismo tipo que los del tallo.

La epidermis del envés o inferior contiene abundantes estomas que facilitan el intercambio gaseoso con el exterior, mientras éstos son escasos en la epidermis superior. El

primordio foliar aparece, inicialmente, como una pequeña protuberancia sobre la cúpula del ápice. El foliolo terminal se forma a partir de un meristemo marginal a lo largo de los flancos del primordio, en el extremo distal. Los demás foliolos se desarrollan de forma similar, a partir de grupos de células que forman pequeñas protuberancias sobre los flancos del primordio.

La flor

La flor es perfecta, regular e hipogea, consta de: cinco ó más sépalos, cinco ó más pétalos dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135° , de un número igual de estambres que se alternan con los pétalos y de un ovario bi o plurilocular. Las flores, en número variable, se agrupan en inflorescencias de tipo racemosa.

La primera flor se forma en la yema apical y las demás flores se desarrollan lateralmente por debajo de la primera, alrededor de un eje principal (Chamarro, 1999).

La flor está unida al eje floral por un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, la cual se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco producido por una reducción del espesor del córtex. Durante la recolección la separación del fruto puede realizarse por la zona de abscisión o por la inserción del fruto al pecíolo.

El fruto

El fruto de tomate es una baya bi o plurilocular que se desarrolla a partir de un ovario de unos 5-10 mg y alcanza un peso final en la madurez que oscila de 5 a 500 g, en función de la variedad y las condiciones de desarrollo. El fruto está unido a la planta por un pedicelo con un engrosamiento articulado que contiene la capa de abscisión.

El fruto adulto del tomate está constituido, básicamente, por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El pericarpio lo componen la pared externa, las paredes radiales o septos que separan los lóculos y la pared interna o columela. Se origina de la pared del ovario y consta de un exocarpio o piel, un mesocarpio parénquimático con haces vasculares y el endocarpio constituido por una capa unicelular que rodea los lóculos.

Cuadro 1 Principales componentes del fruto del tomate.

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

Fuente: Chamorro (1999). CELALA, 2002

2.4 Generalidades de invernadero

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

Ventajas del cultivo en invernadero

- Precocidad.
- Aumento de calidad y rendimiento.
- Producción fuera de época.

- Ahorro de agua y fertilizantes.
- Mejor control de insectos y enfermedades.
- Posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo al año.

Posibles desventajas del cultivo en invernadero

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

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

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

2.5 Exigencias de clima del cultivo del tomate

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente

relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto. Según Sade (1998) los principales factores climáticos para el manejo óptimo de un invernadero son los siguientes:

2.5.1 Temperatura

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

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

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

A temperaturas excesivas, más de 35 °C, las plantas detienen su crecimiento y su floración, mientras que a temperaturas inferiores, entre 10 °C y 15 °C, originan problemas en el desarrollo y germinación. A temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C, la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está influenciada por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, valores cercanos a 10° C y superiores a 30° C originan tonalidades amarillentas (Sade, 1998;.Infoagro., 2002).

Temperatura del suelo

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

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

2.5.2 Humedad

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

Trigui *et al.* (1999) señalaron que el déficit de la presión de agua y aire es el primer factor que hay que controlar, para facilitar el canal de salida del agua de la planta en

invernaderos, ya que el canal de salida del agua de la planta afecta varios procesos fisiológicos tal como la polinización, crecimiento de la planta y el rendimiento de la fruta.

2.5.3 Luminosidad

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

Radiación en invernadero

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

La radiación en el cultivo del tomate

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

2.5.4 Contenido de CO₂ en el aire.

La concentración de CO₂, de la atmósfera es de 340 ppm aproximadamente, sin embargo, esta cantidad es muy variable dentro de un invernadero. Se puede observar que en las primeras horas de la mañana en un día despejado la concentración de CO₂ dentro del invernadero es más alta que en la atmósfera. En cuanto aumenta la intensidad lumínica y por lo tanto, el proceso de fotosíntesis, hay una disminución rápida de CO₂, que alcanza niveles muy bajos, cercanos a las 200 ppm (Alpi y Tognoni, 1999).

2.6 Elección del genotipo

Uno de los mayores atractivos de cualquier producto frente al consumidor es su diversidad. El tomate es una hortaliza que ha alcanzado una variedad de tipos muy extensa. Pocos productos hortícolas permiten tal diversidad de usos como el tomate. Una primera división del tomate podría realizarse según su uso, para consumo en fresco o procesado industrial en base a las diferencias en características de calidad.

La situación actual del mercado para el tomate de consumo en fresco y en general de muchas hortalizas es de una fuerte competencia entre las distintas casas productoras de híbridos, lo que trae como consecuencia la constante aparición de nuevas obtenciones que tienen, normalmente, una vida corta en el mercado y son desplazadas por otras con rapidez.

Los criterios que dominan en la producción de las nuevas variedades son fundamentalmente (Muñoz, 2003; Diez, 1999):

- Porte abierto de la planta.
- Productividad.
- Precocidad.

- Calidad externa del fruto: forma, color y homogeneidad.
- Calidad interna: cualidades gustativas, dulzura y jugosidad.
- Adaptación al sistema y ciclo de cultivo.
- Adaptación a condiciones ambientales de estrés.
- Resistencias a enfermedades.

2.6.1 Tipos varietales de tomate para consumo en fresco

La creación constante de nuevas variedades por medio de la mejora genética tiene como principal objetivo mejorar distintos aspectos como productividad, calidad y adaptación a distintas condiciones de cultivo para cubrir un amplio rango de necesidades.

Nuez, (1995) realizó la siguiente descripción de los tipos varietales, a partir de una laboriosa revisión de catálogos de firmas productoras de semillas, tanto europeas como americanas:

Cuadro 2 Tipos de tomate para consumo en fresco.

Tamaño del fruto	Acostillado del fruto	Tipo de crecimiento	Tipo
Frutos gruesos Calibre G y GG. > 67 mm	Liso o ligero Medio o fuerte	Indeterminado Determinado Deter. e indeter.	Breefsteak Bush breefsteak americano Marmande
Frutos medianos Calibre M. 57-67 mm	Liso o ligero	Indeterminado Determinado	Vemone Francés
Frutos pequeños Calibre MM. 47-57 mm	Lisos	Indeterminado	Moneymaker y canario
Frutos pequeños Calibre MMM. < 47 mm.	Lisos	Indeterminado	Cocktail (redondos) Cocktail (aperados)
Frutos muy pequeños < 30 g	Lisos	Indeterminado	Cereza ("cherry") (comestibles y ornamentales)

2.6.2 Tipo Larga Vida Comercial "Long Shelf Life"

Este tipo de híbridos añaden a la alta productividad y resistencia a enfermedades, la característica de la larga conservación de sus frutos. Introducidos recientemente en el mercado, ya se ha extendido por todo el sector agrícola. Presentan la ventaja de su larga vida en estantería y su capacidad para soportar transporte a largas distancias, pero suelen tener defectos de calidad, en cuanto a coloración y sabor.

Los genes de maduración nor "non ripening" y rin "ripening inhibitor" son los responsables de los efectos de larga vida de anaquel. En homocigosis los genes nor y rin inhiben por completo el proceso de maduración, mientras que en heterocigosis, debido a su recesividad no completa, confieren a los frutos cualidades de color, sabor y conservación más cercanas a los frutos normales ([p://www.horticom.com/publicac/juego_v/hi14.html](http://www.horticom.com/publicac/juego_v/hi14.html)).

Existen actualmente híbridos desarrollados por diferentes casas comerciales que cubren toda la escala en cuanto a tamaño del fruto, e incluso aparecen diferencias en los híbridos con respecto al número de semanas de conservación en estanterías, de tres a siete semanas. Los tomates de tres semanas poseen el gen nor que les da mejor sabor y color a costa de menor vida, mientras que el gen rin alarga la vida del tomate a seis o siete semanas perdiendo sabor y color, siendo debida esta última pérdida al lento desprendimiento de etileno.

Recientemente ha aparecido una nueva variante de los tomates de tipo larga vida comercial los **"Tomates en racimo o ramillete"**. Han pasado de ser un fenómeno, una curiosidad, a ser un claro sistema de producir y comercializar tomates. El tomate en racimo sugiere mayor naturalidad dado su vistosidad y su intensidad de olor, debido probablemente a la presencia de partes verdes (raquis o raspa).

El material vegetal a emplear en el cultivo de tomate para este fin requiere de cultivares adaptados al cultivo en racimo, con frutos esféricos y uniformemente coloreados. Los primeros frutos del racimo, una vez maduros, deben aguantar mucho para que los últimos terminen de madurar y muestren también su color uniformemente rojo.

En cuanto al calibre serán tomates entre MM y G, además deberán presentar un racimo bien formado, el raquis bien ramificado permitiendo la inserción de los 5-6-7 tomates sin empujarse unos a otros, sin apretarse para así durar más tiempo y poder manipularlos con mayor facilidad.

2.7 Labores culturales

2.7.1 Transplante

Belda y Lastre (2001) encontraron que el transplante de tomate debe realizarse con plántulas de 10 a 15 cm de altura y de 3 a 5 hojas verdaderas, eliminando aquellas que presenten síntomas de enfermedad o un desarrollo anormal. Recomiendan dar un riego después del transplante y el aporcado de plantas para evitar encharcamiento en la zona del cuello.

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

2.7.2 Poda de formación

Anderlini (1996) menciona que la poda sirve para equilibrar la vegetación en beneficio de la fructificación de la planta. La poda significa eliminar los pequeños brotes axilares que se desarrollan entre los brotes laterales. Los brotes no deberán tener más de 2-3 cm de longitud, de otro modo la planta no podrá soportar el excesivo desarrollo vegetativo. Cuando su brote axilar se encuentra excesivamente desarrollado formando tallos secundarios es más beneficioso limitarse a su despunte. Por su parte Howard, (1995) señala que los brotes que no son podados a tiempo consumen gran cantidad de energía de la planta que de alguna manera estaría destinada para un mejor crecimiento.

La poda es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado, que son las comúnmente cultivadas en invernadero. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates de tipo Cherry suelen dejarse 3 y hasta 4 tallos (Infoagro, 2001).

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

2.7.3 Aporcado y rehundido

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

2.7.4 Tutorado

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

2.7.5 Deshojado

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

2.7.6 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos

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

2.7.7 Bajado de planta

Pilatti y Bouzo (2000) realizaron un experimento para medir efecto del bajado de plantas sobre la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en invernadero y determinaron que el bajado debe realizarse cuando las plantas alcanzan una altura que ya no permite un adecuado manejo del cultivo. Sin embargo, este descenso de las plantas puede afectar la interceptación de radiación solar por el dosel y consecuentemente al rendimiento del cultivo. Los tratamientos consistieron en el bajado de plantas según el siguiente criterio: 1) 25 cm por semana, 2) 50 cm cada 14 días, 3) 75 cm cada 21 días y 4) 100 cm cada 28 días. Las plantas que sufrieron un menor y más frecuente bajado (25 cm por semana) interceptaron más luz que el resto de los tratamientos. Sin embargo, ninguno de los tratamientos estudiados modificó la producción de frutos comerciales.

2.7.8 Arreglo Topológico.

Existen arreglos de hilera sencilla o doble, con un espaciamiento entre plantas que oscila entre 25-30 cm en hileras sencillas y 40-50 cm en hileras dobles. En términos generales, la densidad normalmente oscila entre 2.0 a 2.5 plantas por m² (Horward, 1995). En la cuenca Mediterránea la densidad de plantación oscila entre 2.0 a 4.0 plantas/m² según el

vigor varietal, fertilidad del sustrato, salinidad del suelo y del agua de riego (Rodríguez *et al.*, 1997).

2.7.9 Fertilización de cobertera (fertirrigación)

Substratos inertes

Si el agua no es salina se utilizan disoluciones nutritivas, optimizadas para cada cultivo mediante ensayos hidropónicos previos. Si el agua contiene salinidad, que es el caso más frecuente, debe tenerse ésta en cuenta, no sólo por la aportación de elementos fertilizantes y las relaciones entre ellos, sino también por los elementos tóxicos como Cl, Na e incluso un exceso de Mg, con el fin de evitar los antagonismos correspondientes. El proceso correcto debe ser la utilización de una disolución nutritiva equilibrada, para que sea la planta la que tome los elementos que necesite en cada momento, según el proceso de fotosíntesis, momento fenológico, riegos, etcétera, de cada día. Paralelamente se debe realizar un control de planta y sustrato para determinar una posible acumulación de elementos nutritivos o una deficiencia de estos y proceder, en consecuencia, a la corrección de la disolución nutritiva y a verificar los correspondientes lavados del sustrato (Cadahía, 1999).

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

Cuadro 3 Concentración de elementos nutritivos en el agua de riego (gotero) (ppm).

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

Fuente: Zaidan y Avidan, 1997. CELALA, 2002.

Lupin *et al.* (1996) señalaron que la mayoría de los fertilizantes absorben calor al ser disueltos, reduciendo la temperatura del agua. La dilución de ácido fósfórico en cambio produce una reacción exotérmica. Por esto conviene agregar primero ácido fosfórico para aprovechar el aumento de la temperatura y así facilitar la disolución de los fertilizantes agregados a continuación.

Cadahía (1999) mencionó que cuando exista en el agua de riego una salinidad alta debida a Cl⁻, Na y Mg se necesita aplicar niveles de NO₃⁻ y Ca elevados desde el principio del cultivo, con el fin de paliar los antagonismos correspondientes. Si la salinidad no es alta se debe utilizar la disolución nutriente diluida, al menos el primer mes de cultivo. El coeficiente de dilución puede ser de 50 por 100 y después del primer mes ir subiendo paulatinamente hasta el 100 por 100 de las concentraciones normales. Por otra parte, las necesidades de la planta no son las mismas durante todo el ciclo de cultivo. Sin embargo, no es fácil concretar niveles y momentos fenológicos, por lo que se recomienda que tanto los coeficientes de dilución como las diferentes necesidades específicas del cultivo, según el momento fenológico, se calculen en función del análisis de planta, teniendo en cuenta, que para cultivos como el tomate se traslapan ciclos en la misma planta.

2.7.10 Calidad de agua de riego (Obturación de goteros)

Es importante el aprovechamiento del contenido en el agua de riego de elementos como Ca, Mg y SO_4^{2-} . Debido al contenido salino de las aguas, las precipitaciones de fosfatos y sulfatos de Ca y, fundamentalmente, la carbonatación de los residuos de bicarbonatos de Ca y la desecación de disoluciones salinas pueden producir obturación de goteros. Para evitar dicha obturación se utilizan disoluciones madres ácidas, en función de la calidad del agua de riego y manteniendo, al mismo tiempo, las relaciones óptimas de nutrientes además de realizar diariamente un lavado al final de la fertilización con HNO_3 diluido, a pH de 3,5 a 6, según el sustrato, o con la misma agua de riego (Cadahía, 1999).

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

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

En términos generales, el intervalo de riego debe ser de 3 a 5 veces por día (según el tipo de sustrato) en las primeras dos semanas después de la plantación. La frecuencia de riego irá en aumento con el desarrollo de las plantas, y alcanzará el nivel de 5-10 veces por día durante el máximo consumo. La lámina diaria será dividida durante el día (Zaidan y Avidan 1997).

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

- Aireación
- Agua
- Solutos
- Temperatura

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

2.7.11 Polinización

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

Lacasa y Contreras (1999) en un estudio realizado midieron el efecto sobre abejorros polinizadores (*Bombus terrestris*) en la aplicación de Confidor (imidacloprid) y Nema-cur (fenamifos) en el agua de riego en tomate en invernadero, los tratamientos fueron: 1° el

testigo sin tratar, 2° Confidor a la dosis de 0.75 L.ha aplicados al suelo y el 3° Nematicur a la dosis 20 L.ha aplicados al suelo. el análisis de la actividad polinizadora no mostrarán diferencias significativas en ninguno de los conteos realizados entre el testigo y los diferentes tratamientos.

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

2.8 Plagas y Enfermedades

2.8.1 Plagas

2.8.1.1 Mosca blanca

Ortega (1999) indicó 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)

Los daños directos (amarillamientos y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de fumajina o “negrilla” sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas. Ambos tipos de daños se convierten en importantes cuando los niveles de población son altos (Mejía *et al.*, 1999).

Daños causados por *B. argentifolli* en cultivos en invernadero

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

Los daños causados por esta especie de mosca blanca en cultivos hortícolas en invernaderos Según Aparicio *et al.* (2000) pueden ser:

a) Directos

Producidos por la succión de savia. En este proceso se inyectan toxinas a través de la saliva lo que ocasiona el debilitamiento de la planta y a veces manchas cloróticas. En ataques intensos se producen síntomas de deshidratación, detención y disminución del crecimiento.

b) Indirectos

Producidos por la secreción de melaza y posterior asentamiento de neegrilla (*Cladosporium sp.*) en hojas, flores y frutos; lo que provoca asfixia vegetal, dificultad en la fotosíntesis, disminución en la calidad de la cosecha, mayores gastos de comercialización y dificultad en la penetración de fitosanitarios.

c) Transmisión de virus

Bemisia tabaci es capaz de transmitir gran cantidad de virosis. De entre ellas un buen número afectan al tomate. Se conoce su eficacia en la transmisión de enfermedades como:

- Virus del Mosaico del Tomate
- Virus del Mosaico del Pepino
- Virus del Bronceado del Tomate
- Virus del Apice Amarillo del Tomate
- Virus de la Hoja Cuchara del Tomate
- Virus de la Y de la papa
- Virus del Mosaico de la alfalfa

Control químico

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

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

2.8.1.2 Minadores de hoja

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

Control químico

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

2.8.2 Enfermedades

2.8.2.1 Oidiopsis

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

entre 52 y 75 %. Sobreviven el invierno en residuos de cosecha como micelio y como cleistotecio en el suelo (Mendoza, 1999).

Daños

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

Control químico

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

2.8.2.2 Alternariosis

Alternaria solani ASCOMYCETES: DOTHIDEALES. Afecta principalmente a solanáceas y especialmente a tomate y papa. En plántulas produce un chancro negro en el tallo a nivel del suelo. En pleno cultivo las lesiones aparecen tanto en hojas como tallos, frutos y pecíolos. En las hojas se producen manchas pequeñas circulares o angulares, con marcados anillos concéntricos. En el tallo y los pecíolos se producen lesiones negras alargadas, en las que se pueden observar a veces anillos concéntricos. Los frutos son atacados a partir de las cicatrices del cáliz, provocando lesiones pardo-oscuras ligeramente deprimidas y recubiertas de numerosas esporas del hongo. Fuentes de dispersión: solanáceas silvestres y cultivadas, semillas infectadas, restos de plantas enfermas. Las conidias pueden ser dispersadas por salpicaduras de agua, lluvia, etc., o el viento. Rango de

temperatura: 3-35 °C. La esporulación es favorecida por noches húmedas seguidas de días soleados y con temperaturas elevadas (Alpi y Tognoni, 1999; Infoagro, 2002).

Control químico

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

Medidas fitosanitarias contra el Virus del mosaico del pepino dulce PepMV

Transmisión

Se transmite por contacto, con gran facilidad de unas plantas a otras; por roce entre plantas, contacto con las manos, herramientas, ropa, material de riego, etc. El virus puede permanecer en restos vegetales e incluso en las raíces.

Medidas de Control

Las medidas de lucha contra alternariosis se basan fundamentalmente en medidas profilácticas y de higiene para evitar la infección de las plantaciones y su transmisión.

Medidas preventivas:

Las Plántulas deber ser inspeccionadas y garantizada su sanidad por lo que se deben utilizar plántulas procedentes de semilleros autorizados y con el correspondiente Pasaporte Fitosanitario.

Eliminar al máximo posible los restos vegetales, incluidas raíces, de los cultivos anteriores antes de realizar una nueva plantación, ya que el virus puede permanecer en ellos.

Eliminar malas hierbas que puedan quedar en el invernadero y en los alrededores.

La solarización, o el cierre de los invernaderos durante un tiempo en verano para elevar la temperatura, puede ser una buena medida para eliminar las partículas del virus.

En cultivos hidropónicos, si se ha detectado el virus en la plantación anterior, destruir las bolsas en las que se encontraban las plantas afectadas. Evitar el contacto del sustrato con el suelo del invernadero. Realizar desinfecciones de las tuberías y demás estructuras (agua caliente a presión, fosfato trisódico 10%, solución de lejía).

En caso de tener plástico en el suelo del invernadero, hay que evitar que se produzcan roturas del mismo.

Para evitar la propagación:

- Dada la facilidad de transmisión a través del contacto entre plantas, con manos, ropa y utensilios de trabajo, es necesario reducir al máximo el riesgo de transmisión de unas plantas a otras del cultivo o de unos invernaderos a otros.

Para reducir los riesgos de transmisión de unas plantas a otras dentro del invernadero realizar las labores siempre siguiendo el mismo recorrido por pasillos y filas del invernadero, desinfectando guantes o manos después de cada fila con sustancias inhibidoras de virus (leche desnatada, solución de lejía). Se recomienda dividir el invernadero en sectores de trabajo en los cuales se utilizan siempre los mismos utensilios y vestimenta.

Durante las labores del cultivo, no tocar las plantas sospechosas, o bien dejarlas para el final. Informar al personal que trabaje en el invernadero de la presencia del virus y de las medidas profilácticas.

Evitar al máximo posible las visitas al invernadero. En caso de presencia de plantas con virus extremar las medidas higiénicas para no transmitirlo a otros invernaderos.

Desinfectar los útiles de trabajo con una solución de fosfato trisódico al 10% antes y después de realizar las labores de cultivo y lavar la ropa con agua caliente (95° C) después de cada visita al invernadero.

En cuanto se localice una planta afectada, señalarla y tocar la planta solo para arrancarla, lo cual se hará con la mayor cantidad de sistema radicular posible. Usar guantes desechables o desinfectarlos. No permitir que entre en contacto con otras plantas. Deben eliminar rápidamente del invernadero, y para ello se deben introducir en bolsas cerradas y destruirse inmediatamente, desinfectando a continuación los guantes y la ropa. Es aconsejable eliminar asimismo las plantas colindantes.

2.9 Índices de Cosecha

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

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

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

Índices de Calidad Trevor *et al.* (2002) mencionaron que la calidad del tomate estándar se basa principalmente en la uniformidad de forma y en la ausencia de defectos de crecimiento y manejo. El tamaño no es un factor que defina el grado de calidad, pero puede influir de manera importante en las expectativas de su calidad comercial.

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

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

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

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

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

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

Temperaturas óptimas para la cosecha del tomate:

Verde Maduro 12.5 - 15°C (55 - 60°F)

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

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

Los tomates Verde Maduro pueden almacenarse a 12.5°C (55°F) por 14 días antes de madurarlos sin reducción significativa de su calidad sensorial y desarrollo de color. La pudrición puede aumentar si se les almacena más de dos semanas a esta temperatura. Después de alcanzar el estado Maduro Firme, la vida de anaquel es generalmente de 8 a 10 días si se aplica una temperatura dentro del intervalo recomendado. Durante la distribución comercial es posible encontrar que se aplican temperaturas de tránsito o de almacenamiento de corto plazo inferior a lo recomendado, pero es muy probable que ocurra daño por frío después de algunos días. Se ha demostrado que se puede extender la vida de almacenamiento del tomate con la aplicación de atmósfera controlada (Trevor *et al.*, 2002).

Temperaturas de Maduración

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

Daño por Frío (Chilling Injury)

Los tomates son sensibles al daño por frío a temperaturas inferiores a 10°C (50°F) si se les mantiene en estas condiciones por 2 semanas o a 5°C (41°F) por un período mayor a los 6-8 días. Los síntomas del daño por frío son alteración de la maduración (incapacidad para desarrollar completo color y pleno sabor, aparición irregular del color o manchado, suavización prematura), picado (depressiones en la superficie), pardeamiento de las semillas e incremento de pudriciones (especialmente pudrición negra, black mold, causada por *Alternaria* spp.). El daño por frío es acumulativo y puede iniciarse en el campo antes de la cosecha.

Efectos del Etileno

Los tomates son sensibles al etileno presente en el ambiente y la exposición de los frutos Verde Maduro a este gas inicia su maduración. Los tomates madurando producen etileno a una tasa moderada por lo que no deben almacenarse o transportarse con productos sensibles al etileno como las lechugas y los pepinos.

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

Antecedentes de rendimiento de tomate en condiciones de invernadero

Santiago (1995) evaluando genotipos de tomate en condiciones de invernadero reportó un rendimiento promedio que varía de 1.76 a 5.42 kg.planta mientras que para sólidos solubles reportó que los frutos presentaron de 4 a 5 grados Brix.

Rodríguez *et al.* (1996) evaluando el tomate bajo condiciones de invernadero investigando la influencia de mezclas de hidrogel en el sustrato para el mejoramiento de retención de agua reportó un rendimiento de que varía de 2.2 a 4.4 kilogramos por planta.

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

Sánchez y Vázquez (2000) en un estudio realizado bajo invernadero de vidrio en el estado de México, utilizando dos cultivares de tomate Solarset de crecimiento (determinado) y Daniela crecimiento (indeterminado), reportaron producciones entre 21.3 y 29.3 kg.m². No se encontró diferencia significativa para la variable peso del fruto.

En invernaderos no automatizados los productores de la región del bajo, Texcoco, estado de México, obtuvieron rendimientos de 15 kg.m² con un ciclo de producción de 6 a 7 meses. Mientras que en invernaderos de alta tecnología se ha obtenido una producción de 52 kg.m² (Hoyos, 2003).

Según Fonseca (2003). Para que la producción sea redituable debe obtenerse por lo menos 15 kg.m²

Los rendimientos totales son muy variables dependiendo de las condiciones del cultivo. En invernadero sin calefacción con cultivares vigorosos de crecimiento indeterminado, poda a un tallo y ciclo largo (Agosto-Mayo), se están alcanzando en Almería producciones de entre 15 a 18 kg.m², en óptimas condiciones, explotando unos 15 ramilletes de flor por planta. En cifras pueden servir de orientación, en función del número de ramos explotados por tallo en cada ciclo concreto (Castillas, 1999).

Santos (2002) en un estudio para evaluar rendimiento y calidad de tres híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero con fertirrigación encontró para las variables altura e inicio de floración que el genotipo Brillante presentó mayor altura con 222.7 cm. Y fue el más precoz, floreciendo a los 33 días, misma que presentó mayor espesor de pulpa con 0.88 cm. Para peso de fruto y número de lóculos Belladona presentó los mayores valores. El rendimiento promedio obtenido fue de 120 ton ha⁻¹.

López (2003) evaluando siete híbridos de tomate en condiciones de invernadero en otoño invierno encontró diferencias altamente significativas en las variables de calidad excepto en espesor de pulpa. Reportó a los mejores híbridos y estadísticamente iguales para rendimiento fueron Bosky, Andre y Gabriela con 221.5, 215.9 y 199.3 ton ha⁻¹. Estos genotipos también presentaron la mayor altura con 264.4 cm.

Espinosa *et al.* (2002) evaluando el comportamiento de híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero reporta producción de hasta 201 ton ha⁻¹, destacando los cultivares y estadísticamente iguales: HMX9804, Attention, Girona y Nadin con 201, 197, 183 y 179 ton ha⁻¹, respectivamente.

Rodríguez (2002) en un estudio realizado para evaluar la producción de tomate en invernadero en el ciclo otoño invierno encontró diferencias significativas entre los genotipos para todas las variables analizadas. Los genotipos que presentaron mayor rendimiento y estadísticamente iguales fueron, Norma, Andre, Gabriela, Red Chief y Anastasia con 100.1, 91.7, 89.3, 88.7 y 87.6 ton ha⁻¹, respectivamente. El peso del fruto fluctuó entre 167 y 70.1 gr y el genotipo de mayor peso fue Red Chief.

Ríos (2002) evaluando genotipos de jitomate en invernadero rustico encontró rendimientos para los genotipos Bosky y Adela de 154 y 144 ton ha⁻¹, respectivamente. Para el diámetro polar encontró valores de 6.3 y 5.6 cm. Mientras que para sólidos solubles los frutos presentaron un valor promedio de 5.4 grados Brix.

Aguilar (2002) evaluando tomate de crecimiento indeterminado bajo condiciones de invernadero plástico sin calefacción ni sistema de control de temperatura reporta rendimiento de 173.7 ton ha⁻¹. En la variable altura reportó para el genotipo Gabriela una altura de 249.3 cm mientras que para el híbrido Andre encontró una altura de 216.6 cm.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera

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

3.2 Localización del experimento

El experimento se llevo a cabo en el invernadero del Campo Experimental La Laguna (CELALA) ubicado en el km 17.5 de la Carretera Torreón - Matamoros. EL CELALA se ubica en las coordenadas geográficas de 103° 14' de longitud Este al meridiano de Greenwich y 25° 32' de latitud norte con una altura de 1,120 msnm (CENTENAL, 1970).

3.3 Clima

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

varia en el año; en primavera tiene un valor promedio de 30.1%. En otoño de 49.3% y finalmente en Invierno de un 43.1% (CENID- RASPA, 2003).

3.4 Condiciones de Invernadero

El experimento se llevó a cabo en un invernadero semicilíndrico cubierto por fibra de vidrio, y una estructura totalmente metálica. El interior del invernadero cuenta con piso de cemento, el sistema de riego es por goteo. El tiempo y números de riegos fueron programados con una micro computadora. La ventilación y calefacción es automatizada.

3.5 Genotipos

En el cuadro 4 se presentan los genotipos de tomate evaluados, compañía y tipo de tomate.

Cuadro 4 Genotipos de tomate evaluados. CELALA, 2003..

No	Genotipo	Compañía	Tipo de Tomate
1	Andre	Peto Seed	Bola
2	Atila	Harris Moran	Saladet
3	Max	Peto Seed	Bola
4	FA-852	Hazera	Bola
5	Abigail 870	Hazera	Bola
6	Attention	Enza zaden	Bola
7	Alondra	Enza zaden	Bola
8	Giranda	Enza zaden	Bola
9	31355	Luis Dorantes	Saladet
10	E 30963	Enza zaden	Bola
11	Adela	Hazera	Bola
12	136225	Rogers	Bola
13	V.81	Clause	Saladet
14	V. 120 F1	Vilmorin	Saladet
15	Tequila	Vilmorin	Saladet
16	HMX 801	Harris moran	Saladet
17	V.70	Vilmorin	Saladet
18	Barbarian	Harris moran	Saladet

3.6 Sustrato

La siembra se efectuó el 17 de julio en charolas germinadoras de 200 cavidades, usando como sustrato el musgo canadiense (*Sphagnum*) conocido como Cosmo-Peat, y el trasplante se realizó el día 6 de agosto del 2002. Se utilizaron macetas de 25 kg rellenas con un sustrato de arena que fue previamente desinfectada y posteriormente lavada, se instalaron a doble hilera con una arreglo a tresbolillo espaciados a 30 cm entre plantas y a 70 entre los pasillos.

3.7 Diseño Experimental

El diseño experimental empleado fue bloques al azar con 6 repeticiones y la unidad experimental fueron tres plantas por genotipo, la superficie sembrada fue de aproximadamente 100 m².

3.8 Manejo del Cultivo

Las plantas fueron guiadas a una solo tallo eliminando los chupones o brotes axilares, la poda de yemas axilares 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 30 cm, 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.

3.9 Fertilización y Riegos

Para el manejo del riego 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 la concentración establecida 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 5).

Cuadro 5 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
Ac. Fósforico	86 g	86 g	169 - 246 g	281 g
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 Cu= ácido cuprico Mo= ácido molibdico Boro y Mn se encuentran incluidos en los quelatos

3.10 Control de Plagas y Enfermedades

Se colocaron trampas amarillas para el control de plagas a los 26 días después de la siembra, se realizaron revisiones visuales de la planta cada semana, desde la etapa de

germinación en las charolas hasta la cosecha. Los agentes causales de las enfermedades encontradas (cenicilla y alternaría) se identificaron colocando tejido dañado previamente desinfectados en medio de cultivo papa dextrosa-agar (PDA) y mediante observaciones directas en el microscopio compuesto.

3.11 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).

3.12 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron altura de la planta, inicio de floración, calidad del fruto y rendimiento en ton ha⁻¹. La calidad fue obtenida al medir el diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso, °Brix, espesor de pulpa, color exterior e interior, hombros y número de lóculos en cada fruto, empleando para ello Vernier, báscula de precisión, refractómetro, regla milimétrica y tabla de colores de la Real Sociedad de Horticultura de Londres. Se realizaron además, revisiones visuales de plagas y enfermedades presentes en la planta.

3.13 Análisis estadísticos

Se realizó un análisis de varianza, considerando cada una de las características evaluadas, cuando se encontraron diferencias significativas se realizó una comparación entre medias utilizando la diferencia mínima significativa (DMS) al 5%. Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico *Statistical Analysis System* (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Desarrollo Vegetativo

Los 18 genotipos de tomate cultivados en el otoño – invierno 2002 - 2003 son mostrados en el cuadro 4. Las plantas crecieron muy vigorosas, cubriendo prácticamente el espacio entre hileras, cabe señalar, que los genotipos utilizados, son de crecimiento indeterminado y se desarrollaron como tal.

4.1.1 Altura de la planta

El análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa entre los genotipos, siendo la media de 219.8 cm con un coeficiente de variación de 10.30. Se presentaron cuatro grupos de significancia, siendo los genotipos del primer grupo: 31355, Barbarian, Atila y Hmx-801 con 251.51, 245.6, 237.8 y 232.4 cm, respectivamente, mientras que los genotipos del ultimo grupo fueron: once genotipos variando de 200.1 a 220.0 (Cuadro 6).

Aguilar (2002) evaluando tomate de crecimiento indeterminado bajo condiciones de invernadero plástico sin calefacción ni sistema de control de temperatura, reporta alturas que van de 249.3 cm a 216.6 cm de altura, lo cual concuerda con lo encontrado en el presente estudio. Sin embargo, los resultados obtenidos por no concuerdan con los citados por López (2003), quien evaluando siete híbridos de tomate en condiciones de invernadero en otoño – invierno encontró diferencias altamente significativas en esta variable, reportando la mayor altura de 264.4 cm.

4.1.2 Inicio de floración

El análisis de varianza presentó diferencia altamente significativa entre los genotipos, mostrando una media de 52.6 días después de la siembra (DDS) y un coeficiente de variación de 5.7, presentando valores que van de 47.5 DDS en Barbarian hasta 55.7 en E 30963. Los resultados de este experimento no concuerdan con los citados por Rodríguez (2002), quien evaluando genotipos de tomate en invernadero reporta valores en el primer ciclo 1999 – 2000, de 56 a 68 días después de la siembra DDS. Así mismo los resultados obtenidos por López (2003) difieren de los difieren ya que este reporta una media de 70.6 DDS mostrando valores que van de 68 y 75.4 DDS.

Cuadro 6 Variables altura de planta e inicio de floración de 18 genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2002-2003. CELALA, 2003.

Genotipo	Altura (cm)	Días a Floración
31355	251.5 a	51.0 e f
Barbarian	245.6 a b	47.5 g
Atila	237.8 a b c	55.3 a b
HMX 801	232.4 a b c	51.9 c d e f
V.70	226.4 b c d	51.6 c d e f
Abigail 870	226.0 b c d	55.5 d e f
E 30963	225.4 b c d	55.7 a
V. 81	220.3 c d e	48.8 f g
FA – 852	220.0 c d e	52.7 b c d e
Giranda	219.5 c d e	53.0 a b c d e
Attention	217.3 c d e	53.9 a b c d
Adela	217.0 c d e	54.7 a b c
V. 120 F1	210.2 d e	47.8 g
Tequila	209.7 d e	51.0 e f
136225	208.2 d e	51.0 e f
Andre	207.0 d e	55.2 a b
Alondra	206.3 d e	52.7 b c d e
Max	200.1 e	54.0 a b c d
DMS (.05)	21.7	3.04
Promedio	219.8	52.6
CV	10.3	5.7

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

4.2 Calidad de Fruto

4.2.1 Peso promedio del fruto

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre los genotipos, mostrando un peso promedio de 136.14 g. Los genotipos de mayor peso, estadísticamente, fueron, Andre y Atila con 184 y 166.8 gramos, respectivamente, siendo el de menor peso, Barbarian con 100.3 g. (Cuadro 7). Los resultados obtenidos en este experimento, concuerdan con los obtenidos por Rodríguez (2002) ya que para el genotipo Adela reporta un peso promedio de 149.1 g mientras que en el presente experimento el peso promedio es de 149.5 g.

Cuadro 7. Variables de calidad del fruto de 18 genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2002 - 2003 en La Comarca Lagunera CELALA 2003.

Genotipo	Peso de fruto (g)	Diámetro Polar (cm)	D. Ecu. (cm)	°Brix	Espesor Pulpa (cm)	Número Lóculos
Andre	184.0 a	5.16 a	5.72 a	3.83 a	0.71	4.71 a
31355	166.8 a	4.99 a	5.45 ab	4.03 ab	0.89	3.84 b
Alondra	157.6 b	4.81 ab	5.74 a	3.74 bc	0.79	3.99 b
Giranda	152.9 b	4.24 c	5.54 a	3.56 c	0.83	3.50 b
Attention	150.6 b	4.27 c	5.29 ab	3.65 c	0.79	4.08 a
Max	149.5 b	3.98 d	5.54 a	3.28 d	0.76	4.23 a
Adela	149.5 b	4.61 b	5.15 b	3.96 b	0.78	3.89 b
Abigail 870	146.8 bc	3.97 d	5.55 a	3.62 c	0.83	3.32 b
FA - 852	146.7 bc	4.01 d	5.54 a	3.49 cd	0.73	4.59 a
E 30963	140.1 bc	4.96 a	4.96 b	3.58 c	0.81	3.48 b
Atila	135.1 bc	5.52 a	4.82 bc	4.27 a	0.99	2.69 cd
Barbarian	124.8 bc	5.08 a	4.74 bcd	3.93 bc	0.77	3.20 c
V. 70	120.2 bcd	4.89 ab	4.89 bc	3.86 bc	0.66	3.74 bc
Tequila	110.9 cd	4.50 bc	4.71 cd	4.07 ab	0.70	2.93 c
136225	109.5 cd	4.57 bc	4.50 cd	3.39 cd	0.85	2.76 cd
HMX 801	106.8 cd	4.97 a	4.49 cd	3.51 cd	0.72	2.71 cd
V.81	104.7 cde	4.83 ab	4.35 d	4.06 ab	0.84	2.34 d
V. 120 F1	100.3 cde	5.52 a	4.36 cd	3.73 bc	0.73	2.55 cd
Media	136.4	4.64	5.07	3.74	0.79	3.47
CV	38.43	19.74	22.28	19.68	53.42	45.87
DMS	**	**	**	**	NS	**

* Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.;
D = Diámetro Ecu.= Ecuatorial

Aguilar (2002) reporta para Andre y Gabriela un peso de 213.7 y 150.1gr respectivamente, mientras que Ríos (2002) reporta un peso para Bosky de 201.7 g y para Adela de 187.1 g. Cabe señalar que los resultados obtenidos en este experimento no concuerdan con los obtenidos en los trabajos citados anteriormente para los genotipos Andre y Adela, el peso fue de son de 184.0 g y 149.5 g respectivamente.

4.2.2 Diámetro polar (DP)

Para esta variable el análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos, mostrando una media de 4.64 cm con un coeficiente de variación de 19.74. Los genotipos que presentaron el mayor diámetro y estadísticamente iguales fueron Atila, V. 120 y Andre con valores desde 5.52, 5.52 y 5.16 cm, mientras que los de menor diámetro fueron Abigail 870 y Max con valores de 3.97 y 3.98 cm, respectivamente (Cuadro 7).

Para esta variable Aguilar (2002) reporta un diámetro polar para el genotipo Andre de 6.1 cm, lo cual no concuerda con el obtenido en el presente experimento. En donde se ve claramente superado por el resultado obtenido por Aguilar, habiendo una diferencia de 0.6 cm.

4.2.3 Diámetro ecuatorial (DE)

En el cuadro 7 se presenta la comparación de medias, en el cual se puede observar que existió diferencias altamente significativas entre genotipos, mostrando una media de 5.0 cm y un coeficiente de variación de 22.2 (Cuadro 7). Los resultados obtenidos en el análisis de varianza muestra que el mayor diámetro ecuatorial lo presentaron Alondra, Andre y Abigail 870 con 5.7, 5.7 y 5.5 cm respectivamente. Los resultados obtenidos en esta investigación no superaron a los obtenidos por Ríos (2002) quien evaluando genotipos de

tomate bola en condiciones de invernadero reporta una media de 7 cm, mientras que López (2003), quien evaluando 7 genotipos en invernadero reporta una media de 6.6 cm de diámetro para esta variable. Los resultados concuerdan con los obtenidos por Rodríguez (2002) quien evaluando 5 genotipos de tomate en invernadero en dos años reporta una media de 5.3 cm habiendo una diferencia de solo 0.3 cm.

4.2.4 Grado Brix (°Brix)

En el análisis de varianza encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos, mostrando una media de 3.74 y un coeficiente de variación de 19.6 siendo encontrados valores que varían de 4.03 a 3.2 ° Brix. Los resultados obtenidos en este experimento, en cuatro de los genotipos estadísticamente superaron el valor de 4 grados Brix, confirmando la buena calidad en función de lo citado por Osuna (1983) quien afirma que para tener un fruto de calidad es necesario que tenga un valor de 4 o mayor a 4.

Los resultados obtenidos no concuerdan con Ríos (2002) quien reporta una media de 5.42 grados. Siendo el genotipo de mayor grados Bosky con 5.64 °Brix y Adela mostrando un menor valor con 5.31°Brix. Santos (2002) evaluando genotipos de tomate bola reporta valores de 5.5 y 4.5 °Brix. Los cuales también superaron en promedio a los obtenidos en esta investigación.

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

4.2.5 Espesor de pulpa

Al realizar el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa entre los genotipos, obteniéndose una media de 0.79 cm. y un coeficiente de variación de 53.42, el mayor espesor lo presento Atila con 0.99 cm y siendo el de menor espesor de pulpa el genotipo V 70 con 0.66 cm (Cuadro 7).

Estos resultados no coinciden con Ríos (2002) quien reporta una media de 0.90 cm, obteniendo el mayor espesor Bosky con 0.94 cm y siendo el de menor espesor de pulpa el genotipo Adela con 0.86 cm el cual supera al de la presente investigación ya que se encontró para el mismo genotipo un promedio de 0.78 cm. También López (2003) mostró una media de 0.9 cm, aunque no hubo diferencia el híbrido BS144 presentó el más alto valor con 0.93cm de espesor y Andre con 0.82 cm. Aguilar (2002) reporta para el genotipo Andre un espesor de pulpa de 0.8 cm. Los cuales superan al de la presente investigación ya que se encontraron valores para el mismo genotipo Andre de 0.71cm.

4.2.6 Número de lóculos

El análisis de varianza encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos para esta variable, presentando una media de 3.4 y un coeficiente de variación de 45.87, presentando el mayor número de lóculos Andre con 4.7 número de lóculos, mientras que el menor número de lóculos lo presento V. 81 con 2.3 número de lóculos (Cuadro 7).

López (2003) reporta una media de 3.7 número de lóculos. Los híbridos que presentaron mayor numero de lóculos fueron Andre y Belladona ambos con 5 lóculos y los híbridos que presentaron menor número de lóculos fueron Bosky y BS144 con 2 lóculos.

Ríos (2002) reporta para el híbrido Bosky 4.5 lóculos y 4.6 en Adela concordando únicamente con Adela. Los resultados del presente experimento concuerdan con Aguilar (2002) que reporta para los híbridos Andre y Gabriela 4.9 y 3.2 lóculos por fruto respectivamente. Resultando el genotipo Andre en las tres investigaciones prácticamente iguales.

4.2.7 Color y forma del fruto

Al analizar los genotipos el color del fruto maduro presentó variación que fue desde color naranja hasta diferentes tonalidades de rojo (rojo claro a rojo oscuro). En cuanto a la forma de fruto se observó que los frutos fueron Globoso en Adela y Max con forma globosa, para el genotipo Andre ligeramente globosa.

4.2.8 Rendimiento

Para esta variable el análisis de varianza reporta diferencias no significativas entre los genotipos ($P < 0.05$) mostrando una media de $216.6 \text{ ton ha}^{-1}$ y un coeficiente de variación de 22.12. Los genotipos de mayor rendimiento fueron Andre, Atila y HMX 801 con 258.4, 254.3 y $241.6 \text{ ton ha}^{-1}$, respectivamente. La no significancia en esta variable es muy probable que sea debido a que se obtuvo un Coeficiente de variación de 22.12, es decir que el 22% de la variación observado no fue debida ni a los genotipos ni tampoco al efecto de bloques, por tal razón se pudo estar cometiendo un error de tipo 2 (Cuadro 8).

Estos resultados superaron a los obtenidos por Rodríguez (2002) quien obtuvo para los genotipos Andre, Max, 870 y Adela 91.7 , 84.0 , 77.8 y 68.9 ton ha^{-1} respectivamente. También superaron a los resultados de Ríos (2002) quien reportó un rendimiento para Bosky de $154.0 \text{ ton ha}^{-1}$ y Aguilar, (2002) alcanza para Gabriela y Andre con 173.7 y $152.7 \text{ ton ha}^{-1}$ respectivamente. Santos, (2002) obtiene para Belladona un rendimiento de $139.6 \text{ ton ha}^{-1}$, y

para Adela de 114.0 ton ha⁻¹, cabe mencionar que dichos autores evaluaron estos híbridos bajo condiciones de invernadero rustico.

Los resultados obtenidos no superaron a los reportados por López (2003), quien evaluando híbridos de tomate en condiciones de invernadero reporta una promedio de 190.4 ton ha⁻¹ encontrando rendimiento de 221.5 hasta 153.7 ton ha⁻¹

Cuadro 8. Variable rendimiento y significancia estadística de 18 genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2002 - 2003 en La Comarca Lagunera. CELALA, 2003.

Genotipo	Rendimiento ton ha⁻¹
Andre	258.40
Atila	254.38
HMX 801	241.60
Giranda	237.62
FA – 852	230.62
Barbarian	226.75
E 30963	225.83
Abigail 870	225.60
Max	221.12
V. 81	214.22
31355	213.73
Alondra	210.40
V. 70	200.23
136225	197.77
Attention	194.72
Adela	189.08
Tequila	185.82
V. 120 F1	168.22
DMS	NS
Promedio	216.66
CV	22.12

Cotter y Gómez (1981) mencionan que para una producción sea considerada exitosa se deben producir bajo invernadero al menos 100 ton/acre/año es decir 200 ton ha⁻¹/año, en el presente trabajo el rendimiento obtenido fue de 216.15ton ha⁻¹ en solo 7 meses lo cual concuerda con dichos autores, estos rendimientos concuerdan con el potencial de 400 ton ha⁻¹/año obtenidas en otros estudios (Papadopulos et al.; 1998; Baytorun et al.;1999; Jonson et al.,1975 y Romero, 1979).

5 CONCLUSIONES

Para la variable altura de planta los genotipos 31355, Barbarian y Atila con 251.5, 245.6 y 237.8 cm, respectivamente, superaron al resto de los genotipos

En la variable inicio de floración de planta los genotipos más precoces fueron Barbarian y V120 F1, con 47.5 y 47.8 días después de la siembra, respectivamente. Los cuales superaron al testigo Andre con alrededor de ocho días.

Existen diferencias altamente significativas en las variables de calidad de fruto entre los genotipos para peso de fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, sólidos solubles, y número de lóculos. Algunos genotipos igualaron al testigo Andre en características de calidad a excepción del contenido de sólidos solubles.

Aunque no existe diferencia significativa los mejores híbridos para rendimiento fueron Andre, Atila y HMX 801 con 258.40, 254.38 y 241.60 ton ha⁻¹ respectivamente. La mayoría de los genotipos igualaron en rendimiento al testigo Andre. Todos los híbridos evaluados tienen una excelente adaptación en el otoño- invierno. Cabe mencionar que el invernadero en el cual fueron evaluados estos genotipos no contaban con sistema de calefacción.

Para este ciclo de evaluación se cumplió con el objetivo de producir tomate en época de escasez bajo las condiciones climáticas en el periodo otoño invierno. Se encontró que el sistema de producción de tomate en invernadero en esta época de escasez se obtienen rendimientos potenciales comparado con el rendimiento regional obtenido en campo (19 ton ha⁻¹).

La plaga que se presentó durante el desarrollo del cultivo fue la mosquita blanca (*Bemisia argentifolli* Bellos & Perring y *Trialeurodes abutilonea*). y las enfermedades fueron: *Alternaria solani* y cenicilla (*Leiveillula taurica* lev. Arm.).

6 RESUMEN

Según la FAO, el tomate es la hortaliza más cultivada en el mundo, ocupando una superficie de cultivo mundial, dependiendo de los años, de entre 2.5 y 2.9 millones de hectáreas. La media de producción mundial, pasó de 22 ton ha⁻¹ en 1980 a 26 ton ha⁻¹ en 1993. Hoy, con el empleo de las nuevas variedades comerciales y en cultivo intensivo bien dirigido pueden obtenerse hasta 180 ton ha⁻¹.

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

Por consiguiente, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la producción de genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero durante el ciclo otoño-invierno, el cual el tomate tiene un alto precio. Se llevó a cabo el experimento en el Campo Experimental La Laguna durante el otoño-invierno de 2002-2003, en donde dieciocho genotipos de tomate fueron evaluados

Fenología. En la variable inicio de floración de planta los genotipos mas precoces fueron Barbarian y V120 F1 con 47.5 y 47.8 días después de la siembra, superaron al testigo Andre.

Calidad de fruto. Existieron diferencias altamente significativas entre los genotipos en las variables de calidad de fruto: peso de fruto, diámetro polar diámetro ecuatorial, sólidos solubles y numero de lóculos. No se encontró diferencia significativa para espesor de pulpa. La mayoría de los genotipos de tomate tuvieron aceptable calidad de fruto.

Rendimiento. Aunque no se encontró diferencia significativa para esta variable, los mejores híbridos para rendimiento fueron Andre, Atila y HMX 801 con 258.40, 254.38 y 241.60 ton ha⁻¹ respectivamente. Estos híbridos tienen una excelente adaptación en el otoño- invierno. Mientras que el genotipo de menor rendimiento fue V 120 F1 con 168.22 ton ha⁻¹.

La plaga que se presentó durante el desarrollo del cultivo fue la mosquita blanca (*Bemisia argentifolli* Bellos & Perring y *Trialeurodes abutilonea*). Y las enfermedades fueron: *Alternaria solani* y cenicilla (*Leiveillula taurica* lev. Arm.).

7 LITERATURA CITADA

- Aguilar, C. P. 2002. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México 46 p.
- Alpi, A. y Tognoni F. 1999. Cultivo en invernadero. 3ª ed. ediciones Mundi, prensa Madrid., México pp. 76-77
- Alvarado R., B y Trumble T., J. 1999. Manejo integrado de plagas en el cultivo del Tomate en Sinaloa. pp. 435-456. En: Anaya R. Y Romero N. (Ed.) Hortalizas, Plagas y Enfermedades. Editorial trillas México. D.F.
- Anderlini R. 1996. El cultivo de Tomate. 3a ed. Ediciones Mundi-Prensa.
- Aparicio, V.; Casado, E.; Lastre S, J. Belda, J.E. & Torres, M.M. 2000. Producción integrada en los cultivos hortícolas bajo abrigo de Almería. I Jornadas sobre Producción Integrada. Ed. Asociación AGRO. Universidad de Almería. Almería.
- Avila, J. 1989. Evaluación de nueve tratamientos con insecticidas para control de Bemisia tabaci en Chile. XXIV Congreso Nacional de Entomología. Oaxtepec, Morelos, Méx. Pág. 351.
- Baytorun, A.N.; Topcu, S.; K. Abak and Y. Dasgan, 1999. Growth and production of tomatoes in greenhouses at different temperature levels. Univ. Cokurova, Depto Agr.-Engn/Adanal. Turkey. 64(1). Pp. 33-39
- Belda, J. E. y Lastre, J. 1999. Reglamento Específico de Producción Integrada de Tomate Bajo Abrigo: resumen de aspectos importantes. Laboratorio y Departamento de Sanidad Vegetal de Almería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Pp1-9.
- Burgueño, C. H. 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero. En: Memorias del 1º Simposio Nacional de Técnicas Modernas en Producción de Tomate, Papa y otras Solanáceas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diapositivas 102-104
- Cadahia, L., C. 1999. Fertilización. Pp.169-186. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Canovas F. 1999. Manejo del cultivo sin suelo. pp. 229- 235. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Carvajal, M., A. Cerda y V. Martínez, 2000. Modification of the response of saline stressed tomato plants by the correction of cation disorders Plant Growth Regulation .30:

- Castilla, P. N. 1999. Manejo del cultivo intensivo con suelo; Pp: 191-211. *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- CENID-RASPA. 2000. Datos climatológicos históricos de 1975 al 2000. Centro Nacional de investigaciones, Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera, Gómez Palacio, Dgo. Méx.
- CETENAL, 1970. Carta Topográfica Escala 1:50,000. México, D.F.
- Chamarro, L., J. 1999. Anatomía y fisiología de la planta, pp: 43-87. *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Cotter, D.J., and Gomez, R.E. 1981. Cooperative extension service. 400 H11 pp. 4. U. New México, USA.
- CNA, 2002. Gerencia regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila.
- Cuartero, J.; Fernández-Muñoz, R. 1999. Tomato and salinity. *Scientia Horticulture*. 78. pp. 83-125.
- Diez J, M. 1999. Tipos varietales. Pp. 95-129. *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Esquinas A. J. y F. Nuez V. 1999. Situación Taxonómica, Domesticación y Difusión del Tomate, pp: 13-23. *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Espinosa Z., C.; Álvarez S.; J. Muñoz R.; V. M. Castro R.; J. López H. y P. Cano R. Comportamiento de híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero en Durango, México. 368 p. XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Septiembre 2002. Saltillo, Coah. Méx.
- FAO. 2000. [http:// WWW. Fao.org](http://WWW.Fao.org) Martínez, C. E. y L. M. García. 1993. "Cultivos Sin Suelo, Hortalizas En Clima Mediterráneo". Compendio de Horticultura 3 ED. De Horticultura, SL. Sustrato.
- Fonseca, E. 1999. Costos de la producción hidropónica de tomate. Pp. 399-408. *En*: Castellanos, J. Z.; Guerra, O. F.; Guzmán, P. M. (Eds.) Ingeniería, manejo y operación de invernaderos para la producción intensiva de hortalizas. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola, S. C. México. Guadalajara, Jalisco. México.

- González, R. A. 1991. Efectos de diferentes sistemas de podas, sobre rendimiento y calidad del fruto del tomate. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- Harper, L. A.;J. E. Pallas, Jr.;R. R. Bruce and J. B. Jones, Jr., 1979. Greenhouse Microclimate for Tomatoes in the Southeast. Journal of American Society for Horticultural Science. Vol. 104: 659-663.
- Horward, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel (2vi) Wener. Hazera LTD.. Brurin Israel. 1166 pp
- Horticom 2003. ([p://www.horticom.com/publicac/juego_v/hi14.html](http://www.horticom.com/publicac/juego_v/hi14.html)).
- Hoyos, P. y A. Duque, 2002 E.U.I.T. Agrícola, Univ. Politécnica Madrid. Dpto. Producción Vegetal: Fitotecnia. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid. **C.E.C. Agraria. Consejería de Agricultura. Junta de Castilla-La Mancha. Marchámalo (Guadalajara) Sevilla Es.
- Hunziker, A. T. 1979. South America Solanaceae: a aynoptic survey. In: Hawker, J. G.; Lester, R. N.; Skidding, A.D. (Eds.) The Biology and taxonomy of the Solanaceae. Academic Press, New York& London: 4985.
- Infoagro. 2001. (<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>, 2001).
- Infoagro. 2002. HYPERLINK "<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>. del cultivo de tomate de primavera en invernadero. Fuente: Documentos Técnicos Agrícolas. Estación Experimental "Las Palmerillas". Caja Rural de Almería.
- Johnson H., Jr. Y C. Rock R. 1975. Extension Vegetable Specialist, University of California, Riverside. Greenhouse tomatoes production. Division of Agricultural Sciences December.
- Lacasa A. Y j. Contreras. 1999. Las plagas. , Pp: 401-409. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Larural.2002.http://www.larural.es/servagro/sta/publicaciones/tomate/tomate%20larga%20vida/publ9612/2_1_varietal.htm#
- López J., Dories M., Tremblay N., and Gosselin A. 1996. Effects of varying sulfate concentrations and vapor pression deficits (vpd) on greenhouse tomato fruit quality and foliar mineral and amino acid components. 1 Horticultural Research Center, Plant Science Department, Laval University, Sainte-Foy, QC, G1K 7P4, Canada. 2 Agriculture and Agric-Food Canada, 430 Boulevard Gouin, Saint Jean-sur-Richelieu, QC, J3B 3E6, Canada. <http://www.icia.es/eventos/wqq96/boa/session4.html>

- López E., J. I. 2003. Producción de siete híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en otoño invierno del 2001- 2002 en la comarca lagunera. Tesis de licenciatura. U.A.A.A.N UL. Torreón, Coah. Méx.
- Lupin, M., H. Magen and Z. Gambash. 1996. Preparation of solid fertilizer based solution fertilizers under "grass root" field conditions. Fertilizer News, The Fertilizer Association of India (FAI), 41:69-72.
- Magán C., J.J. 2002. Sistemas de cultivo en sustrato: a solución perdida y con recirculación del lixiviado. Cultivos sin Suelo II. Curso Superior de Especialización. Estación Experimental las Palmerillas- Caja Rural de Almería pp. 173 - 205.
- Mendoza Z. C. 1999. "Enfermedades Fungosas de Hortalizas y Fresas". Anaya R. S. Hortalizas plagas y enfermedades. Ed Trillas. México. pp 25-35.
- Mejía G., H. S. Anaya R. y J. Romero N. 1999. Diagnósis Comparativa De la Mosquita Blanca Bemisia tabaci Gen y B. Argentifolli B. Y P. (Homoptera:Aleyrodidae). En: Anaya R. S. (ed). Hortalizas Plagas y Enfermedades 1ed. Ed. Trillas. Méx. D. F. pp.132-146
- Miranda S. y G. González. 1996. Exportaciones de Jitomate Mexicano Afectadas por Aranceles del TLC. Agropecuario. Excelsior.
- Morgan, Lynette. 2001 Greenhouse Extremes, Part One: Minimizing the Effects of High Temperatures. The Growing Edge Volume 12 (3).
- Muñoz R. J. De J. 2003. El cultivo de tomate en invernadero. Pp. 229-230. En: Muñoz y Castellanos (Ed) Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA 2003.
- Nelson V. R. 1994. Intensificación y conducción del cultivo del tomate. Segundo congreso Internacional de nuevas tecnologías agrícolas. Nayarit, México. 155-159.
- Nonnecke, I. L. 1989. Vegetable production. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Ortega A. L. D. 1999. "Mosquita blanca Vectores de Virus en Hortalizas. Pp. 149-150. En: Anaya R. S. (ed). Hortalizas Plagas y Enfermedades Ed. Trillas. México. D. F.
- Palacios, G. M. de la L.. 1990. Tesis "Efecto del Regulador Biozyme en Tomate en la Comarca Lagunera". Torreón Coah. Pág. 14.
- Papadopoulos, A.P. and S. Pararajasingham. 1998. Effects of controlling pH with hydrochloric acid on the growth, yield, and fruit quality of greenhouse tomato grown by nutrient film technique. Hort Technology. 8(2): 193-198.
- Philouze, J.; Duffel, P.; Miles, M. 1992. Recherches sur el tomate. Raport d'Activité 1991-1992 de la Satation d'Amelioration des Plantes Maraicheres, Montfavet. Pp 59-61.

- Pilatti, R.A. y Bouzo C.A. 2000. Efecto del bajado de plantas sobre la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en invernadero Invest. Agr. Prod. Prot. Veg. Vol. 15 (1-2).
- Pressman, E.; Shacked, R.; Rosenfeld, K.; Hefetz, A. 1999. A comparative study of the efficiency of bumblebees and an electric bee in pollinating unheated greenhouse tomatoes. Journal of Horticultural Science Biotechnology. 74(1). Pp. 101-104
- Ríos, J. A.. 2002. Evaluación para rendimiento y calidad de fruto de los híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México 59p.
- Rodríguez R., A. 1999. Manejo del cultivo extensivo para industria. Pp. 257-308. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Rodríguez R., R.; Tabares R.J. Y J. Medina S. 1997. Cultivo moderno del tomate. Segunda Edición. Editorial Mundi – Prensa. Madrid España. Pp. 65- 81.
- Rodríguez G., R. C. Jasso, D. y Martínez D. 1996. Efecto de Dosis de Hidrogel en el rendimiento de tomate bajo riego. Pp. 85-97. Agraria. 12 (2): 85- 97.
- Rodríguez D., N. 2002. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en otoño- invierno en la Comarca Lagunera. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila.
- Romero, F. E. 1979. CENAMAR. Curso Internacional de Hortalizas. Shefayim, Israel.
- Sade, A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Rejovot, Israel. p.143.
- SAGARPA. 2002. Resumen Agrícola Región Lagunera. Delegación en la Región Lagunera, Sub-delegación de Planeación y Desarrollo Rural. Torreón, Coahuila.
- Sánchez, C. M. A. 1991. Enfermedades del tomate,, enfermedades de las hortalizas, dir. V.J. Ramírez, UAS, México.
- Sánchez Del C., F. y R. Vázquez J.C. 2000. Doseles Escamiformes Para la Producción de Jitomate en Ambientes No Restrictivos. Memoria. XVIII Congreso Nacional de Fitotecnia Irapuato, Gto. Méx. pp,181
- 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.

- SAS. 1998. el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998). Edition Cary N:C: United States of America.
- Santos C., J. 2002. Rendimiento y calidad de tres híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero con fertirrigación. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila.
- Trevor V., Suslow y M. Cantwell. 2002. Recomendaciones para Mantener la Calidad Poscosecha. Pp. 2- 4 Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, CA 95616. Pelayo C. por Clara Pelayo Depto. Biotecnología. CBS. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México, D.F. <http://rics.ucdavis.edu/postharvest2/Produce/ProduceFacts/Espanol/Tomate.shtml>
- Trigui, M. S.F. Barrington, and L. Gauthier, 1999. Effects of humidity on tomato (*Lycopersicon Esculentum* cv. Truss) water uptake, yield, and dehumidification cost Canadian Agricultural Engineering. Vol. 41-3. Pág. 135-140.
- USDA 1991. United States Department of Agriculture Agricultural Marketing Service. United States Standards for grades of fresh Tomatoes. As of October 1, 1991. Pág. 3.
- Van de Vooren, J. G.; Welles, W. H.; Hayman G. 1989. Glasshouse crop production. En: Atherthon J. G. Rudich, J. (Ed. The Tomato crop Chapman and hall. London: 581-623.)
- Zaidan, O. y Avidan, (1997). CINDACO. Curso Internacional de hortalizas. Shefayim, Israel

8 APENDICE

CUADRO A1. Cuadrados medios y significancia para las variables de calidad de genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en invierno 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. CELALA 2003.

F. V.	G. L.	PESO DEL FRUTO	DIÁMETRO POLAR	DIÁMETRO ECUATORIAL	GRADOS BRIX	ESPESOR DE PULPA
Repetición	3	2.13	3.44	2.82	2.42	0.20
Híbrido	17	14.92.**	8.01**	10.85**	3.47**	0.26 NS
Error	843	1.13	0.84	1.28	0.54	0.17
C. V. %		55.4	19.7	22.2	19.7	59.4

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

N. S. = No significativo.

CUADRO A2. Cuadrados medios y significancia para cosecha en toneladas por hectárea y números de lóculos por fruto de genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en invierno 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. CELALA 2003

F. V.	G. L.	PESO ton ha ⁻¹	NUMERO DE LÓCULOS
Repetición	3	11132.06	8.66
Híbrido	17	3329.11 NS¹	23.14 **
Error	9	2297.71	2.53
C. V. %		22.1	45.9

¹ NS=No significativo y ** Altamente significativo

CUADRO A3. Cuadrados medios y significancia para las variables floración y altura de planta genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en invierno 2002 – 2003 en la Comarca Lagunera. CELALA 2003

F. V.	G. L.	FLORACIÓN	ALTURA
Repetición	3	16.26 NS	1029.4*
Híbrido.	17	46.69 **	1638.2 **
Hib. x Rep	42	9.63 NS	498.9 NS
Error	9	8.89	512.9
C. V. %		5.66	10.3

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