

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS



**PRODUCCION DE SIETE HIBRIDOS DE TOMATE (*Lycopersicon*
esculentum Mill) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**
EN OTOÑO - INVIERNO DEL 2001 - 2002 EN LA
COMARCA LAGUNERA

P O R :

JULIA ISABEL LOPEZ ESPINOSA

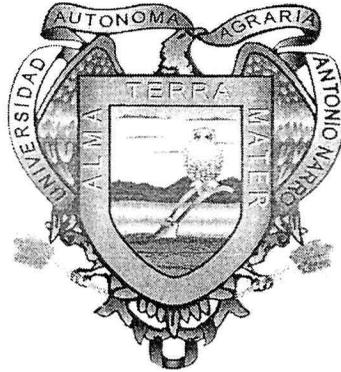
T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**PRODUCCIÓN DE SIETE HÍBRIDOS DE TOMATE (*Lycopersicon
esculentum* Mill) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN
OTOÑO-INVIerno DEL 2001-2002 EN LA COMARCA LAGUNERA**

P O R:

JULIA ISABEL LÓPEZ ESPINOSA

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
 UNIDAD LAGUNA

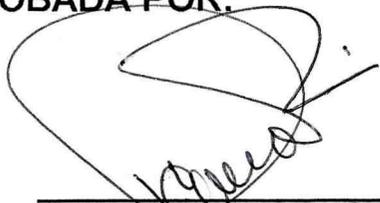
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. JULIA ISABEL LÓPEZ ESPINOSA QUE SE SOMETE A
 CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORES, COMO REQUISITO
 PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

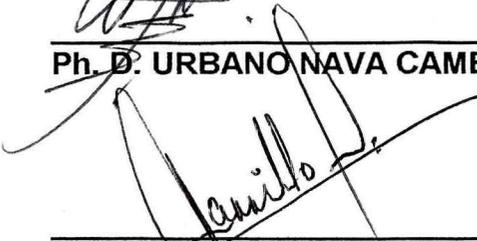
ASESOR PRINCIPAL


 DR. PEDRO CANO RÍOS

ASESOR:

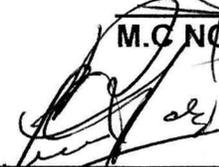

 Ph. D. URBANO NAVA CAMBEROS

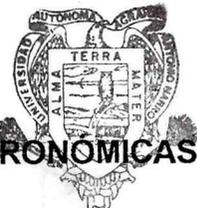
ASESOR


 M.C. JOSÉ CARRILLO AMAYA

ASESOR EXTERNO


 M.C. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS


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



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

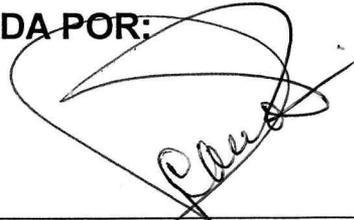
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. JULIA ISABEL LÓPEZ ESPINOSA QUE SE SOMETE A
LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

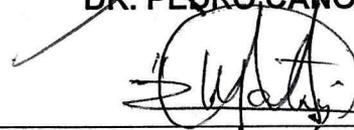
APROBADA POR:

PRESIDENTE



DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL



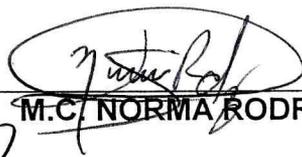
ING. VICTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL



**M.C. ALEJANDRO MORENO
RESENDEZ**

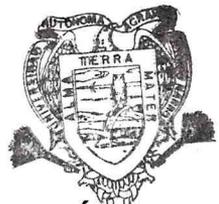
VOCAL SUPLENTE



M.C. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS



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



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

DEDICATORIA

A mi esposo Alberto por su amor.

Para mis hijos:

Melisa por su dulzura y apoyo.

Israel y Tita por su cariño y comprensión y la felicidad de convertirme en abuela, a mi nieto Omar por la alegría y enseñanza, a mi nieto nonato a quien espero con ensueño.

A mi abuela Martha por ser el ejemplo de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A MI ALMA TERRA MATER, por brindarme la oportunidad para realizarme como profesionalista..

Con todo respeto al Dr. Pedro Cano Ríos, por su orientación, apoyo y enseñanza. **“El conocimiento es fuente de liberación”**.

Para M. C. Norma Rodríguez Dimas por compartir sus conocimientos, su valiosa dirección y apoyo en este experimento.

Al maestro Gerardo Palacios por su valiosa colaboración e instrucción en los trabajos desempeñados en el invernadero

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 todo mi afecto para mi amiga y compañera Ing. Esmeralda Ocho Martínez, por su ayuda y soporte incondicional.

A mi amiga chagua por su apoyo en los momentos en que más lo necesite.

Para mis compañeros, Ing. Leobardo Ramírez Ramírez, Ing. Edson Navarro Orona, Maria Guadalupe Rivera Reza, Ing. Héctor Alvarado Huerta, Ing. José Isabel Pardo Camacho, Ing. Gamaliel Jiménez Cruz, Juan Amescua Martínez.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	3
1.2 HIPÓTESIS	3
1.3 METAS	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 GENERALIDADES DEL TOMATE	4
2.2 ORIGEN	4
2.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL TOMATE	5
2.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL TOMATE	6
2.4.1 <i>Raíz</i>	7
2.4.2 <i>Tallo</i>	8
2.4.3 <i>Hoja</i>	9
2.4.4 <i>Flor</i>	9
2.4.5 <i>Fruto</i>	10
2.4.6 <i>Contenido Nutricional</i>	11
2.5 GENERALIDADES DE INVERNADEROS	11
2.5.1 <i>Ventajas de la producción en invernaderos</i>	12
2.5.2 <i>Desventajas de cultivar en invernadero</i>	13
2.6 EXIGENCIAS DE CLIMA	13
2.6.1 <i>Temperatura</i>	14
2.6.2 <i>Humedad relativa</i>	15

2.6.3	<i>Luminosidad</i>	17
2.6.4	<i>Radiación en invernadero</i>	18
2.6.5	<i>Concentración dióxido de carbono (CO₂) en invernadero</i>	19
2.7	ELECCIÓN DEL GENOTIPO	20
2.7.1	<i>Adaptación al sistema y ciclo de cultivo</i>	20
2.7.2	<i>Resistencia a enfermedades y plagas</i>	20
2.7.3	<i>Adaptación a condiciones ambientales de estrés</i>	21
2.7.4	<i>Usos</i>	21
2.8	LABORES CULTURALES	24
2.8.1	<i>Producción de Plántula</i>	24
2.8.2	<i>Arreglo topológico</i>	25
2.8.3	<i>Densidad de plantación</i>	26
2.8.4	<i>Sustrato</i>	26
2.8.5	<i>Trasplante</i>	29
2.8.6	<i>Poda de formación</i>	30
2.8.7	<i>Despuntado</i>	32
2.8.8	<i>Aporcado y rehundido</i>	33
2.8.9	<i>Tutorado</i>	34
2.8.10	<i>Bajado de plantas</i>	34
2.8.11	<i>Polinización</i>	35
2.8.12	<i>Fertirrigación</i>	36
2.9	PLAGAS Y ENFERMEDADES	45
2.9.1	<i>Plagas</i>	45
2.9.2	<i>Enfermedades Nutricionales</i>	55
2.9.3	<i>Enfermedades Infecciosas</i>	62
2.9.4	<i>Enfermedades Vasculares</i>	69

2.9.5	<i>Enfermedades Fisiológicas</i>	72
2.10	RECOLECCIÓN Y CALIDAD DE FRUTO.....	79
2.11	ANTECEDENTES DE TOMATE EN CONDICIONES DE INVERNADERO	82
3	MATERIALES Y METODOS	84
3.1	LOCALIZACIÓN Y TIPO DE INVERNADERO	84
3.2	UBICACIÓN.....	84
3.3	CLIMA.....	84
3.4	GENOTIPOS.....	85
3.5	SUSTRATO	85
3.6	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	85
3.7	MANEJO DEL CULTIVO.....	86
3.8	FERTILIZACIÓN Y RIEGOS	86
3.9	CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	87
3.10	COSECHA.....	87
3.11	VARIABLES EVALUADAS	88
3.12	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	88
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	89
4.1	ALTURA DE PLANTA.....	89
4.2	INICIO DE FLORACION Y PPORCENTAJE DE AMARRE	90
4.2.1	<i>Inicio de Floración</i>	90
4.3	RENDIMIENTO.....	91
4.4	CALIDAD DE FRUTO	92
4.4.1	<i>Peso promedio de fruto</i>	92
4.4.2	<i>Diámetro polar</i>	93
4.4.3	<i>Diámetro Ecuatorial</i>	94

4.4.4	<i>Grados Brix</i>	94
4.4.5	<i>Espesor de Pulpa</i>	95
4.4.6	<i>Numero de Lóculos</i>	95
4.4.7	<i>Color y Forma de Fruto</i>	95
4.5	PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	97
5	CONCLUSIONES	98
6	RESUMEN	99
7	LITERATURA CITADA	100
8	APENDICE	109

INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1	Composición nutricional del tomate. USDA (2000). CELALA, 2003	11
Cuadro 2.2	Rangos mínimo, óptimo y máximo de concentraciones de nutrientes considerando varios autores. Sánchez. (INICAPA 1999). CELALA,2003	44
Cuadro 2.3	Composición de elementos esenciales en hojas de tomate (Maynard, D. N. 2001) CELALA,2003	62
Cuadro 2.4	Enfermedades más importantes producidas por virus en tomate (Berenguer, ANCLA 2003). CELALA2003.....	77
Cuadro 2.5	Clases de madurez fisiológica y madurez comercial para comercializar tomates frescos. Trevor y Cantwell (2003) Department of vegetables crops, University of California, Davis, C A 95616. CELALA, 2003	81
Cuadro 3.1	Genotipos de tomate cultivados bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno de 2001-2002 en la Comarca Lagunera..CELALA 2003.....	85
Cuadro 3.5	Solución nutritiva empleada en el ciclo del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en el otoño-invierno 2001-2002. CELALA 2003.	87
Cuadro 4.1	Variable altura y comparación de medias a través de fechas, de siete genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno 2001 2003. CELALA, 2003	89
Cuadro 4.2	Variables inicio de floración de 7genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2001-2002. CELALA, 2003.	90
Cuadro 4.3	Rendimiento de 7 genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2001-2002 en La Comarca Lagunera. CELALA 2003.	92
Cuadro 4.4	Variables de calidad del fruto de 7 genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2001-2002 en La Comarca Lagunera. CELALA 2003.	94
Cuadro 4.5	Variables de calidad del fruto: Forma del fruto, N° de lóculos y colores del fruto de 7 genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2001-2002 en La Comarca Lagunera. CELALA 2003.....	96

APENDICE

CUADRO 1A	Cuadrados medios y significancia para las variables de calidad en 7 híbridos de tomate evaluados en el otoño-invierno en el 2001-2002 en la Comarca Lagunera, CELALA 2003.	110
CUADRO 2A	Cuadrados medios y significancia para cosecha en toneladas Por Hectárea en 7 híbridos de tomate evaluados en el otoño-invierno en el 2001-2002 en la Comarca Lagunera, CELALA 2003.....	110
CUADRO 3A	Cuadrados medios y significancia para altura de planta a través de Fechas en 7 híbridos de tomate evaluados en el otoño-invierno en el 2001-2002 en la Comarca Lagunera, CELALA 2003.....	111
CUADRO 4A	Cuadrados medios y significancia de la variable inicio de floración en 7 híbridos de tomate evaluados en el otoño-invierno en el 2001-2002 en la Comarca Lagunera, CELALA 2003.....	111
CUADRO 5A	Medias de calidad entre racimos en 7 híbridos de tomate evaluados en el otoño-invierno en el 2001-2002 en la Comarca Lagunera, CELALA 2003.	112
CUADRO 6A	Medias de Altura en 7 híbridos de tomate evaluados en el otoño-invierno en el 2001-2002 en la Comarca Lagunera, CELALA 2003.	112

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Variables: floración, amarre de frutos y aborción en 7 híbridos de tomate en invernadero en el otoño - invierno del 2001 - 2002 en la Comarca Lagunera CELALA 2003.....	113
Figura 2	Variables: floración, amarre de frutos y aborción en el híbrido de tomate Bosky por racimo en invernadero en el otoño - invierno del 2001 - 2002 en la Comarca Lagunera CELALA 2003.	113
Figura 3	Variables: floración, amarre de frutos y aborción en el híbrido de tomate Andre por racimo en invernadero en el otoño - invierno del 2001 - 2002 en la Comarca Lagunera CELALA 2003.	114
Figura 4	Variables: floración, amarre de frutos y aborción en el híbrido de tomate Gabriela por racimo en invernadero en el otoño - invierno del 2001 - 2002 en la Comarca Lagunera CELALA 2003.	114

1 INTRODUCCIÓN

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

La producción mundial de tomate basada en las estadísticas anuales de producción de la FAO indican que entre Canadá, Estados Unidos, México, Brasil, Chile, Argentina, España, Italia, Holanda e Israel, en 1980 y 1990, se cultivaron 2,4 y 2.8 millones de hectáreas con un volumen de producción de 52.6 y 76.0 millones de toneladas, respectivamente. Estos mismos países, cultivan bajo invernadero más de 20 mil hectáreas con una producción anual de 5 millones de toneladas de tomate, que significa un 6% del volumen mundial (Biringas, 1999).

El cultivo de hortalizas es una actividad importante en el sector primario de la economía de México. Cada año se cultivan entre 75 y 79 mil hectáreas de tomate, lo cual representa aproximadamente el 15% de la superficie sembrada con hortalizas. El valor de la producción de tomate aporta el 25% del valor de la producción hortícola nacional. (Torres, 2000). La superficie cosechada de hortalizas en 1999 fue de 640 mil hectáreas, esta área equivale al 3.8% de la superficie agrícola nacional. En el año 2002, se estimaron 1,205 hectáreas de invernaderos en producción y 365 hectáreas en construcción; es decir, un 30% de crecimiento anual. La proyección al 2005 es alcanzar las 3,000 hectáreas (Castellanos, 2003).

La producción de tomate en la Comarca Lagunera en 2001 alcanzó las 905 hectáreas bajo cielo abierto representando el 0.12% del total nacional, con un rendimiento promedio regional de 18 ton/ha con un poco más de 34.3 millones de pesos en valor de la producción (SAGARPA, 2001) y alrededor de 5 hectáreas bajo condiciones de invernadero. La producción bajo cielo abierto se realiza durante el ciclo primavera-verano en los meses de junio a agosto, obteniéndose bajos rendimientos. En este periodo los el precio es muy bajo por lo que el productor tiene reducidas ganancias y en ocasiones pérdidas.

El tomate es el cultivo más explotado bajo condiciones de invernadero debido principalmente a su alta capacidad de producción y su alto consumo. La producción potencial de este cultivo bajo condiciones de invernadero rebasan las 400 ton/ha/año. (Cotter y Gómez, 1981)

Una alternativa para la región Lagunera sería efectuar el cultivo en otoño-invierno, que es cuando el mercado norteamericano se encuentra con una fuerte demanda por lo que se buscaría exportar a los Estados Unidos de América, nuestro principal comprador de México (FAO,2000). Para lograr lo anterior el productor debe producir bajo condiciones de invernadero.

Sade (1998) señala que el productor debe conocer el tipo de planta que se adapte a dichas condiciones, 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, este sistema de producción es muy delicado ya que cualquier variación de los componentes de producción representa una variación significativa en la producción y calidad del fruto.

1.1 OBJETIVOS

Por consiguiente los objetivos del presente trabajo es continuar con la evaluación de genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, con la finalidad de seleccionar los híbridos con más altos rendimientos, aceptable calidad de fruto; identificar y controlar las plagas y enfermedades presentes e integrar un paquete tecnológico adecuado a las condiciones de la Comarca Lagunera.

1.2 HIPÓTESIS

Los nuevos híbridos de tomate ha evaluar, son superiores en calidad de fruto y/o rendimiento que los testigos Andre, Gabriela y Bosky.

1.3 METAS

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

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES DEL TOMATE

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

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

2.2 ORIGEN

El Jitomate o tomate rojo es originario de América del Sur, lo anterior se evidenció en variedades silvestres, consumidas en fresco o en combinación con otros productos, desde tiempos previos a la llegada de los españoles. En varios tratados se considera a México como el centro de domesticación del cultivo al ser utilizado como alimento cotidiano dentro de la dieta de sus habitantes. La comercialización y difusión lograda han hecho que pase a formar parte a través del tiempo, de la dieta de diversas culturas en el globo terráqueo, permitiendo que en nuestros días ocupe el segundo lugar del consumo mundial de productos hortícolas (Claridades Agropecuarias, 1998).

El vocablo tomate procede del náhuatl *tomatl*, aplicado genéricamente para las plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa (Williams, 1990; Montes y Aguirre, 1992). Como consecuencia del empleo de tomate como una voz genérica, no siempre resulta fácil interpretar la especie concreta a la que se refieren los cronistas de la época de la conquista. No obstante, parece seguro que en el México de los tiempos precolombinos el tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*) era mucho más apreciado que el tomate (*Lycopersicon esculentum*), consumiéndose éste fundamentalmente como aquel, esto es, asociado al chile en salsas y guisos. Fuera del área mesoamericana, el tomate o fue desconocido o simplemente se hizo un consumo incidental de formas espontáneas (probablemente *L. pimpinellifolium* y *L. esculentum* var. *cerasiforme*). Guaman Pma de Ayala citado por Esquinas y Nuez (2001) hace referencia al consumo esporádico de tomate silvestre en el imperio Inca. Además, en ninguna lengua sudamericana existe un nombre para distinguirlo.

Sobre como se realizó la domesticación existen sólo hipótesis razonables. En el sur de México el tomate se presenta como una mala hierba, siendo frecuente en los campos de maíz y otros espacios modificados por el hombre. Es verosímil que esta mala hierba fuese la materia prima para la domesticación del tomate (Jenkins, 1948), posiblemente cuando ya otros cultivos como la calabaza, chiles y maíz habían sido domesticados.

2.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL TOMATE

De acuerdo a Hunziker citado por Esquinas y Nuez (2001) la taxonomía del tomate es la siguiente:

Familia: Solanaceae.

Nombre científico: *Lycopersicon esculentum* Mill.

CLASE: Dicotyledoneas

ORDEN: Solanales (personatae)

FAMILIA: Solanaceae

TRIBU: Solaneae

GENERO: *Lycopersicon*

ESPECIE: *esculentum*

2.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL TOMATE

El tomate *Lycopersicon esculentum* Mill es una planta perenne de porte arbustivo que se utiliza como anual. La planta puede desarrollarse en forma rastrera, semierecta o erecta, y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitado en las variedades indeterminadas, pudiendo llegar, en estas últimas, a 10 m en un año (Rick, 1978 citado por Chamorro, 2001).

En los trópicos, la planta es una herbácea perenne, mientras que en las latitudes del norte crece como anual. El hábito de crecimiento de los diferentes cultivares presenta una gran variación, pero en la mayoría de los tipos comunes el tallo alcanza una longitud de 0.7 a 2 m y desarrolla vástagos múltiples que se originan en las axilas foliares (Gordon y Barden, 1992).

Indeterminadas. Los sucesivos tallos se desarrollan en forma similar, produciendo una inflorescencia cada 3 hojas. El aspecto es el de un tallo principal, que crece en forma continua con inflorescencias internodales cada 3 hojas. Cuando este proceso se repite indefinidamente los cultivares se nombran indeterminados. (Chamorro, 2001).

Determinadas. Las plantas tienen un crecimiento limitado, puede extenderse 2 m; los segmentos del eje principal soportan un número inferior de hojas y terminan en una inflorescencia, el sistema de ramificación lateral experimenta un crecimiento limitado dando a la planta un aspecto arbustivo con simetría circular (Chamorro,2001)

2.4.1 Raíz

El sistema radical tiene como funciones la absorción y el transporte de nutrientes, así como la sujeción o anclaje de la planta al suelo. Este sistema es de tipo fibroso y robusto consta de una raíz principal típica de origen seminal y numerosas raíces secundarias y terciarias; la raíz principal puede alcanzar hasta 60 cm de profundidad, aunque puede alcanzar hasta 1.8 m de profundidad, sin embargo, cuando la planta se propaga mediante transplante, como sucede generalmente, la raíz principal se ve parcialmente detenida en su crecimiento en consecuencia se favorece el crecimiento de raíces secundarias laterales las que, principalmente se desenvuelven entre los 5 y 70 cm de la capa del suelo. Las porciones del tallo y en particular la basal, bajo condiciones adecuadas de humedad y textura del suelo, tienden a formar raíces adventicias (Garza, 1985; Valadéz, 1990).

Las plantas jóvenes desarrollan una raíz pivotante y un sistema subordinado de ramificaciones laterales. Durante el transplante la raíz pivotante se destruye, las laterales se hacen gruesas y bien desarrolladas. En las plantas adultas, tanto las raíces laterales como las adventicias se extienden horizontalmente a una distancia de 0.90 a 1.50 m. Así pues, el tomate desarrolla un sistema radical extenso (Edmond y Andrews, 1984).

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

central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes) (Chamorro, 2001).

2.4.2 Tallo

Su estructura, de fuera a dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales. (Chamorro, 2001).

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

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

La ramificación del tallo principal da lugar a dos grupos de plantas que son: determinado e indeterminado (Garza, 1985).

2.4.3 Hoja

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

Los folíolos son: peciolados, lobulados y con borde dentado, y recubiertos de pelos glandulares. El mesófilo o tejido parénquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambos sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (Chamorro, 2001).

2.4.4 Flor

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

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

de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. (Chamorro, 2001)

2.4.5 Fruto

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

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

2.4.6 Contenido Nutricional

En el cuadro 2.1 se puede apreciar la composición nutricional del fruto de tomate.

Cuadro 2.1. Composición nutricional del tomate. USDA (2000). CELALA, 2003

En 48 gr de parte comestible	Contenido
Calorías	35
Proteínas	1gr
Grasa total	5gr
Carbohidratos totales	7gr
Fibra dietética	1gr
Cenizas	0.6
Calcio	13gr
Fósforo	27mg
Hierro	40mg
El pH del jugo.	4.0-4.5
Vitamina A (alfa y beta caroteno)	1700IU
Ácido Ascórbico (vitamina C)	20.0

2.5 GENERALIDADES DE INVERNADEROS

Un invernadero se define como una construcción cubierta artificialmente, con materiales transparentes, con el objeto de proveer un medio ambiente climático favorable durante todo el año para el desarrollo de los cultivos. Un cultivo forzado o protegido se define como aquél que durante todo el ciclo productivo o en una parte del mismo crece en un microclima acondicionado por un invernadero. A pesar de que se hace hincapié en la modificación del ambiente climático, el cultivo forzado también incluye las técnicas de manejo, fertirrigación, densidad y época de siembra, sanidad vegetal, etc. Prácticas que inciden notoriamente en los objetivos que persigue el cultivo protegido tales como incremento de la producción, precocidad y mayor calidad de la cosecha. Además de lo anterior el cultivo se orienta a la producción de plantas de origen climático diferente del ambiente natural donde se desea cultivarlas (Rodríguez y Jiménez, 2002).

El cultivo bajo invernadero ha permitido obtener producciones de primera calidad y mayores rendimientos, en cualquier época del año, a la vez que permite alargar el ciclo de cultivo, permitiendo producir en las épocas del año más difíciles y obteniéndose mejores precios (<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>, 2001).

2.5.1 Ventajas de la producción en invernaderos

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

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

- Programación de las cosechas de acuerdo a la demanda y precio del producto.
- Precocidad en el ciclo del cultivo, lo que hace posible el logro de hasta tres cosechas por año.
- Aumento del rendimiento hasta en un 300%, respecto a los cultivos desarrollados a la intemperie.
- Mayor calidad de frutos, flores y hortalizas, ya que estos son más uniformes, sanos y de mejor calidad.
- Ahorro de agua (riego por goteo, microaspersión y subirrigación), se puede llegar a recuperar del 60 al 80% del agua aplicada que se evapotranspira.

- Mejor control de plagas y enfermedades.
- Siembra de variedades selectas con rendimientos máximos.
- Balance adecuado de agua, aire y elementos nutritivos.
- No se depende de fenómenos metereológicos.

2.5.2 Desventajas de cultivar en invernadero

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

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

2.6 EXIGENCIAS DE CLIMA

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto. Según Castilla (2001) y

Sade (1998) los principales factores climáticos para el manejo óptimo de un invernadero son los siguientes

2.6.1 Temperatura

Los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los factores climáticos.

Sade (1998) indica el rango de temperaturas para el desarrollo de tomate:

Temperatura mínima letal: 0 - 2 °C.

Temperatura mínima biológica: 8 - 18 °C.

Temperatura óptima durante la noche: 13 - 16 °C.

Temperatura óptima durante el día: 22 - 26 °C.

Temperatura máxima biológica: 26 - 30 °C.

Temperatura mínima para germinación: 9 - 10 °C.

Temperatura máxima para germinación: 20 - 30 °C.

Las temperaturas asociadas con la falta de humedad, determinan los siguientes fenómenos: Se intensifica la transpiración, perdiendo la planta su turgencia; Comienza por marchitarse el ápice de crecimiento y las hojas jóvenes; Los frutos de las plantas maduran de forma anormal y forzada, sin alcanzar la forma, color, tamaño, peso, etc., convenientes, y disminuye la producción.

A temperaturas excesivas, más de 35 °C, las plantas detienen su crecimiento y su floración, mientras que a temperaturas inferiores, entre 10 °C y 15 °C, originan problemas en

el desarrollo y germinación. A temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C, la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está influenciada por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, valores cercanos a 10° C y superiores a 30° C originan tonalidades amarillentas. (Sade, 1998; <http://www.Infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>, 2001).

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

2.6.2 Humedad relativa

La humedad relativa es una variable del ambiente muy difícil de manejar ya que: varía rápidamente en interacción con numerosos factores, su medición es delicada, casi siempre es aproximada y no se conoce completamente su relación con el desarrollo de las especies vegetales. La humedad relativa se define como la tensión actual de vapor entre la tensión a saturación de la misma masa de aire, y se expresa en porcentaje, se mide con los siguientes aparatos: higrómetros e higrógrafos (Francescangeli, 1998).

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

Los efectos de la humedad relativa del aire en el invernadero sobre el desarrollo del tomate son los siguientes:

- **En el crecimiento vegetativo**

La evapotranspiración de las plantas participa en la transferencia de los elementos nutritivos absorbidos por las raíces, regula la temperatura de las hojas, frutos, etc, y controla parcialmente su crecimiento.

La intensidad de la evapotranspiración depende de las diferencias de presión de vapor entre la atmósfera de las cámaras subestomáticas de los tejidos vegetales y el aire.

Una humedad relativa muy alta significa un déficit de presión de vapor muy bajo, por lo tanto los intercambios gaseosos son reducidos, pudiéndose producir accidentes fisiológicos como la podredumbre apical del tomate.

Una humedad relativa baja provoca el cierre de los estomas y debido al cese del intercambio gaseoso, se reduce la fotosíntesis. La planta deja de transpirar, no regula su temperatura y no participa del estado higrométrico de la atmósfera.

- **En la floración y fructificación**

El exceso de humedad relativa puede producir caída de flores y compromete la dehiscencia de las anteras en la mayoría de las especies vegetales.

La humedad relativa óptima para un buen desarrollo del tomate en condiciones de invernadero oscila entre un 60 y un 80%, humedades relativas muy altas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras

un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Infoagro 2002).

2.6.3 Luminosidad

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

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

Este mismo autor menciona que durante la época nubosa las hojas de tomate presentan un bajo contenido de azúcares, y tanto éstas como los tallos se vuelven pálidos y delgados, pudiendo ser pequeños los racimos de frutos o incluso no llegar a cuajar. Con tiempo brillante y soleado la producción de azúcar es muy elevada, siendo éstas oscuras y gruesas, con tallos de color verde oscuro y robustos, los racimos tendrán numerosos frutos bien cuajados y el sistema radical será muy vigoroso, pudiendo aportarse el nitrógeno a mayores niveles durante este período. Cuando el tiempo está nublado durante más de uno a dos días puede ser necesario:

- Reducir las temperaturas del día y de la noche en el invernadero.
- Utilizar la menor cantidad de agua posible para que no se marchiten las plantas.
- Ajustar la formulación de la solución nutritiva para aumentar la conductividad eléctrica.

2.6.4 Radiación en invernadero

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

La radiación solar en parte es absorbida por el suelo y la planta 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 (Cockshull, 1988; Kinet 1977).

Valores de radiación total diaria en torno a 0.85 MJ/m^2 son los umbrales considerados mínimos para la floración y cuajado, siendo preferible mayor iluminación en menor periodo de tiempo que iluminaciones más débiles en durante más tiempo. (Aung, 1976)

2.6.5 Concentración dióxido de carbono (CO_2) en invernadero

Nelson (1994) dice que el objetivo de la aplicación de CO_2 es el incrementar la concentración del mismo para estimular a la planta. Con ello se obtiene un mayor desarrollo de la planta, incremento en rendimientos, mejor calidad de cosecha, precocidad a floración y desarrollo de frutos.

El CO_2 es el factor de producción que más limitaciones impone en los invernaderos. Es posible añadirlo gratuitamente a las plantas a partir del humo del calentamiento. Pero desgraciadamente, las necesidades de la planta de CO_2 y los periodos en que necesita la calefacción no son los mismos. Los factores que limitan la fotosíntesis son el agua y el CO_2 , elementos base, pero también la luz, fuente de energía que permite la síntesis de los azúcares. Una hectárea de invernadero tiene alrededor de $40\,000 \text{ m}^3$ de aire, es decir 14 m^3 o 27 kg de CO_2 para una hora de fotosíntesis a 350 w/m^2 , sin ventilación. El enriquecer con CO_2 cuando la luz es insuficiente no debe de realizarse porque no se aprovecharía. En el verano, el aporte de CO_2 es mayor, dado que la luz es más intensa. Pero, como es necesario airear permanentemente, se deberá utilizar un porcentaje bajo de CO_2 , para evitar pérdidas. Para llegar a niveles elevados, es decir 1000 a 1500 ppm , se deben inyectar de 70 a 100 kg de CO_2 por hora por hectárea de invernadero (Ferreira, 2002).

2.7 ELECCIÓN DEL GENOTIPO

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

2.7.1 Adaptación al sistema y ciclo de cultivo

Las casas productoras de semillas desarrollan en la actualidad muchos de sus híbridos adaptados no solo a condiciones específicas de cultivo sino también a un sistema de cultivo. Existen cultivares especialmente adaptados a ciclo temprano, de otoño. Para época larga de cultivo o para cultivo rotativo. Para este último se requieren cultivares precoces, generalmente de crecimiento determinado y maduración agrupada. (Cuartero y Báguena, 1990)

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

2.7.2 Resistencia a enfermedades y plagas

Para el agricultor cultivar híbridos con muchas resistencias incorporadas constituyen, en cierto modo, una garantía de obtener una buena producción. Sin embargo, no siempre es aconsejable el utilizarlos, ya que mediante el cultivo continuado de este tipo de híbridos se pueden seleccionar pato tipos más agresivos del patógeno que podrían dar lugar ataques

más graves y mayor dificultad para encontrar nuevas resistencias. Así, lo más conveniente sería cultivar híbridos con las resistencias a las enfermedades que supongan un verdadero problema en cada zona. (Cuartero y Báguena, 1990)

2.7.3 Adaptación a condiciones ambientales de estrés

Entre las múltiples situaciones de estrés, se está tratando de conseguir híbridos capaces de cuajar en condiciones de frío y adaptados a tierras y aguas salinas. (Cuartero y Báguena, 1990).

2.7.4 Usos

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

- **Híbridos de tomate para invernadero - Tipo Daniela**

Daniela (R-144). Híbrido sumamente productivo con fruto bien firme y largo, período de conservación de larga vida de anaquel. Se trata de una planta vigorosa cultivada con éxito en condiciones de salinidad moderada. Cuaja bien en bajas temperaturas y responde satisfactoriamente a los estimulantes de crecimiento.

Brillante (FA-179). Híbrido que combina un fruto grande y fuerte con un buen sabor.

La planta es compacta y se cultiva en otoño y verano, se recomienda una fertilización complementaria.

Abigail (FA-870). Variedad con un fruto mayor que el de Daniela, de un color sumamente atractivo. Adecuado para el cultivo en verano e invierno

Gabriela. Para otoño, invierno y comienzos de la primavera, similar a Daniela.

Tenerife (FA-185). Un fruto del tipo generador de ganancias con larga vida. Se recomienda para la producción en otoño y primavera

Catherine (FA-572). Planta del tipo jumbo, más fuerte que la variedad 516. Para comienzos del otoño (Peso del fruto: 180-280g).

Electra (FA-516). Planta del tipo jumbo para la temporada de otoño. La fruta combina un tamaño gigante con una excelente firmeza y color

Colette (FA-832). Planta relativamente resistente con un largo período de cuajado, fruto globoso con un peso de 180-280g

Francesca (FA-574, Adela). Similar a Catherine con frutos más grande (200-300g).

- Principales tipos de tomate comercializados para explotación en invernadero

Tipo Beef. Plantas vigorosas hasta el 6º-7º ramillete, a partir del cual pierde bastante vigor coincidiendo con el engorde de los primeros ramilletes. Frutos de gran tamaño y poca

consistencia. Producción precoz y agrupada. Cierre pistilar irregular. Mercados más importantes: mercado interior, mercado exterior (EEUU).

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

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

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

Tipo Cocktail. Plantas muy finas de crecimiento indeterminado. Frutos de peso comprendido entre 30 y 50 g, redondos, generalmente con 2 lóculos, sensibles al rajado y usados principalmente como adorno de platos. También existen frutos aperados que presentan las características de un tomate de industria debido a su consistencia, contenido en sólidos solubles y acidez, aunque su consumo se realiza principalmente en fresco. Debe suprimirse la aplicación de fungicidas que manchen el fruto para impedir su depreciación comercial.

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

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

Tipo Ramillete. De reciente introducción en los mercados, resulta difícil definir si este tipo de tomate es ideal para ramillete, aunque generalmente se buscan las siguientes características: frutos de calibre M, de color rojo vivo, insertos en ramilletes en forma de raspa de pescado (Diez, 2001).

2.8 LABORES CULTURALES

2.8.1 Producción de Plántula

Tradicionalmente el propio agricultor establecía el semillero en cama caliente y con protección térmica utilizando lámina de plástico o carrizo, la siembra era al voleo o chorrillo para trasplante a raíz desnuda. La preparación de la planta en semillero tiene una duración variable según el tamaño deseado. El alto costo de la semilla (debido al empleo de híbridos) ha generalizado el uso de tacos prensados de turba, macetillas de papel o plásticos rellenas de sustrato, bandejas de alveolos o procedimientos similares para transplantar con cepellón. El tratamiento previo a la semilla es, hoy día, práctica usual que permite partir de mejores condiciones fitosanitarias.

El sustrato más empleado es una mezcla de turba rubia (80%) y turba negra (20%) enriquecida con fertilizantes. Los riegos por microaspersión, se efectúan de una a dos veces diarias, según la demanda evaporativa y la fertirrigación (a partir de los 15 días de la

siembra)se basa en equilibrio tipo 1/1/1 de N/P₂O₅/K₂O, evitando los excesos para no enternecer la planta. Con ese mismo fin pueden emplearse retardadores de crecimiento (derivados de cobré o similares). La práctica de endurecer la planta es útil para aclimatar las plantitas progresivamente al cambio de condiciones ambientales, especialmente si se destinan a cultivos al aire libre (Castilla, 2001).

La siembra se efectúa en seco y, tras el riego, se introducen las bandejas en cámara de germinación (25°C, 90% de humedad) durante 3 días, tras los cuales pasa a invernadero donde se mantienen temperaturas mínimas de 11°C. La germinación de la semilla tiene lugar a valores óptimos de temperatura entre 18°C y 24°C. A los 30-35 días de la siembra, la planta con 3 hojas verdaderas (unos 12 cm de altura) está en condiciones de transplante al terreno. (Wittwer y Honma, 1979).

2.8.2 Arreglo topológico

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El más frecuentemente empleado es de 1,5 metros entre líneas y 0,5 metros entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio es común aumentar la densidad de plantación a dos plantas por metro cuadrado con marcos de 1 m x 0,5 m. Cuando se tutoran las plantas con perchas las líneas deben ser "pareadas" para poder pasar las plantas de una línea a otra formando una cadena sin fin, dejando pasillos amplios para la bajada de perchas (aproximadamente de 1,3 m) y una distancia entre líneas conjuntas de unos 70 cm (Zaidan y Avidan, 1997).

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

2.8.3 Densidad de plantación

Para la producción de tomate en invernadero se requiere 0.25 a 0.37 metros cuadrados por planta, esto representará de 27,027 y 40,000 plantas por hectárea. Las plantas se colocan en doble fila por bancada, con una separación de 40 a 50 cm entre las filas y de 30 a 36 cm dentro de éstas. El marco de plantación esta en función de las condiciones de luz solar. Las plantas se pueden colocar de forma que las de una fila coincidan con el punto medio de las opuestas, para obtener así la mayor exposición de las hojas a la luz solar, y la menor interferencia física de las hojas entre las plantas adyacentes (Resh, 1997).

2.8.4 Sustrato

Abad (1993) aplicó el termino de sustrato hortícola a todo material sólido distinto al suelo, natural o de síntesis, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o mezcla, permite el anclaje del sistema radical, desempeñando por lo tanto un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de nutrición vegetal.

Asimismo Abad, afirma que no existe el sustrato ideal, pero sí el mejor medio de cultivo para cada caso concreto, este depende de varios factores: tipo de material vegetal con que se trabaja (semillas, plantas, estacas etc.), especie vegetal condiciones climáticas, sistemas y regímenes de riego, aspectos económicos, etc.

Carpenter (1995) mencionó que el sustrato ideal es aquel que tenga las siguientes características:

- Que sea económico

- Que este disponible inmediatamente
- Que sea uniforme
- Completamente libre de patógenos, semillas de maleza o sustancias químicas peligrosas

El sustrato óptimo para cualquier situación depende de varios factores, entre los cuales destaca: la especie a cultivar y sus requerimientos, el volumen del recipiente, la disponibilidad de los materiales para las mezclas y la calidad física, química y biológica de los sustratos. Los gránulos componentes del sustrato deben permitir la circulación del aire y de la solución nutritiva. Se consideran buenos aquellos que permiten la presencia entre 15% y 35% de aire y entre el 20% y 60% de agua en relación con el volumen total.

- **Propiedades físicas de los sustratos**

Abad (1993) reporta también que las propiedades físicas de los medios de cultivo son de primerísima importancia; ya que una vez el sustrato este en el contenedor y la planta creciendo en él, no es posible modificar prácticamente las características físicas básicas de dicho sustrato: Granulometría, porosidad, retención de agua, porosidad del aire,

- **Propiedades químicas de los sustratos**

Abad (1993) menciona que los materiales orgánicos son los componentes que contribuyen en mayor grado a la química de los sustratos, ya que interaccionan con la solución nutritiva, suministrando nutrimentos, actuando como reserva de los mismos, a través de la capacidad de intercambio cationico (CIC), que a su vez depende en gran medida del potencial de hidrógeno (pH) del medio; Relación carbón-nitrógeno (C/N) y conductividad eléctrica.

- **Características biológicas de los sustratos**

Las propiedades biológicas de los sustratos son parte fundamental en el estudio de las propiedades de sustratos hortícolas. Porque la población microbiana es la responsable de la degradación biológica de los sustratos orgánicos, lo que puede resultar desfavorable ya que los microorganismos consumen nutrimentos (oxígeno y nitrógeno principalmente) en competencia con el cultivo, además de liberar sustancias fitotóxicas y alterar las propiedades físicas.

En cultivos de intensivos de ciclo largo, se recomienda usar materiales estables (turbas negras o de tamaño grueso), mientras que si las plantas son de crecimiento rápido, los materiales pueden ser (turbas rubias) menos resistentes a la degradación (Abad,1993).

Cuando los sustratos son inertes, la actividad biológica se presenta en forma parásita o saprofita a expensas de los nutrimentos de las raíces (Canovas, 1993)

- **Materiales más utilizados comercialmente como sustrato**

Los sustratos comerciales tienen mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos y aditivos. Los sustratos más utilizados son: Turbas, las cuales son clasificadas según su origen en; turberas bajas, transición y altas que a su vez subdividen en turba rubia y turba negra, perlita, pumita, vermiculita, composta de cáscara de cacao, tierra volcánica, gravas, arenas, lana de roca, poli estireno y, poliuretano (Handerck y Black, 1991)

La arena es un material de naturaleza silíceo con una concentración mayor del 50 % de SiO_2 y de composición variable, que depende de los constituyentes de la roca silicatada original. La arena deberá de estar exenta de limo y arcilla y también de carbonato de cálcico. La arena posee una fracción granulométrica comprendida entre 0.02 y 2 mm. Desde el punto de vista hortícola, se prefiere la arena con tamaño de partícula de medio a grueso (0.6

- 2mm). La densidad de la arena es superior a 1.5 g/cm^3 . Su pH puede variar entre 4 y 8. Su capacidad de intercambio catiónico es nula o baja. La arena es el sustrato más utilizado, llegando a representar cerca del 60% de la superficie total bajo condiciones de hidroponía (Abad, 1995a; Abad, 1995b, Resh, 1992; Handreck y Black, 1991).

Por otra parte, los carbonatos presentes en la arena pueden provocar un incremento significativo del pH del medio, originando desordenes nutricionales, que afectan fundamentalmente a los microelementos, particularmente hierro y boro (Bunt, 1998). Además, la liberación de calcio y magnesio, a veces en cantidades importantes, puede provocar la precipitación de fosfatos y sulfatos dentro de los sacos de cultivo. Con objeto de incrementar la calidad de las arenas como sustrato de cultivo, éstas se lavan (en ocasiones con ácidos minerales) para eliminar los constituyentes indeseables (Martines y García, 1993).

Lana de roca, es un material inorgánico de la mezcla de dolorita (60%), roca calcárea (20%), su pH es ligeramente alcalino y oscila entre 7 y 9, aunque con el tiempo tiende a la neutralidad. Su presentación comercial es en forma granulada. Su densidad aparente es baja, lo que le confiere una gran capacidad de retención de agua. Suele mezclarse con otros sustratos para asociar distintas propiedades (Bures, 1997).

2.8.5 Trasplante

Rodríguez *et al.* (1997) y Castilla (2001) señalan que el transplante bajo invernadero debe realizarse con cepellón. Debiendo tener los siguientes cuidados cuando la plántula esté preparada para el transplante:

- Proteger la plántula de la radiación solar.
- Sumergir o mojar el cepellón en algún fungicida antes de plantarse.

- Desechar las plantas que no sean óptimas.

Realizar el trasplante en los momentos de menor calor, para obtener así una mejor pega, ya que la época de plantación es generalmente en pleno verano.

Al momento del trasplante las plantas deben tener una altura de 10 - 15 cm y con 6 - 8 hojas verdaderas ya formadas. El terreno debe estar previamente preparado, así como marcado el lugar el que va a ocupar la planta, debiéndose abrir un hoyo del tamaño adecuado para que quepa el cepellón. Debe dejarse el cuello de la planta a nivel con el suelo e inicialmente no conviene aplicarse tierra o sustrato.

Tras el trasplante, se da un riego a fin de conseguir buena humedad en el entorno radicular y un buen contacto con el cepellón.

2.8.6 Poda de formación

El incremento en el número de tallos-guía incide en el tamaño del fruto, disminuyendo este conforme se incrementa el número de guías, y estará limitado por el vigor del cultivar. Algunos cultivares toleran mal la poda. La densidad de plantación deberá adecuarse al tipo de poda previsto (Geisenberg y Stewart, 1986)

Anderlini (1976) resalta que la poda se debe de iniciar cuando en la mayor parte de las plantas se observa la primera inflorescencia. Los brotes no deberán tener más de 2 - 3 centímetros de longitud, de otro modo la planta no podrá soportar esta práctica. Cuando los brotes axilares se encuentren excesivamente desarrollados, formando tallos secundarios, es más beneficioso limitarse a su despunte.

Ruiz (2002) también menciona que los objetivos de podar son los siguientes:

- Formar y acomodar la planta.

- Regular y dirigir el desarrollo de la planta.
- Lograr más eficiencia del control sanitario.
- Facilitar el guiado.
- Obtener mayores rendimientos, tanto de calidad, como de volumen.
- Mejorar aireación y evitar incidencia de enfermedades
- **Tipos de poda**

El tipo o sistema de poda a emplear depende del marco de plantación utilizado, la precocidad que se desea obtener y la variabilidad o híbrido a establecer (Rodríguez *et al.*, 1997).

Poda a un tallo.- Consiste en la eliminación de todos los brotes axilares del tallo principal, permitiendo el crecimiento indefinido de éste hasta su eventual despunte (Castilla . 2001).

Por su parte Nelson (1994) indica las ventajas de poda a un tallo: Mayor precocidad de producción, elevada producción, mayor homogeneidad, mayor calibre.

Poda a dos tallos.- Este sistema de poda es conocido como poda de horqueta y consiste en eliminar todos los tallos axilares, excepto el que sale por debajo del primer racimo, el cual se dejará como segundo tallo principal. Luego se realiza o no la poda de despunte (Rodríguez *et al.*, 1997)

Poda a tres tallos.- Este sistema es muy parecido al de poda a dos tallos, pero en ésta se permite el desarrollo de un tercer brote axilar. El cual puede ser el segundo o tercero por debajo de la primera inflorescencia (González, 1967).

Poda Hardy.-Es un sistema de poda poco empleado, que consiste en despuntar el tallo principal por encima de la segunda o tercera hoja por encima de la primera inflorescencia; de los brotes que surgen de las axilas de éstas hojas se dejan dos tallos guía, debiendo de ser hojas opuestas, para luego continuar con las actividades descritas para la poda a dos tallos (Rodríguez *et al.*, 1997).

Poda de hojas.- Esta poda se realiza mediante la eliminación de todas o algunas hojas, principalmente viejas o enfermas, por debajo del primer racimo que permanezca sin cosecharse, continuando con ésta practica conforme se va cosechando los siguientes racimos, hasta una altura de 40 a 50cm (Serrano, 1979).

2.8.7 Despuntado

Esta actividad consiste en la eliminación de los brotes terminales de los tallos que se han dejado como guías, por encima del piso productivo que se considere económicamente interesante. Con el despunte se regula y acorta el ciclo vegetativo, determinando la longitud de la planta. Indirectamente esta practica puede repercutir en un incremento del tamaño del los frutos formados (Maroto, 1995).

- **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).

- **Efectos fisiológicos de la poda**

Si la poda no se realiza en el momento indicado los brotes se encuentran muy desarrollados, la planta sufre una pérdida de material orgánico que podía haber llegado a la parte vegetativa que nos interesa, dando lugar a trastornos vegetativos y en el caso de que ésta sea muy enérgica puede presentarse una suspensión en el desarrollo vegetativo. (Serrano, 1979)

Wolk *et al.* (1985) afirman que la planta tiene la capacidad para soportar cierto grado de defoliación sin reducir su rendimiento, lo que puede deberse a un incremento en la fotosíntesis de las hojas remanentes, resultando una mayor traslocación de fotosintatos desde los sitios donde se sintetizan hacia los sitios de almacenamiento.

- **Efectos de la poda en la distribución de la cosecha**

Si la poda se realiza cerca del primer y segundo racimo, junto con espaciamientos cortos de las plantas, se reduce el periodo a cosecha, y con la eliminación de algunas hojas cercanas a los racimos, se acelera la maduración de los frutos, pero el rendimiento por hectárea disminuye. (Pimpini, 1987)

2.8.8 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 rehundido es una variante del aporcado que se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente rascada, hasta que entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas (Infoagro, 2002).

2.8.9 Tutorado

Las plantas de los tomates que deben guiarse verticalmente deberán estar entutoradas, siendo recomendable la utilización de cuerda de plástico (rafia). Las cuerdas deberán fijarse a unos cables de soporte, a una altura de 8 a 10 pies (2.5 a 3 metros), que irán sobre las plantas, dejándose unos 6 pies (2 metros) más de la longitud a la altura del cable, por si se quiere utilizar las plantas por un período mayor al normal, para poder bajarse una vez que hubiesen alcanzado la altura del cable (Resh, 1997). El entutorado permite una mejor aireación del cultivo, facilita las operaciones de tratamientos fitosanitarios y permite obtener frutos más limpios y sanos, evitando roces (Nuez, 2001).

Existen cuatro tipos de tutorado que suelen emplearse en invernadero que son los siguientes: Sistema holandés (hilo vertical), sistema inglés (V), sistema danés y sistema danés modificado, en este último sistema se deja caer la planta sobre sí misma, según se recolectan los primeros racimos, y después de practicar el deshoje de dicha zona (Rodríguez *et al.*, 1997).

2.8.10 Bajado de plantas

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

2.8.11 Polinización

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

Los tomates son polinizados normalmente por el viento cuando crecen al aire libre; no obstante, en los invernaderos, el viento de aire es insuficiente para que las flores se polinicen por si mismas, siendo esencial la vibración de los racimos florales para obtener una buena polinización. Esto puede efectuarse moviendo las flores con un palo, con los dedos o con un vibrador eléctrico parecido a un cepillo de dientes eléctrico, al que se hayan quitado las cerdas. Los vibradores se acercan durante breves momentos a las ramas portadoras de los racimos florales, pudiendo observarse la salida de las flores de un fino polen amarillo cuando son favorables las condiciones ambientales y éstas se encuentran en estado receptivo.

La polinización deberá efectuarse mientras que las flores están en estado receptivo, lo cual se conoce porque los pétalos se doblan hacia abajo. Las plantas deberán polinizarse al menos cada dos días, puesto que las flores permanecen receptivas unas 48 horas, efectuando esta operación entre las 11:00 AM y las 3:00 PM en días soleados, para obtener los mejores resultados.

La investigación ha demostrado que una humedad relativa del 70% es la mejor para la polinización, cuajado de fruto, y posterior desarrollo de éste. Una humedad más elevada guarda el polen húmedo y pegadizo, con excepción del mediodía, y disminuye la posibilidad de que se transfiera suficiente cantidad de polen desde las anteras hasta el estigma. Un ambiente demasiado seco, con humedad relativa inferior al 60 - 65% causa la desecación del polen.

Las temperaturas del invierno no deberán bajar 15 °C durante la noche, ni exceder de 29 °C durante el día. Con temperaturas superiores o inferiores, la germinación del polen y el desarrollo del tubo polínico se ven fuertemente reducidos.

Cuando la polinización se ha efectuado correctamente, se desarrollaran al cabo de una semana los frutos en forma de bolita; esto lo que se denomina cuajado de la flor. Cuando las plantas jóvenes producen sus primeros racimos se deben polinizar cada día hasta que se observan los frutos. Es muy importante que cuajen los primeros racimos, pues esto induce a la planta a un estado reproductivo que favorecerá grandemente la floración y productividad conforme se vaya desarrollando. En el momento en que los primeros racimos hayan cuajado se puede seguir la polinización en días alternos (Resh, 1997).

2.8.12 Fertirrigación

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

En la fertirrigación la frecuencia de los ciclos de riego va en relación de la naturaleza de la planta, de su estado de desarrollo, de las condiciones climáticas, de la intensidad lumínica, de la longitud del día, la temperatura y el tipo de sustrato utilizado como medio de cultivo. En condiciones de invernadero de alta intensidad lumínica y acompañada de altas temperaturas, el porcentaje de evaporación de las plantas se incrementa grandemente y como resultado la absorción del agua aumenta significativamente. Por lo tanto la frecuencia de los ciclos tiene que ser suficiente para impedir cualquier déficit de agua en las plantas que

provoquen un estrés hídrico con lamentables consecuencias. La duración de cualquier ciclo de riego tiene que ser suficiente para proporcionar un adecuado filtrado del medio, para que se puedan evacuar los elementos excesivos a través del sustrato; de no ser así se formarían niveles de sal que causarían un retraso en el crecimiento e incluso una toxicidad en las plantas y su posterior muerte (Lomelí, 1999).

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).

Moreno (2002) afirma que para manejar correctamente el riego y la nutrición de las plantas es imprescindible conocer con exactitud la calidad agronómica del agua de riego. La información que debe proporcionar los análisis de aguas es la siguiente:

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

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

La cantidad de cada uno de los iones que el agua contiene puede expresarse en milimoles por litro (mM/l), miliequivalentes por litro (meq/l) o partes por millón (ppm). Para efectos nutricionales y operativos, los aniones que deben de ser analizados son, los aniones carbonatos y/o bicarbonatos, sulfatos, cloruros, fosfatos y nitratos, y los cationes, calcio, magnesio, sodio, potasio y amonio.

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

Romero *et al.* (1999) establecieron que el agua moderadamente salina (6 - 8 dSm⁻¹) puede reducir la cosecha de tomate hasta un 40%. El estrés hídrico, inducido por la salinidad en la zona radical, puede acentuarse en una gran demanda transpiratoria asociada a una baja higrometría ambiental constante en las horas centrales del día en el interior de los invernaderos.

El valor óptimo del pH de la solución de riego es de 6 a 6.5 y el pH de la solución de lixiviación no más de 8.5. El pH del agua de riego se ajusta mediante la inyección de ácido. Cuando el pH del agua de lixiviación es superior a 8.5, indica que el pH en la zona radical alcanza valores que provocan la precipitación de fósforo y menor disponibilidad de micronutrientes. El ajuste es por medio de la relación NH₄/NO₃ de la solución de riego, si el pH se hace demasiado alcalino, se debe aumentar la proporción de NH₄ con respecto al NO₃ en la solución nutritiva y viceversa. El porcentaje de amonio no debe superar el 20% del total del nitrógeno aportado (Zaidan y Avidan, 1997).

Rodríguez *et al.* (2002) evaluaron el comportamiento y desarrollo de la planta con respecto a la presión osmótica o concentración total de iones en la solución, que varía su efecto en función de la época del año debido a los cambios de luminosidad y temperatura.

Para el estudio se empleo un sistema hidropónico abierto con niveles de 0.36, 0.72 y 1.08 atmósferas. La solución con 0.72 atmósferas mostró el valor mas alto en cuanto peso promedio del fruto con 64.2 g, difiriendo significativamente de la solución con 0.36

En cultivo hidropónico el riego está automatizado y existen distintos sistemas para determinar las necesidades de riego del cultivo, siendo el más extendido el empleo de bandejas de riego a la demanda. El tiempo y el volumen de riego dependerán de las características físicas del sustrato El régimen de fertirriego (lámina de agua e intervalo de riego) deberá ajustarse de acuerdo al gradiente de CE y cloro entre la solución de riego y la de drenaje, para mantener así las sales por debajo de la zona radicular activa. Si la diferencia entre la CE de la solución lixiviada y de la solución entrante es más de 0.4-0.5 dS/m, y/o si la concentración de cloro en la solución lixiviada es más alta que la solución entrante y supera los 50 mg/L, se recomienda aplicar un riego sin fertilizantes para lixiviar las sales (Avidan, 1998).

Cadahía (1998) indica que en los cultivos protegidos de tomate el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va ser función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.).

Los aspectos más importantes de la solución nutritiva son: la relación mutua entre los aniones y entre los cationes, la concentración de nutrimentos expresada con la conductividad eléctrica (CE), el pH, la relación $\text{NO}_3 : \text{NH}_4$ y la temperatura. Estas relaciones deben ser modificadas en las etapas fenológicas de tomate. La CE influye en la nutrición de las plantas, a CE mayores que 6 dS m⁻¹ se induce diferente absorción entre los nutrimentos y, por lo tanto, un desbalance. una CE menor que 2 dS m⁻¹, es deficiente, sobre todo en los lugares o temporadas frías. (Cadahía, 1998)

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

La temperatura de la solución nutritiva influye en la absorción de agua y nutrientes. La temperatura óptima para la mayoría de las variedades de tomate es de aproximadamente 22 °C en la medida que la temperatura disminuye también disminuye la absorción y asimilación de los nutrientes. Sin embargo, Adamans citado por Lara (2000) reportó que la temperatura de la solución nutritiva tiene mayor efecto en la absorción de P que de N y agua. Con temperaturas menores que 15 °C se tienen deficiencias de calcio, fósforo y hierro. La temperatura de la solución nutritiva tiene relación directa con la cantidad de oxígeno disuelto en la solución nutritiva. A temperatura menor de 22 °C el oxígeno disuelto en la solución nutritiva es suficiente para abastecer la demanda de este elemento; sin embargo, el requerimiento es pequeño debido a que se reduce la velocidad de cierto número de procesos fisiológicos, entre ellos la respiración y, por lo tanto, también se reduce el crecimiento de la planta. A temperaturas mayores de 22 °C las condiciones son contrarias, la gran demanda de oxígeno no es satisfecha por la solución nutritiva debido a que a mayor temperatura aumenta la difusión de este gas citado por (Cornillon, citado por Lara, 2000).

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

La baja capacidad de retención de agua y la pequeña reserva de nutrientes existente en estos sistemas con sustratos, hacen que éstos sean muy sensibles y con poca capacidad de recuperación frente a cualquier error o desajuste en el fertirriego. Esto implica que los ciclos de fertirriego deben ser frecuentes, homogéneos y precisos. El aporte de nutrientes debe ser completo (N, P, K, Ca, Mg y micronutrientes) y el pH debe ser mantenido constantemente dentro de los valores adecuados. El monitoreo del agua de riego y de drenaje debe ser exhaustivo (Asaf, 1990).

Lupin *et al.* (1996) señalan 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.

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

Cruz (1997) menciona que la pudrición apical (distal) del fruto de tomate es un desorden fisiológico que ocurre tanto en invernadero como en el campo. Esta enfermedad se asocia a una deficiencia de calcio localizada en los tejidos de la zona distal del fruto. Comúnmente aparece en la mitad del crecimiento. Una deficiencia de calcio puede ser causada por una falta de agua o por un deficiente suministro de calcio de las raíces. Por otra parte la acidez y la salinidad del suelo reducen la absorción de calcio. Un aumento de la

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

El fósforo juega un papel relevante en las etapas de enrizamiento y floración, ya que es determinante sobre la formación de raíces y sobre el tamaño de las flores. En ocasiones se abusa de él, buscando un acortamiento de entrenudos en las épocas tempranas en las que la planta tiende a ahilarse. Durante el invierno hay que aumentar el aporte de este elemento, así como de magnesio, para evitar fuertes carencias por enfriamiento del suelo (Zaidan y Avidan, 1997).

Mexicano *et al.* (1999) realizaron un estudio para ver el efecto de las fuentes de nitrógeno y fierro en el desarrollo del tomate en hidroponía, para esto utilizaron el híbrido A-516 y como sustrato tezontle rojo, con una granulometría de 5 - 12 mm de diámetro y encontraron que con la aplicación de NH_4NO_3 con una concentración de 350 ppm de nitrógeno y 5 ppm de fierro se obtienen 214 toneladas por hectárea.

Burgueño *et al.* (2002) trabajando con plantas de tomate bajo condiciones de invernadero, estudiaron la influencia de diferentes sistemas de cultivo sobre la alimentación mineral de las plantas tanto en suelo desnudo como acolchado, así como sobre sustratos fuera del suelo, y encontraron que en todos los tratamientos utilizados, manteniendo una alimentación mineral, no se aprecian diferencias significativas debidas al tipo de cultivo o al

sustrato sobre el contenido de la savia de las plantas, es por ello que señalan que la calidad de los frutos no depende de los sistemas de cultivo sino de una fertirrigación correcta.

- **Solución Nutritiva**

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

En la práctica se divide el ciclo de crecimiento del cultivo según las etapas fenológicas y se definen las diferentes concentraciones o cantidades de nutrientes a aplicarse, con sus respectivas relaciones. Por ejemplo, en tomate se consideran cuatro etapas: establecimiento-floración, floración-cuajado de frutos, maduración-1^{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

Los fertilizantes de uso más extendido son los abonos simples en forma de sólidos solubles (nitrato cálcico, nitrato potásico, nitrato amónico, fosfato monopotásico, fosfato monoamónico, sulfato potásico, sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico, ácido nítrico), debido a su bajo costo y a que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva, aunque existen en el mercado abonos complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente, solos o en combinación con los abonos simples, a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo. (Zaidan y Avidan, 1997).

Sánchez (1999) en trabajos de investigación realizados para nuevos paquetes tecnológicos de producción de jitomate en hidroponía indica que se han ensayado diferentes concentraciones de nutrimentos (general para todos o para uno solo), diferentes fuentes de

fertilizantes, cambios en la concentración según la etapa fonológica del cultivo y según las condiciones ambientales.

De acuerdo a Sánchez (1999) las principales conclusiones experimentales y comerciales obtenidas hasta el momento coinciden en que, diferentes concentraciones proporcionan óptimos rendimientos y calidad, si cada nutrimento se sitúa en cierto rango de concentración (Cuadro 2.2), situación a la que se ha adoptado como base del paquete tecnológico del tomate contempla las concentraciones de nutrimentos que se enuncian la última columna del mismo cuadro.

Cuadro 2.2 Rangos mínimo, óptimo y máximo de concentraciones de nutrimentos considerando varios autores. Sánchez. (INICAPA 1999). CELALA,2003

NUTRIMENTO	CONCENTRACIÓN (mg L ⁻¹)			
	Mínima	Optima (rango)	Máxima	Recomendada (paquete)
Nitrógeno	140	200-400	900	200
Fósforo	30	60-90	100	60
Potasio	150	200-400	600	250
Calcio	120	200-400	600	250
Magnesio	25	50-75	100	50
Azufre	100	150-300	1000	200
Fierro	0.5	1-5	10	3
Manganeso	0.3	0.5-2	15	1
Boro	0.3	0.5-1	5	0.5
Cobre	0.05	0.1-1	5	0.1
Zinc	0.05	0.1-1	5	0.1
cloro	1	1-5	350	no añadir
Molibdeno	0.001	0.001-0.002	0.01	no añadir

Un pre-requisito esencial para el uso de fertilizantes sólidos en fertirriego es su completa disolución en agua: Fertilizantes altamente solubles apropiados para su uso en fertirriego son: nitrato de amonio, cloruro de potasio, nitrato de potasio, urea, monofosfato de

amonio, monofosfato de potasio, etc. En sistemas intensivos como invernaderos y/o sustratos artificiales, la solución nutritiva debe incluir calcio, magnesio y micro nutrientes (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo). El hierro debe ser suministrado como quelato porque las sales de hierro, como el sulfato de hierro, son muy inestables en solución y el hierro se precipita fácilmente. En caso de aguas duras, se debe tomar en cuenta el contenido de Ca y Mg en el agua de riego (Imas,1999).

También se dispone de numerosos correctores de carencias tanto de macro como de micro nutrientes que pueden aplicarse vía foliar o riego por goteo, aminoácidos de uso preventivo y curativo, que ayudan a la planta en momentos críticos de su desarrollo o bajo condiciones ambientales desfavorables, así como otros productos (ácidos húmicos y fúlvicos, correctores salinos, etc.), que mejoran las condiciones del medio y facilitan la asimilación de nutrientes por la planta (Infoagro, 2001)

2.9 PLAGAS Y ENFERMEDADES

2.9.1 Plagas

- **Artrópodos**

Schuster (2001) señala: los artrópodos constituyen un gran grupo de animales que poseen exoesqueleto y apéndices articulados. Los ácaros poseen un aparato bucal picador-succionador y el daño que ocasionan puede ser confundido con alteraciones de origen ambiental o nutricional del tomate. Los insectos tienen varios tipos de aparatos bucales, y el tipo de perjuicio que producen viene determinado por bucal del estado vital que causa el daño. Muchos insectos poseen aparato bucal masticador o una adaptación de este, por lo que los daños que producen se manifiestan como agujeros en hojas o frutos, túneles en hojas, enrollado de hojas etc. y es mas fácil su identificación, no así otros muchos insectos

que tienen aparato bucal picador succionador o adaptaciones de este, y el daño ocasionado en tomate puede ser confundido con el causado por alteraciones bióticas o abióticas. Además los insectos con aparato bucal succionador o chupador pueden transmitir numerosas enfermedades de importancia para el tomate, principalmente las causadas por virus.

Ácaros

Los ácaros presentan un cuerpo compuesto por dos partes, el cefalotórax y el abdomen, y durante su ciclo vital desarrollan los estados de huevo, larva, ninfa y adulto. El estado ninfal puede comprender dos o más fases. Los estados larvales o ninfales se parecen al estado adulto. Los ácaros pueden ser diseminados de forma pasiva por el viento, el suelo, partes vegetales infestadas, semilleros de plantas, herramientas o dispersarse activamente caminando.

Tetranychus spp.

Los ácaros del género *tetranychus* son de 0.3 a 0.5mm de longitud, y viven en el envés de las hojas más bajas de la planta. Las hembras adultas poseen una morfología oval, mientras que los machos son más pequeños y tienen un abdomen agudo. La eclosión de los huevos, que son depositados en el envés de las hojas, da lugar a las larvas de primer estado o edad que presentan tres pares de patas. Los dos estados ninfales posteriores y los adultos poseen cuatro pares de patas. La araña roja, *T. urticae* Koch, es la especie más común de las que atacan al tomate; *T. evansii* Baker & Pritchard, es una especie muy relacionada que se encuentra habitualmente en Florida. Estos ácaros suelen presentar dos puntos oscuros en la superficie dorsal de su cuerpo de color claro, pero ocasiones estos puntos pueden ser ausentes, o poseer un cuerpo de coloración rojo anaranjado uniforme.

Síntomas

El envés de la hoja aparece cubierto de hilos sedosos, pero a medida que aumenta la densidad de la población los ácaros se trasladan hacia las hojas superiores donde producen un copioso entramado sedoso. Los individuos migratorios utilizan los hilos de seda para flotar en el aire. Los daños producidos por su alimentación se observan como un moteado de puntos pequeños y cloróticos sobre la superficie de las hojas afectadas.

Aculops lycopersici Massee

El ácaro del bronceado del tomate es más pequeño y alargado que *Tetranychus spp.*, y posee la parte posterior cónica. Se necesita de una lupa de al menos 14 aumentos o un microscopio de disección para detectar su presencia. Este ácaro es de coloración clara y también posee ocho patas en los estados adulto y ninfal, y seis patas como larva de primera edad. El último par de patas del adulto suele estar colgando de la pata posterior del cuerpo, dando la apariencia de que el ácaro solo tiene seis patas.

Síntomas

Este ácaro ataca el envés de las hojas, a las cuales proporciona primero un aspecto plateado y clorótico que posteriormente se vuelve necrótico. A medida que la infestación se extiende, los tallos y pecíolos foliares se broncean, y la parte anterior de la planta se seca. Si la población de ácaros no se controla, la sintomatología progresa hacia la parte superior de la planta hasta que toda ella se vuelve de color marrón y se seca. Las plantas pueden morir en tan solo unos días si el ambiente es cálido y seco, que son las condiciones que favorecen el desarrollo de este ácaro. Los daños foliares que causa *A. lycopersici* pueden ser confundidos con síntomas que son consecuencia de ciertas deficiencias o desequilibrios nutricionales, o con estrés hídrico.

Planteamientos para el control de los ácaros

La estrategia en el control depende, en buena medida, de época en que se efectuó el cultivo, el tipo o modalidad y de las condiciones en que se realice.

En el caso de cultivo bajo protección plástica, las medidas culturales, las medidas preventivas, medios biológicos, utilizando depredadores generales o específicos y principalmente los medios químicos parecen ser los medios más factibles. En cualquier situación, se debe de evitar poner plantas que se contaminaron en los semilleros. Se deben de eliminar los restos vegetales de anteriores cosechas y las malas hiervas susceptibles de actuar como reservorio, el plástico y mallas densas en las aperturas laterales limitan las contaminaciones que puede acarrear el viento (Schuster, 2001).

Control químico.- Azufre: especie de ácaro *A. lycopersici*, *P. latus*, *T urticae*; tiene acción contra oídios. Avermectina: especie de ácaro. , *P. latus*, *T urticae*; actúa sobre formas móviles. Endosulfán: *P. lycopersici*, *P. latus*; actúa sobre formas móviles (Hance *et al.*, 1991).

Control biológico.- Bailey y Keifer (1943) citados por Gispert (1987) mencionan como depredadores al fitoseiido *Seiulus sp.* el cual se alimenta de todos los estados de desarrollo del ácaro del tomate. Otro enemigo natural es *Leptotris mali* (Fitch). Rice (1961) citado por Gispert (1987) cita a los fitosiidos *Typhlodromus occidentalis* Nesbitt y *Lasioseius sp.* y al tideo *Pronematus ubiquitous* (McGregor) alimentándose del ácaro del tomate, siendo este último el depredador más efectivo de áfidos

Pulgones

Los áfidos son insectos pequeños, piriformes, y con un par de cornículos que se proyectan hacia arriba y hacia atrás en la parte posterior dorsal del cuerpo. Existen tres especies principales de áfidos que atacan al tomate en invernadero. El pulgón de la patata, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, es un áfido grande (de unos 3mm de longitud) que puede

ser de color rosa o verde. El pulgón verde del melocotonero, *Myzus persicae* Sulzer, es más pequeño (1.5mm de longitud) y de coloración verde claro a oscuro. *Aphis gossypii* (Sulzer), presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara, presentan sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, Los áfidos invaden los campos de tomate como adultos alados pero producen descendientes ápteros mediante partenogénesis. Están presentes en el envés de las hojas, en las cuales succionan los jugos vegetales con su aparato bucal picador-succionador: El aspecto más dañino de los áfidos es su capacidad para transmitir numerosos virus de importancia en el tomate.

Síntomas

En ausencia de enfermedades, las poblaciones altas de áfidos pueden producir daños directos e indirectos en la planta. De forma indirecta, los pulgones consumen más jugos vegetales de los que necesitan, y como consecuencia excretan el exceso en forma de sustancia azucarada llamada melaza. Cuando esta sustancia es segregada en gran cantidad, puede crecer sobre ella un hongo denominado <<fumagina>> o <<negrilla>>. La melaza se deposita sobre hojas y frutos, resultando en una reducción de la fotosíntesis y de la calidad de los frutos. Mediante su alimentación directa, los áfidos pueden producir un moteado clorótico, clorosis general y distorsión de las hojas, enanismo y marchitamiento de las plantas, y abscisión de los botones florales. Cuando la densidad de la población de pulgones aumenta hasta niveles que causan la abscisión de botones florales, pueden ser desestimadas las dudas respecto si están implicados o no otros factores que también pueden generar abscisión de botones florales, tales como factores nutricionales, fisiológicos, o ambientales (Schuster, 2001)

Planteamientos para el control de los pulgones

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

Control biológico mediante enemigos naturales.- Especies depredadoras autóctonas: *Aphidoletes aphidimyza*. Especies parasitoides autóctonas: *Aphidius matricariae*, *Aphidius colemani*, *Lysiphlebus testaceipes*.

Control químico.- Belda y Lastre (1999) y Lacasa y Contreras (2001) indican un control eficiente en invernadero a: Imidacloprid, etiofencarb, acefato, cipermetrina, cipermetrina + azufre, metomilo, malation, deltametrina, endosulfan, endosulfan + metomilo.

Moscas Blancas

Existen dos especies predominantes de mosca blanca. La mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, es más común en los invernaderos pero puede alcanzar niveles dañinos en campo. La mosca blanca de la batata, *Bemisia tabaci* Gennadius, es más común en el campo, y es vector de varios virus vegetales importantes en todo el mundo. Las moscas blancas están relacionadas con los áfidos, y pasan todos sus estados vitales en el envés de las hojas del tomate. A diferencia de los áfidos, los adultos de mosca blanca permanecen alados y poseen un polvo ceroso blanco sobre el cuerpo y las alas. Se asemejan a pequeñas escamas blancas (de una longitud aproximada de 1.2mm, incluyendo las alas), y son fácilmente molestadas induciéndolas a realizar vuelos cortos que suelen terminar en la misma planta u otra adyacente. Las moscas blancas inmaduras también son similares a escamas y su longitud varía entre 0.3 y 0.7mm. El primer estado de ninfa es móvil, mientras que los estados ninfales posteriores y las pupas

son sedentarias (sésiles). Al igual que los áfidos, tanto los adultos como los estados ninfales poseen aparato bucal picador-succionador y atacan al envés de las hojas chupando los jugos vegetales.

Síntomas

El daño producido por la alimentación de la mosca blanca es similar al causado por los áfidos e incluye la producción de melaza (y el hongo negrilla que crece en ésta), el moteado clorótico y clorosis foliar, el moteado del fruto, y el enanismo y marchitamiento de las plantas. La mosca blanca de la batata se ha convertido en una plaga reciente en Florida, donde produce una alteración caracterizada por la inhibición de la maduración normal de secciones longitudinales del fruto. La etiología de esta alteración desconocida por el momento. La mosca blanca de la batata también afecta al tomate internamente. Algunos cultivares comerciales de tomate suelen exhibir cierta cantidad de tejido interno blanco cuya severidad aumenta al incrementar las poblaciones de mosca blanca (Schuster 2001).

Planteamientos para el control de mosca blanca

Utilizar malla antiafidos para cubrir los invernaderos por donde se realiza la ventilación. No asociar cultivos en el mismo invernadero. No abandonar los brotes al final del ciclo, ya que los brotes jóvenes atraen a los adultos de mosca blanca. Utilizar barreras físicas bandas amarillas de plástico con pegamento Pegafin 50 o biotac, rodeando los lotes comerciales. Cultivos trampas y barreras vivas, los más utilizados son: zacate sudan, sorgo, berenjena, maíz y algunas plantas olorosa como albahaca y cilantro. Utilizar jabones agrícolas entre estos se mencionan los siguientes M- Pede (1.0 litros /ha), SAP (1.0-2.0 litros/ha), foca (1.25/ha), Vel rosita (1 litro/ha).

Control biológico.-Hongos entomopatógenos. Los que se han utilizado en México son: *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus* y *Beauveria bassiana*. (Caro, 2001).

Control químico.- Alpi y Tognoni (1999) mencionan que para estos homópteros son necesarios tratamientos con ésteres fosfóricos como metidati6n o con piretroides como Bioresmetrina y Permetrina: alfa-cipermetrina, *Beauveria bassiana*, , cipermetrina, malation, deltametrina. Belda y Lastre (1999) se~alan a los siguientes agroquímicos: Buprofezin, Teflubenzuron imidacloprid, Metomilo lambda cihalotrin, metil-pirimifos, metomilo + piridafention, piridaben, piridafention, tralometrina.

Trips

Los trips son insectos alargados (de unos 0.2 mm de longitud). Aunque algunas especies, tales como *Thrips palmi* Karny y el trips de los invernaderos, *Heliethrips haemorrhoidalis* Bouché atacan a las hojas, la mayoría afectan a las flores de tomate y a los frutos pequeños. Entre las especies comunes que atacan principalmente a las flores de tomate se incluyen los trips de las flores, *Frankliniella tritici* Fitch y *F. bispionosa* Morgan; el trips occidental de las flores, *F. occidentalis* Pergande; el trips del tabaco, *F. fusca* Hinds; y el trips de la cebolla *Thrips tabaci* Lindemnan. Los adultos son de color amarillo o marr6n y poseen alas finas similares a plumas bordeadas por pelos largos. Los huevos son insertados en tejidos vegetales suculentos tales como hojas, tallos, pistilos, o pequeños frutos. Los dos primeros estados larvarios se asemejan a adultos pequeños y 6pteros, mientras que los dos 6ltimos estados (el prepupal, que no se alimenta, y el pupal) poseen alas similares a almohadillas. Los trips inmaduros y adultos poseen aparato bucal raspador-succionador que utilizan para romper las c6lulas vegetales y succionar el contenido celular.

Los trips se mueven con frecuencia al alimentarse, extendiendo los daños a una zona que resulta desproporcionada con respecto a su tamaño.

Síntomas

El tejido afectado presenta una apariencia inicialmente plateada, pero posteriormente se vuelve necrótico o negro. Generalmente, los daños producidos en las hojas no se confunden con otros que hayan sido provocados por causas distintas a insectos; de todas formas, el daño producido a partes de la flor, sobre todo a los pistilos, puede generar abscisión de botones florales, pudiendo ser atribuido en ocasiones a causas nutricionales, ambientales, o fisiológicas. La alimentación de los trips puede interaccionar con estos otros factores causando o incrementando la caída de los botones florales. Daños ligeros producidos por la alimentación de los trips en un lado del pistilo pueden dar lugar a frutos deformados o con sintomatología de <<cara de gato>> (<<catface>>). Como consecuencia de la alimentación de la oviposición de los trips en los frutos jóvenes, se pueden desarrollar pequeñas oquedades a medida que se desarrollan los frutos. La mayor parte de estas deformaciones ocurren en el extremo pistilar del fruto. La oviposición del trips occidental en las flores, en los frutos jóvenes pueden producir un moteado blanco subepidérmico que rodea al lugar de la puesta. Este moteado puede extenderse longitudinalmente a ambos lados del lugar de oviposición (Schuster, 2001)

Planteamientos para el control de trips

En este cultivo las estrategias para el control de trips están íntimamente ligadas a su carácter como vectores de virosis. En raras ocasiones el control se plantea sólo como plaga productora de danos directos, principalmente los ocasionados a los frutos. Colocación de mallas en las bandas del invernadero. Limpieza de malas hierbas y restos de cultivo. Colocación de trampas cromáticas azules.

Control biológico.- *Amblyseius barkeri*, *Aeolothrips sp.*, *Orius spp* .El auxiliar a emplear dependerá de del momento del año, y de las condiciones ambientales.

Control químico.- Materias activas: acrinatrin, avermectina, cipermetrin, metil clorpirifos, cipermetrin + malation, formetanato, malation, endosulfan, metiocarb y piretroidesL (Lacasa y Contreras, 2001).

- **Minadores de la hoja**

Liriomyza spp.

La intensidad de los ataques dependerá de la época del año, de la zona de sus competidores y de la modalidad y ciclo de cultivo. En algunas regiones donde existen las cuatro especies de *Liriomyza*, *L. huidobrensis* compite con *L. Bryoniae* en los periodos frescos, siendo remplazados por *L. trifolii* y *L. Strigata* en las estaciones cálidas.

El adulto es una pequeña mosca con la cabeza amarilla, con la parte posterior y el triangulo ocelar negros. El tórax es amarillo aunque la parte dorsal es casi toda negra. El abdomen es brillante, con la parte dorsal oscura y la lateral amarilla, excepto el ultimo segmento que es oscuro. Los huevos son ovalados lisos y blancos y son incrustados en los tejidos internos de la hoja. La larva de este insecto se alimenta minando las hojas en la zona del mesófilo, causando las minas características del insecto. Al madurar la larva emerge de las minas características del daño de este insecto y cae al suelo para pupar. De la pupa emerge el adulto para repetir el ciclo, el cual se completa en aproximadamente 2 semanas. Este insecto puede producir varias generaciones al año y sus poblaciones pueden incrementarse rápidamente. Las altas infestaciones pueden causar la defoliación prematura

de la planta, con la consecuente reducción del rendimiento y el tamaño de la fruta, y finalmente por quemaduras de sol (Alvarado, 2001).

Síntomas

Los adultos suelen escoger hojas con un grado de madurez para realizar la puesta y un poco mas jóvenes para alimentarse. Las galerías suelen aparecer en las hojas más bajas, desplazándose las poblaciones en sentido vertical, siguiendo la evolución fonológica del cultivo. En los invernaderos las inmigraciones de adultos hacen que, al principio, las mayores densidades de las plagas, se sitúen en la periferia. En el invierno, los adultos suelen elegir las zonas más soleadas de la planta y del cultivo (Lacasa y Contreras, 2001).

Planteamientos para el control de minadores de la hoja

Control químico.- En tomate fresco una vez que la población alcance el umbral económico de 20 pupas/charola/día es necesario utilizar insecticidas para combatir este insecto a base de avermectina B1

Control biológico.- Los enemigos naturales de esta plaga, identificados a la fecha son los siguientes parasitoides: el bracónido *Opius diminiatus* (Ashmead), el eulófido *Chrysocharis parksi* Crawford y los eucólidos *Ganaspidium utilis* Bearsdley y *Disorygma pacífica* (Yoshimoto) (Alvarado, 2001).

2.9.2 Enfermedades Nutricionales

Las enfermedades nutricionales originan síntomas en las hojas, los tallos o los frutos. La sintomatología puede ser consecuencia de un aporte de nutrientes excesivo o inadecuado como resultado de las propias características del suelo y del clima; o ser el resultado de una

aplicación defectuosa de fertilizantes. Además la disponibilidad de nutrientes esta influida por el pH, la humedad y la temperatura del suelo, y por el balance existente entre los elementos contenidos de éste.(Maynard, 2001).

De acuerdo a Maynard (2001) las características a deficiencias nutrimentales es como a continuación se describe:

- **Nitrógeno**

Una respuesta inmediata a la deficiencia de nitrógeno es la restricción de la tasa de crecimiento de la planta, y la aparición de clorosis uniforme en las hojas más viejas. Si existe una limitación continuada de nitrógeno, la clorosis aparece de forma progresiva en las hojas más jóvenes, y las hojas viejas amarillean y se caen. Un aporte excesivo, de nitrógeno puede estimular el crecimiento vegetativo, a menudo a expensas de la producción de frutos. Los frutos pueden poseer escasa coloración, estar hinchados y normalmente presentar una calidad baja. La aplicación de altas dosis de fertilizantes a base de nitrógeno amoniacal a plantas de tomate que crecen en suelos ácidos, o bajo condiciones de nitrificación limitada, puede ocasionar daños en los tallos.

- **Fósforo**

El efecto de la deficiencia de fósforo es menos dramático que el de la mayoría de las otras deficiencias. Una reducción en la tasa de crecimiento, que a menudo pasa desapercibida, es seguida por una coloración verde claro u opaco. Posteriormente, se produce una coloración purpúrea en el envés de las hojas, comenzando en las enervaciones y expandiéndose hacia las zonas intervenles. Finalmente, la planta queda enana, con las hojas rígidas, a menudo verticales, y de coloración verde claro a amarillo en el haz, y violeta en el envés. Debido a la fácil traslocación del fósforo en la planta, los síntomas de deficiencia

aparece primero en las hojas más viejas. Si se produce una restricción continua del fósforo, los síntomas progresan hacia las hojas jóvenes y comienza la caída de las hojas más antiguas.

- **Potasio**

La indicación universal de la deficiencia de potasio es la necrosis marginal de las hojas más viejas. Esta necrosis es precedida por pequeñas manchas cloróticas dispersas cerca de los márgenes foliares, que posteriormente ensanchan, coalescen, y finalmente necrosan. Si continua la falta de potasio, se produce una necrosis marginal progresiva en las hojas jóvenes. Los síntomas causados por una deficiencia moderada pueden producirse una vez está avanzado el ciclo de crecimiento, como resultado de la traslocación del nutriente al fruto

En desarrollo. Este es un fenómeno natural que está asociado con la maduración; de todas formas, si los síntomas aparecen pronto, o son de una severidad inusual, el rendimiento y la calidad del fruto se ven disminuidos.

Los defectos en la calidad del fruto asociados con una limitación de potasio consiste en frutos hinchados, enfermedades en la maduración, reblandecimiento, producción de frutos con formas irregulares y acidez baja. Estas enfermedades pueden ocurrir en ausencia de síntomas foliares o reducción del rendimiento, lo cual sugiere que en algunas situaciones, los requerimientos para la calidad del fruto son mayores que para el crecimiento vegetativo, o un rendimiento máximo.

- **Calcio**

Los síntomas por deficiencias de calcio aparecen en el ápice terminal en crecimiento; Si la planta no ha sido podada, los puntos axilares de crecimiento son afectados

posteriormente. Las hojas sin desarrollar que se encuentran en el punto de crecimiento desarrollan una clorosis internervial y necrosis marginal, y el ápice en crecimiento muere. Debido a que el transporte de calcio es dependiente de la corriente activa de transpiración, su movimiento ocurre sobretodo hacia las hojas completamente desarrolladas, con una amplia superficie disponible para la transpiración. Una vez depositado, la mayor parte del calcio es incorporada a compuestos orgánicos insolubles; por lo tanto la translocación a las hojas jóvenes es despreciable.

Los frutos al igual que las hojas no desarrolladas, presentan unas tasas de transpiración muy baja; en consecuencia son objeto de la deficiencia de calcio, la cual se manifiesta como una podredumbre apical del fruto. Las condiciones que restringen la absorción o el transporte de calcio, incluso a concentraciones adecuadas de calcio en el sustrato, son las concentraciones altas de cationes competidores (como NH_4^+ , K^+ , Mg^{++}), salinidad, temperatura baja, suelo seco y humedad alta.

- **Magnesio**

La deficiencia de magnesio se caracteriza por la clorosis internervial de las hojas más viejas que progresa gradualmente hacia las hojas jóvenes. El nervio principal permanece verde, aunque las zonas internerviales se necrosan y colapsan. Con una alta carga de frutos, algunos cultivares muestran síntomas de deficiencia en las hojas más bajas, como consecuencia de la traslocación del magnesio a los frutos en desarrollo.

- **Azufre**

El síntoma típico de la deficiencia de azufre es una coloración verde claro uniforme en las hojas jóvenes. Posteriormente, también las hojas maduras se tornan verde claro, hasta que toda la planta es afectada. Al mismo tiempo, los tallos y los pecíolos se vuelven

morados. Las deficiencias de azufre y nitrógeno son similares en cuanto a apariencia; pueden ser diferenciadas por el lugar en el que aparecen primero los síntomas, y la severidad en condiciones de carencia prolongada. La deficiencia de nitrógeno siempre aparece primero y es más severa en las hojas más viejas de la planta; mientras que la deficiencia de azufre ocurre primero en las hojas jóvenes y posteriormente se desarrolla una clorosis generalizada. Otra diferencia es la frecuencia con que ocurren ambas carencias, la deficiencia de azufre es relativamente rara, mientras que la de nitrógeno es bastante común.

- **Boro**

Los síntomas de deficiencia de boro ocurren tanto en la planta como en el fruto. Los efectos en la planta consisten en fragilidad del follaje, amarillamiento de los ápices de las hojas más bajas, y finalmente la necrosis del ápice terminal en crecimiento. Entre los síntomas del fruto se incluyen el desarrollo de zonas acorchadas alrededor de extremo peduncular, lóculos abiertos, y maduración heterogénea. El tomate está clasificado como semitolerante a altas concentraciones de boro. De todas formas, la toxicidad del boro en tomate ocurre en ciertas zonas áridas, particularmente cuando las aguas de riego son ricas en este nutriente. La necrosis de ápices y márgenes de las hojas más antiguas es típica de esta toxicidad.

- **Cloro**

Los casos documentados de deficiencia de cloro son muy escasos en la naturaleza. En los cultivos hidropónicos, las plantas cultivadas en ausencia de cloro muestran marchitez de las hojas, seguida de la reducción de la expansión de la lámina foliar. En caso severos, también puede haber clorosis y necrosis. La toxicidad debida a un exceso de cloro es más frecuente que la deficiencia de éste. Ola toxicidad presenta síntomas tales como el crecimiento lento, márgenes foliares necróticos, y abscisión de las hojas. Esta

sintomatología es similar a la causada por un exceso de sales totales solubles, por tanto puede necesitarse un análisis químico del agua o del suelo para distinguir entre ambas.

- **Cobre**

La progresión típica de los síntomas asociados con la deficiencia de cobre está constituida por el marchitamiento de las hojas jóvenes, seguido de clorosis y necrosis. Esta deficiencia ocurre en raras ocasiones en el tomate.

- **Hierro**

El síntoma característico de la deficiencia de hierro está constituido por una clorosis internervial de las hojas jóvenes, que comienza en la base y progresa hacia el ápice foliar. Eventualmente, las hojas más jóvenes amarillean o incluso se vuelven blancas, a medida que progresa la deficiencia. Debido a que las plantas toleran un intervalo de concentraciones de hierro bastante amplio, la toxicidad por hierro es poco común.

- **Manganeso**

La deficiencia de manganeso se parece mucho a la causada por la de hierro. La clorosis internervial de hojas jóvenes es seguida por la formación de áreas internerviales necróticas; pero las nerviaciones foliares permanecen bastante verdes. Aunque las plantas de tomate toleran unas concentraciones bastante amplias de manganeso, se pueden producir toxicidades. Los síntomas consisten en un oscurecimiento de las nerviaciones principales de las hojas más viejas, seguid del amarillamiento internervial alrededor de las nerviaciones afectadas, y finalmente la muerte prematura de la hoja completa. Si la toxicidad es severa, se desarrollan zonas de color castaño en tallos y pecíolos.

- **Molibdeno**

Las deficiencias de molibdeno son poco frecuentes en tomate en condiciones de campo. Inicialmente aparecen clorosis y necrosis marginales en las hojas más viejas, seguido de forma progresiva de la ocurrencia de la misma sintomatología de hojas más jóvenes.

- **Zinc**

Son síntomas iniciales debidos a la deficiencia de zinc son el engrosamiento de las hojas, una tenue clorosis internervial, y el abarquillamiento de las hojas hacia el envés. En casos severos de deficiencia, los pecíolos enrollados pueden retorcerse a modo de sacacorchos, y las hojas más bajas pueden desarrollar una clorosis pardo-anaranjada con zonas necróticas. Posteriormente, las plantas se quedan enanas debido a la elongación insuficiente de los entrenudos.

Planteamiento para el control de enfermedades nutricionales

Aunque un observador con experiencia puede diagnosticar enfermedades debidas a la nutrición con cierto grado de preescisión, para confirmar los diagnósticos basados en síntomas, se requieren análisis foliares, que nos indiquen el contenido de elementos esenciales en la hoja, Cuadro 2.3. (Maynard, 2001).

Cuadro 2.3 Composición de elementos esenciales en hojas de tomate (Maynard, D. N. 2001) CELALA,2003

Elemento	Concentración*		
	Deficiente	Suficiente	Tóxica
N, %	<2.0	2.50 - 3.00	
P, %	<2.0	0.25 - 0.65	<1.0
K, %	<2.5	2.50 - 4.00	
Ca, %	<1.0	2.50 - 7.20	
Mg, %	<0.3	0.36 - 0.85	
S, %	<0.1	1.00 - 3.20	
B, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<30	32 - 97	<100
Cl, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<100	...	
Cu, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<4	5 - 20	
Fe, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<60	60 - 250	<1.000
Mn, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<2.5	25 - 500	<500
Mo, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<0.3	0.9 - 10	
Zn, $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	<25	25 - 150	<250

*Expresada en base al peso seco de la hoja completamente expandida, y de maduración reciente.

2.9.3 Enfermedades Infecciosas

- **Enfermedades Causadas por Hongos**

Podredumbre negra del cuello o tizón temprano

Alternaria solani [(Ell, & Mart.) Jones & Grout] es el agente causante de la podredumbre negra del cuello o tizón temprano. *A. solani* sobrevive entre estaciones de cultivo en restos de cosecha infestados en el suelo y en las semillas. En zonas con climas templados puede sobrevivir entre estaciones en plantas de tomate extemporáneas y otros huéspedes solanáceos. Generalmente, las infecciones primarias son causadas por el hongo en el suelo y ocurren durante periodos templados (24-29°C), aunque en climas más cálidos la enfermedad puede desarrollarse a temperaturas mayores. Las conidias germinan en 2h en agua a temperatura entre 6 y 34°C y en 34-45 min a la temperatura óptima de 28 a 30°C. El hongo penetra en los tejidos vegetales directamente a través de la cutícula, o por heridas.

Las lesiones comienzan a ser visibles en 2 ó 3 días bajo condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad (Jones,.2001).

Síntomas

La enfermedad afecta al follaje, tallo y fruto de la planta de tomate y puede causar daño severo durante todos los estados de desarrollo. Los síntomas iniciales están constituidos por pequeñas lesiones de color negro parduzco que aparecen en las hojas más viejas. El tejido que rodea la lesión puede amarillear y si el moteado es abundante la amarilles puede afectar a la hoja entera. Los puntos neuróticos aumentan rápidamente de tamaño, y cuando su diámetro es de 6mm o más pueden distinguirse anillos concéntricos en la zona de color castaño oscuro de la lesión. En algunos casos, cuando la lesión se localiza en las nerviaciones principales de la hoja, la zona más allá de la lesión se necrosean rápidamente y adquiere un color marrón. Al final de la estación de cultivo aparecen numerosas lesiones, y bajo condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad las plantas afectadas se defolian exponiendo el fruto a ser escaldado por el sol. (Jones,.2001)

Las lesiones en el tallo de las plántulas son pequeñas, oscuras y ligeramente hundidas, pero pueden aumentar de tamaño para formar lesiones circulares o alargadas con anillos concéntricos pronunciados, quedando el centro de coloración más clara. Si las plántulas con los tallos afectados se establecen en el campo, las lesiones continúan extendiéndose hacia la línea del suelo y llegan a rodear el tallo. A menudo, estas plantas mueren, y si sobreviven, su crecimiento y rendimiento son reducidos. Esta fase de la enfermedad se denomina comúnmente podredumbre del cuello generalmente, la infección del fruto ocurre a través de la inserción al cáliz o al tallo, tanto en el estado verde como maduro. Las lesiones alcanzan tamaño considerable en el fruto, que en ocasiones cubre su totalidad, y que normalmente muestra anillos concéntricos. Las zonas atacadas tienen

aparición correosa y pueden aparecer cubiertas por una masa aterciopelada de esporas de color negro. A menudo el fruto infectado cae, y se pueden generar pérdidas de 30- 50% de frutos inmaduros (Jones, 2001).

Planteamiento para el control de alternariosis

Se recomienda la utilización de cultivares resistentes o tolerantes, el uso regular de fungicidas, así como evitar la utilización de plántulas infectadas. Una fertilización adecuada y el mantenimiento de un crecimiento vigoroso de las plantas, también ayudan a combatir la enfermedad. Semillas certificada libre del patógeno, la pasterización del suelo de los semilleros, con vapor de agua o fumigantes, y el uso de mezclas de suelos artificiales libres de inóculo (Jones, 2001).

Control químico.- Uso regular de fungicidas, materias activas: Iprodiona, oxiclóruo de cobre, captan, tiabendazol, zineb, oxinato de cobre, metalaxil , tiram, metiram, etc. (Mendoza, 1999).

Podredumbre o Moho Gris

Botrytis cinerea Pers. es el agente causal del moho gris, y en plántulas produce Damping-off. Esta presente en todos los lugares del mundo donde se cultive tomate, tanto al aire libre como en invernaderos. Las principales fuentes de inóculo son las conidias y los restos vegetales que son dispersados por el viento, salpicaduras de lluvia, gotas de condensación en plástico y agua de riego. La temperatura, la humedad relativa y fenología influyen en la enfermedad de forma separada o conjunta. La humedad relativa óptima oscila alrededor del 95 % y la temperatura entre 17 °C y 23 °C.. Los pétalos infectados y desprendidos actúan dispersando el hongo (Belda y Lastre, 1999).

Síntomas

El Moho gris puede producirse en cualquier parte de la planta que se encuentre por encima del suelo. El signo más característico de la enfermedad es la abundancia de conidióforos del hongo que crecen en el tejido necrótico. Estos conidióforos dan al tejido enfermo una apariencia pelosa y gris-pardusca que recuerda al fieltro. Después de periodos de humedad alta, al agitar el tejido infectado pueden obtenerse nubes de esporas que se desprenden de los conidióforos. Las lesiones causadas por otros hongos, las respuestas fisiológicas de la planta a un contenido de sales alto en el suelo, o los daños causados por el viento pueden confundirse con el Moho gris. Sin embargo, esta enfermedad es claramente distinguible del resto por la presencia de los conidióforos y las esporas formadas sobre la superficie de la zona necrótica (Stall, 2001).

Las lesiones en los folíolos se expanden progresivamente hasta alcanzar el folíolo completo, después el pecíolo y finalmente el tallo. Este tipo de lesiones pueden anillar el tallo y causar el marchitamiento de la planta por encima de la lesión. Las partes del fruto que están en contacto con tejido enfermo pueden verse afectadas. Los pétalos senescentes son muy susceptibles de ser atacados. El hongo puede crecer desde los pétalos infectados hacia los sépalos antes de que se desprendan los pétalos y desde allí seguir creciendo hacia el fruto en desarrollo. De igual manera, los pétalos infestados pueden quedarse adheridos al fruto, y el hongo puede crecer hacia él directamente. Como resultado de todo ello, el fruto puede resultar infectado en ambos extremos, peduncular y apical (Stall, 2001).

Planteamiento para el control de Botritis

Eliminación de malas hierbas, restos de cultivo y plantas infectadas. Tener especial cuidado en la poda, realizando cortes limpios a ras del tallo. De ser posible cuando la humedad relativa no es muy elevada y aplicar posteriormente una pasta funguicida.

Controlar los niveles de nitrógeno. Utilizar cubiertas plásticas en el invernadero que absorban la luz ultravioleta. Emplear marcos de plantación adecuados que permitan la aireación. Manejo adecuado de la ventilación y el riego (Stall, 2001).

Control químico.- Materias activas en invernadero: tiabendazol, carbendazima, dietofencarb, carbendazima , oxinato de cobre, clortalonil, -tiofanato, metil-tiofanato, pirimetanil, procimidona, propineb, tebuconazol, tiabendazol y tiram (Mendoza, 1999).

Mildiu del tomate o tizon tardío

El mildiú es una enfermedad enormemente destructiva que afecta al tomate y a la patata. Esta enfermedad es de importancia histórica y fue descrita por primera vez en 1845.

El mildiú es causado por elomiceto *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. El hongo es identificado por sus esporangios característicos, hialinos y con forma de limón, que emergen a través de los estomas foliares. Los esporangios (21-38 x 12-23) pueden germinar directamente, o bajo condiciones frescas y húmedas, y producir hasta ocho zoosporas. Cada zoospora puede moverse a través de una película de agua libre sobre la superficie de la planta gracias a los dos flagelos que posee, e iniciar nuevas infecciones. Se han identificado las razas T-0, y otra más agresiva T-1, mediante la reacción en cultivares de tomate (Stevenson, 2001).

Síntomas

El hongo ataca toda la parte aérea de la planta de tomate. Las primeras lesiones foliares aparecen como motas indefinidas, hidróticas, que pueden crecer rápidamente hasta convertirse en lesiones de coloración verde pálido a castaño, y cubrir grandes áreas de la hoja. En ambiente húmedo, el envés de las pequeñas lesiones de coloración verde pálido a

castaño puede aparecer cubierto de un crecimiento mohoso blanco o grisáceo. Posteriormente solo se observa un anillo de dicho crecimiento mohoso alrededor del envés de las grandes lesiones pardas. El tejido foliar infectado toma coloración marrón se arruga y muere en poco tiempo. Los pecíolos y el tallo se ven afectados de una forma similar, por lo tanto, la planta entera puede morir. El fruto muestra lesiones moteadas oscuras, olivazas y con apariencia aceitosa, que pueden ir extendiéndose hasta invadir el fruto completo. En ambientes húmedos, una fina trama de micelio blanco puede cubrir las lesiones del fruto. La infección por mildiú es seguida por una podredumbre blanca que induce a la destrucción del fruto. Las plantas de tomate podridas son reconocidas por un olor nauseabundo que impregna el ambiente (Stevenson, 2001).

Planteamientos de control

Manejo adecuado de la ventilación y el riego. Eliminación de plantas y frutos enfermos. Utilizar plántulas sanas. La resistencia al mildiú no juega un papel importante en el control de la enfermedad. Se han desarrollado varios sistemas de predicción de mildiú, entre ellos se incluye el sistema Hyre, en el que la predicción se basa en la temperatura y la lluvia; el sistema Wallin, basado en la temperatura y la humedad y el Blitecas, que integra ambos sistemas en un programa de computación. Estos programas han resultado sumamente útiles, para identificar los periodos en que la aplicación de funguicidas será más eficiente.

Control químico.- Es necesario seguir un calendario de aspersiones preventivas con funguicidas de contacto como: Mancozeb, Diflotan, Captán Zineb, derivados del cobre. Los funguicidas sistémicos: metalaxil (Ridomil-Bravo), Ricoli (oxadixil+mancozeb), Aliette (Fosetil aluminio). Es común que los funguicidas sistémicos se empleen en mezclas con productos de contacto para evitar la aparición de resistencia del patógeno a los funguicidas sistémicos, ya que los funguicidas de contacto podrán eliminar esporas de individuos que no sean

controlados por el producto sistémico. Se recomienda no utilizar más de tres veces consecutivas al mismo producto sistémico (Stevenson, 2001).

Cenicilla

Oidiopsis sicula Scalia; Fase sexual, *Leiveillula taurica* (Lev.) G. Arnaud; fase asexual. *Oidiopsis taurica* E. S. Salomón. Las conidias de *L. Taurica* pueden germinar a temperatura de 10 a 35°C. Bajo condiciones de invernadero, la infección es favorecida a temperaturas menores de 30°C. Las conidias germinan produciendo tubos germinativos cortos que penetran a través de los estomas. En la región mesofílica de la hoja se desarrolla un crecimiento profuso de micelio intercelular inmediatamente después de la penetración. Los conidióforos emergen a través de los estomas y producen conidias de forma individual que son transportadas por el viento. Una vez que la infección se a establecido en una hoja de tomate, las temperaturas superiores a 30°C pueden acelerar tanto el desarrollo de los síntomas como la muerte del tejido foliar (Paulus y Correl, 2001).

Síntomas

Los síntomas más comunes son lesiones verde claro a amarillo intenso que aparecen en el haz de las hojas. En el centro de dichas lesiones pueden desarrollarse puntos necróticos a veces como anillos concéntricos, similares a aquellos que aparecen en las lesiones de la podredumbre negra. En el envés de dichas lesiones puede desarrollarse un crecimiento fúngico de aspecto pulverulento. La hojas fuertemente infectadas mueren, pero en raras ocasiones caen de la planta (Paulus y Correl, 2001).

Planteamientos de control para oidiopsis

Los cultivares comerciales actuales son altamente susceptibles al Oidio, mientras que *Lycopersicon parviflorum* Rick *et al.* presenta una gran tolerancia a la enfermedad.

Control químico.-Materias activas: azufre coloidal, azufre micronizado, azufre mojable, azufre molido, azufre sublimado, bupirimato, ciproconazol, ciproconazol+azufre, dinocap. Dinocap+azufre coloidal, fenarimol, tridimefon trioforina (Paulus y Correll, 2001; Berenguer, 2003).

2.9.4 Enfermedades Vasculares

Fusarium oxysporum Schiechtend.:Fr. F. sp. Lycopersici (Sacc) W. C. Snyder &

H. N. Hans.

La fusariosis vascular del tomate es una enfermedad de climas cálidos y prevalece en suelos ácidos y arenosos. El agente que la produce es un patógeno de suelo y permanece en suelos infestados por varios años. El hongo crece por el suelo infestado hasta invadir a través de heridas que existen en la raíz. Los factores que favorecen el desarrollo de la marchites son, en general una temperatura del suelo y del aire 28°C, una humedad del suelo optima para el crecimiento vegetal, Plantas preadaptadas con bajos niveles de N y P, y alto de K bajo pH del suelo, días cortos y baja intensidad de luz. La virulencia del patógeno se ve incrementada por micro nutrientes, fósforo y nitrógeno amoniacal, y desaparece con el nitrato (Jones, 2001).

Síntomas

Las plántulas infectadas alcanzan escaso desarrollo. Las hojas se vuelven flácidas y desarrollan epinastia, y algunas pueden amarillear. El tejido vascular toma coloración castaño oscura, se ensancha la base de los tallos afectados, y normalmente las plantas se marchitan y mueren. Los síntomas en plantas maduras se manifiestan durante el intervalo de tiempo que va entre la floración y la maduración del fruto. El síntoma inicial es el amarillamiento de las hojas más viejas. Dichos síntomas suelen afectar sólo a un sector de

la planta, y con frecuencia los folíolos a un lado del pecíolo se vuelven amarillos antes que los del otro lado. Esta amarillez afecta de forma gradual a la mayor parte del follaje, y esto va acompañado por la marchitez de la planta durante la parte más cálida del día. Día a día, la marchitez se va extendiendo hasta que la planta colapsa y muere. El tejido vascular de la planta enferma suele ser de coloración castaño oscura. Esta coloración se extiende hacia el extremo apical del tallo y es especialmente notable en la inserción del pecíolo al tallo. El color pardo del sistema vascular es característico de esta enfermedad y es a menudo utilizado para su identificación, mientras que la médula permanece libre de infección. La infección del fruto ocurre de forma ocasional y esto puede detectarse mediante la existencia de coloración en el tejido vascular del fruto (Jones, 2001).

Planteamiento para el control de fusariosis

Se recomienda la utilización de cultivares resistentes para el control de las razas 1 y 2 de *F oxysporum F. Sp. lycopersici*. La pausterización del suelo. Se recomienda aumentar el pH del suelo a valores de 6.5-7.0 así como la utilización de nitrato como fuente de nitrógeno en lugar del nitrógeno amoniacal. Esto retarda significativamente el desarrollo de la enfermedad y da como resultado un incremento del rendimiento que iguala a aquel que se consigue al utilizar fumigantes en un suelo de pH 5.5. De igual manera, se debe evitar la introducción de semillas y plantas infectadas, así como tener especial cuidado con tutores o herramientas infestadas (Jones, 2001).

Verticillium dahliae Kleb

La verticiliosis ocurre en todas aquellas regiones en las que se cultiva tomate, pero la severidad de los síntomas y la reducción del rendimiento varían enormemente dependiendo de la localidad y el año. *Verticillium* es un patógeno polífago que afecta a más de 200 especies vegetales, incluyendo numerosas hortalizas. La verticiliosis puede ser fácilmente

confundida con fusariosis, los síntomas pueden ser tan tenues que sugieran problemas abióticos como riegos sub óptimos (Pohronezny, 2001).

Síntomas

Empiezan por una marchites que son evidentes en las horas de calor, que continua con clorosis de la mitad de las hojas y de forma unilateral, desde las hojas de la base al ápice. La planta termina marchitándose y muriendo, aunque no siempre, de manera que cuando las temperaturas aumentan los síntomas desaparecen y la planta vegeta normalmente. Haciendo un corte transversal de los vasos se observa un oscurecimiento de color pardo claro. El hongo forma microesclerocios que permanecen en el suelo en restos de cultivos, siendo capaz de soportar condiciones elevadas y sobrevivir durante más de 12-14 años. La diseminación se produce especialmente a través del agua de riego, tierra en zapatos y material de plantación infectado. Las malas hierbas actúan como reservorio de la enfermedad. La temperatura aérea que favorece la enfermedad oscila entre los 21-25 °C. (Pohronezny, 2001).

Planteamiento para el control de verticiliosis

Métodos preventivos y técnicas culturales.- Eliminar las malas hierbas, destruir los restos de cultivo, utilizar material de plantación sano, evitar contaminaciones a través de aperos, tierra y salpicaduras de agua, utilizar variedades resistentes (con el gen V), esterilización del suelo mediante vapor de agua.

Control químico.- La lucha química es poco eficaz. Sólo en casos justificados es aconsejable la desinfección con fumigantes de amplio espectro (Pohronezny, 2001; Berenguer, 2003).

2.9.5 Enfermedades Fisiológicas

Podredumbre Apical

Síntomas

La podredumbre apical comienza con la aparición de unas lesiones de coloración tostado claro, hidróticas, que al aumentar su tamaño se oscurecen y vuelven coriáceas, y que a menudo pueden ser enmascaradas por una podredumbre negra secundaria. Esta enfermedad se inicia normalmente en el extremo pistilar del fruto, aunque puede también producirse en alguno de los lados. En ocasiones, se producen lesiones negras internas que no son visibles en el exterior del fruto. Los frutos afectados por podredumbre apical maduran mucho más rápidamente que los frutos normales.

Causa

La Podredumbre apical es causada por la deficiencia de calcio localizada en el extremo distal del fruto (ver Enfermedades Nutricionales). El calcio no es un elemento de alta movilidad, por lo que las fluctuaciones en la aplicación de agua, incluso durante un corto período de tiempo, pueden ocasionar esta deficiencia. Por lo tanto, la existencia de niveles extremos de humedad facilitarán el desarrollo de la enfermedad; Otras condiciones que reduzcan la absorción de calcio por la planta, tales como un alto contenido de sales, la utilización de nitrógeno amoniacal, y una alta humedad relativa, intensificarán el problema. Las plantas de crecimiento rápido serán más susceptibles de desarrollar la podredumbre apical. La aplicación correcta de fertilizantes y de agua, así como la utilización de cultivares tolerantes a la podredumbre apical minimizan este problema. Se recomienda la realización de análisis de suelo para detectar la carencia de calcio. Las enmiendas con piedras calizas dolomíticas o de alto contenido en calcio, unos 2 a 4 meses antes de la plantación, pueden

reducir la podredumbre apical. Si las situaciones de deficiencia de calcio o de un alto contenido en sales se producen durante la estación de crecimiento, pueden ser eficaces los tratamientos foliares con cloruro cálcico anhidro.

Agrietado Fisiológico de los Frutos

Síntomas

Existen dos tipos de agrietado o rajado en el fruto de tomate: el concéntrico y el radial. El agrietado concéntrico consiste en la rotura de la epidermis formando patrones circulares alrededor de la cicatriz peduncular. El agrietado radial consiste en una rotura que irradia desde la cicatriz peduncular hacia la pistilar. Las grietas se producen en los tomates a medida que van madurando, dependiendo del cultivar. Si las condiciones son favorables, los frutos de cultivares susceptibles se agrietan cuando se encuentran en estado verde-maduro. En cultivares menos susceptibles, el agrietado no ocurre hasta que comienza el cambio de color del fruto; en cultivares más tolerantes el agrietado ocurre en el estado rojo-maduro (si las grietas en el tomate maduro son poco profundas, son denominadas estallidos); en cultivares resistentes apenas se produce el agrietado. Si el agrietado ocurre en un estado temprano del desarrollo del fruto, las grietas serán más largas y profundas.

Causa

La susceptibilidad al agrietado está relacionado con la fuerza y la capacidad de estiramiento de la epidermis del fruto. La alteración de la tasa de crecimiento favorece esta enfermedad; además, los frutos de crecimiento rápido tienden a ser más susceptibles. Por lo tanto, las plantas suculentas (con una nutrición alta de nitrógeno y baja de potasio) también tienden a ser más susceptibles. La lluvia y las grandes fluctuaciones de temperatura también inducen al agrietado; además, los frutos expuestos al ambiente se agrietan más

fácilmente que los que se encuentran protegidos por el follaje. Esto es probablemente debido a las grandes fluctuaciones de temperatura que resultan de la exposición directa a los rayos del sol. En periodos de lluvia, los frutos expuestos al sol se enfrían rápidamente. Ambas fluctuaciones de lluvia y temperatura alteran la absorción de agua, lo cual promueve el agrietado.

Control

Existen disponibles cultivares tolerantes al agrietado. Entre las medidas culturales que reducen el agrietado se encuentran un manejo adecuado del agua, un programa de nutrición correcto que prevenga la formación de plantas suculentas, una poda adecuada que limite la exposición de los frutos, y prevenir la defoliación por enfermedades foliares para reducir la exposición de los frutos al sol.

Tejido Blanco Interno

Síntomas

La expresión de síntomas del tejido blanco varía enormemente dependiendo del cultivar y de las condiciones ambientales. En ocasiones, sólo se producen unas cuantas fibras blancas dispersas por el pericarpio, aunque la formación de tejido blanco más predominante se encuentra generalmente en la capa más externa del fruto. En este último caso, el tejido blanco puede variar desde unos cuantos hilos hasta la coalescencia de estos hilos formando una masa sólida. Algunos cultivares son propensos a la formación de tejido blanco en la zona placentar, próxima a los lóculos. En ocasiones, el tejido afectado se extiende desde el centro del fruto. La expresión de tejido blanco puede ser altamente variable; los tomates de un mismo racimo de frutos suelen diferir enormemente entre sí en cuanto a cantidad de tejido blanco que se forma en ellos.

Causa

Se ha demostrado que el tejido blanco es causado por un estado nutricional pobre en potasio, y por altas temperaturas. Existen otras causas que todavía no han sido documentadas por los investigadores, pero factores que producen estrés, así como la mosca blanca de la batata parecen estar involucrados en el síndrome. Los cultivares difieren en susceptibilidad a la formación de tejido blanco (Scottt, 2001).

Control

Un estado nutricional adecuado, especialmente en lo que refiere al potasio, reduce la formación de tejido blanco. Se recomienda evitar condiciones de estrés, utilizar cultivares tolerantes y controlar la mosca blanca de la batata para reducir la incidencia de frutos afectados.

Daños Causados por Heladas

Síntomas

Entre la sintomatología de los daños producidos por heladas se incluyen fallos en la maduración de los frutos, maduración irregular. Ablandamiento prematuro, deformaciones de la superficie formando hoquedades, pardeamiento de las semillas y un incremento en el deterioro general como resultado de los daños. Los frutos verdes son más sensibles que los tomates maduros. El sabor de los frutos es severamente afectado por las heladas. Los síntomas suelen aparecer después de la helada y al exponer el fruto a temperaturas altas durante la maduración (Scottt, 2001).

Causas

La exposición durante un tiempo a temperaturas superiores al punto de congelación e inferiores a 12.5 °C, pueden causar daños de heladas. La duración del tiempo necesario para generar estos daños depende de la temperatura, requiriéndose menor tiempo para temperaturas menores, y mayor tiempo para temperaturas más altas. Los frutos que han sido sometidos a temperaturas altas antes de una helada son más sensibles que aquellos expuestos al temperaturas bajas antes de la helada (Scottt, 2001).

Control

En cultivo al aire libre apenas puede ser protegido contra el clima frío; de todas formas, el mantenimiento de la temperatura por encima de 12.5 °C después de la recolección previene los daños producidos por el frío en poscosecha (Scottt, 2001).

Amarillamiento del Fruto (el Ápice Amarillo, el Lomo Verde del Tomate)

Síntomas

El amarilleamiento del fruto (también conocido como el Ápice amarillo o el Lomo verde del tomate) afecta a la parte superior del fruto de tomate que ha estado expuesta al sol. La clorofila de esta zona se degrada lentamente al madurar el tomate, resultando en parches que bien permanecen verdes, o eventualmente se vuelven amarillos, pero no rojos. Esta enfermedad puede afectar a toda la parte superior del fruto, o formar sólo una mancha pequeña e irregular. En la zona afectada, el pericarpio más externo es duro y blanco (Scottt, 2001).

Causa

El origen fisiológico del Amarillamiento es desconocido. Aparentemente, los frutos expuestos a temperaturas altas en la planta durante la maduración pueden desarrollar esta enfermedad. La enfermedad se suele observar en frutos expuestos al sol de cultivares que poseen tomates de lomo verde, aunque estos cultivares varían considerablemente en su susceptibilidad a aquélla. Si los frutos de dichos cultivares son recolectados verdes y maduran en oscuridad, la enfermedad no se expresa. Esto indica que la expresión de los síntomas está relacionado con la luz. Cultivares que presentan una maduración uniforme no son tan propensos a esta enfermedad, aunque pueden ser susceptibles. El mejor control es la utilización de cultivares resistentes, ya sean de maduración homogénea o no. Además, deben evitarse aquellas prácticas que causen la exposición del fruto al sol, como por ejemplo, una fertilización inadecuada, una poda excesiva, o la defoliación debida a patógenos foliares (Delgadillo y Álvarez 2003; Scottt, 2001).

Enfermedades Causadas por Virus

Las enfermedades causadas por virus son muy difíciles de controlar y pueden resultar pérdidas sustanciales del cultivo. Su incidencia y severidad varían entre estaciones de cultivo debido a la interacción compleja que existe entre el patógeno, la planta, el vector, la fuente del virus y el ambiente. La predicción de las pérdidas debida a la enfermedad sigue siendo una ciencia muy inexacta en el campo de la virología. Debido a dicha falta de predictibilidad, los productores suelen eludir la adopción de estrategias de control basadas en intervenciones manuales (Zitter,2001).

En el cuadro 2.4 se presentan las principales enfermedades virales.

Cuadro 2.4 Enfermedades más importantes producidas por virus en tomate (Berenguer, 2003). CELALA. 2003.

VIRUS	Síntomas en hojas	Síntomas en frutos	Trasmisión	Método de lucha
CMV(Cucumber MosaicVirus)(Virus del mosaico del pepino)	-Mosaico fuerte -Reducción del crecimiento -Aborto de flores	-Moteado	-Pulgones	-control de pulgones -Eliminación de malas hierbas y plantas afectadas
TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus) (Virus del bronceado del tomate)	-Bronceado -Puntos o manchas necroticas que a veces afectan a peciolo y tallos -Reducción del crecimiento	-Manchas irregulares -Necrosis -Maduración irregular	-Trips (F. occidentalis)	-Eliminación de malas hierbas y plantas afectadas -Control de trips -Utilización de variedades resistentes
TYLCV (tomato Yellow Leaf Curl Virus) (Virus del Rizado Amarillo del tomate)	-Parada de crecimiento -Foliolos de tamaño reducido, a veces con amarillamiento -Hojas curvadas hacia arriba	-Reducción del tamaño	Mosca blanca (Bemisia tabaci)	-Control de B. Tabaci -Eliminación de plantas afectadas -Utilización de variedades resistentes
ToMV(Tomato MosaicVirus) (Virus del Mosaico del Tomate)	-Mosaico verde claro-verde oscuro -Deformaciones sin mosaico -Reducción del crecimiento	-Manchas pardo oscuras externas e internas en frutos maduros -Manchas blancas anubarradas en frutos verdes - Necrosis	-Semilla -Mecánica	-Evitar la transmisión mecánica -Eliminar plantas afectadas -Utilizar variedades resistentes
PVY (Potato Virus Y) (Virus Y de la patata)	-Manchas necróticas internerviales	-No se han observado	-Pulgones	-Eliminación de malas hierbas y plantas afectadas -Control de pulgones
TBSV (Tomato Bushy Stunt Virus) Virus del Enanismo Ramificado del tomate	-Clorosis y amarillamiento fuerte en hojas apicales -Necrosis en hojas y tallo	-Manchas necróticas	-Suelo (raíces) -Semilla	-Eliminación de plantas afectadas -Evitar contacto entre plantas

2.10 RECOLECCIÓN Y CALIDAD DE FRUTO

Superadas las etapas esencialmente agronómicas y de elección del cultivar, la calidad del tomate para consumo en fresco debe considerarse desde dos perspectivas diferentes: Adaptación por el consumidor y ajuste a las normas comerciales y adaptación del fruto a las condiciones del sistema: recolección, manipulación, envasado, conservación y transporte, alcanzando una vida útil que responda a las necesidades comerciales (Riquelme, 2001).

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

El rendimiento de la operación de recolección es variable, en función de las exigencias para evitar daños y el porcentaje de frutos que se encuentren en condiciones de ser recolectados. Como rendimiento medio se puede estimar de 80 a 100 Kg/persona/h (Rico 1982)

El ritmo de recolección puede llegar hasta 3 veces por semana, aunque en casos extremos puede ser conveniente recolectar diariamente. La recogida a diario es prácticamente en tomate para consumo en fresco (Cañero *et al.*, 1994).

- **Índices de calidad**

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

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

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

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

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

Firmeza.- Que sea firme al tacto. Que no este suave y que no se deforme fácilmente debido a su condición de sobre maduro. Los tomates que crecen en invernadero solamente son de grado No. 1 y No.2 de U. S. (Trevor y Cantwell, 2003)

- **Valoración del color en los frutos**

Riquelme (2002) indica que, en la comercialización del tomate, excluyendo el tamaño de los frutos, el factor más determinante en la aceptación es el color. La estrecha relación que existe entre la evolución de los pigmentos y el estado de madurez de los frutos permite una fácil diferenciación en base a los cambios que experimenta el color. Por ello, se han desarrollado numerosas escalas o «cartas» de color para realizar la clasificación subjetiva del estado de maduración, (cuadro 2.5). La comparación del color de los frutos con estas «cartas» es el método más ampliamente utilizado en la clasificación de tomates. Son numerosas las escalas aplicadas siendo las de más amplia utilización las siguientes:

Agricultural, Horticultural and Forestry Industry; West Sussex, U. K. (Anon, 1977).

Sainsbury's Tomato Colour Chart. (IFR Norwich).

United States Standards for grades of fresh tomatoes. U.S.D.A. Washington .

Norma de calidad para tomates. Folleto interpretativo. M.A.P.A. (1991)

Cuadro 2.5 Clases de madurez fisiológica y madurez comercial para comercializar tomates frescos. Trevor y Cantwell (2000) Department of vegetables crops, University of California, Davis, C A 95616. CELALA, 2003

Clase	Descripción
Verde Maduro1	Las semillas son cortadas por un cuchillo filoso al rebanar el fruto; no hay presencia de material gelatinoso en alguno de los lóculos; el fruto esta a más de 10 días del estado "Bbreaker"
Verde maduro2	Las semillas se desarrollaron completamente y no son cortadas al rebanar el fruto; el material gelatinoso esta presente en al menos un lóculo; el fruto esta de 6-10 días del estado "Breaker"; madurez mínima de cosecha.
Verde maduro3	El material gelatinoso esta bien desarrollado en los lóculos pero aun esta completamente verde; el fruto esta de 2ª 5 días del estado "Breaker"
Verdemaduro4	Se tiene una coloración roja interna en el punto de floreo pero no hay cambio de color externo; el fruto esta 1-2 días del estado "Breaker"
Rompimiento de color (Breaker)	La primera coloración rosa o amarilla en el punto de floreo(USDA estado de color 2).
Cambiante (Turning)	Más del 10% pero no más del 30% de la superficie muestra un cambio definido de color de verde a amarillo, rosa o rojo (USDA estado de color 3)
Rosa	Mas del 30% pero no más del 06% de la superficie muestra un color rosa (USDA estado de color 4)
Rojo Ligero	Más del 60% de la superficie muestra un color rojo –rosa pero menos del 90% de la superficie muestra un color rojo (USDA estado de color rojo 5)
Rojo	Más del 90% de la superficie muestra un color rojo (USDA estado de color 6)

- **Grados Brix**

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

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

2.11 ANTECEDENTES DE TOMATE EN CONDICIONES DE INVERNADERO

En invernaderos no automatizados los productores de la región del bajío, Guanajuato, y en el municipio de Texcoco, estado de México, con este tipo de estructura se pueden lograr rendimientos de 15Kg/m² con un ciclo de producción de 6 a 7 meses, mientras que en invernaderos de alta tecnología se puede obtener producciones de 52 Kg/m² con un ciclo de cultivo de once meses (Hoyos, 2003).

Según Fonseca (2000) para que la producción sea redituable debe obtenerse por lo menos 15Kg/m².

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

Cotter y Gomez (1981) mencionan que para una producción exitosa se deben producir bajo invernadero al menos 100 ton/acre/año es decir 200 ton/ha/año.

Ríos (2002) evaluando genotipos tomate en invernadero rustico encontró rendimientos para los genotipos Bosky y Adela de 154 y 144 ton/ha, respectivamente. Para el diámetro polar encontró valores de 6.3 y 5.6 cm mientras que para sólidos solubles los frutos presentaron una media de 5.4 grados Brix.

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

Santos (2002) evaluando genotipos de tomate en condiciones de invernadero reporta un rendimiento promedio que varía de 1.76 a 5.42 Kg./ planta mientras que para sólidos solubles reporta que los frutos presentaron de 4 a 5 grados Brix. reporta una forma para los híbridos Brillante globoso; Belladona globoso profundo.

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y TIPO DE INVERNADERO

En el periodo de Agosto- enero de 2001 - 2002, se realizó el presente estudio en el Campo Experimental La Laguna (CELALA), ubicado en el km 17.5 de la carretera Torreón - Matamoros, en un invernadero tipo semicircular compuesto de cubierta de fibra de vidrio y con estructura totalmente metálica, la ventilación del invernadero se encuentra automatizada pero no existen instalaciones de climatación suficientes.

3.2 UBICACIÓN

El CELALA se ubica en las coordenadas geográficas de 103°14' de longitud oeste al meridiano de Greenwich y 25°32' de latitud norte con una altura de 1120 msnm (CETENAL, 1970).

3.3 CLIMA

Palacios (1990) define el clima de la región como bWhw (f), es decir, muy seco con lluvias en verano. Los registros de temperatura indican una media anual de 21°C, presentando su valor más bajo en enero y el más alto en julio. La precipitación promedio es de 220 mm anuales, situación que limita la práctica de una agricultura de temporal. Las heladas ocurren de noviembre a marzo, teniéndose un periodo libre de heladas de abril a octubre. La cantidad de agua para esta región es escasa en todas las estaciones del año, 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 un 43.1% (CENID-RASPA, 2000).

3.4 GENOTIPOS

En el periodo agosto-enero de 2001–2002 se evaluaron siete genotipos de tomate de crecimiento indeterminado y con la característica de larga vida de anaquel, los cuales se pueden observar en el Cuadro 3.1

Cuadro 3.1 Genotipos de tomate cultivados bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno de 2001-2002 en la Comarca Lagunera..CELALA 2003

Genotipo	Fruto	Compañía
1.-Andre	Bola	Peto seed
2.-Brillante	Bola	Hazera
3.-Gabriela	Bola	Hazera
4.-Bosky	Bola	Bruinsma
5.-BS144	Bola	Bruinsma
6.-Adela	Bola	Hazera
7.-Belladona	Bola	Bruinsma

3.5 SUSTRATO

En este año, la siembra se efectuó el 25 de junio de 2001 en charolas germinadoras de 200 celdas, usando como sustrato el musgo Canadiense (turba) y el trasplante se realizó el 4 de agosto. Se utilizaron macetas de 25 kg con sustrato de arena previamente desinfectada, con bromuro de metilo y lavada, se instalaron en doble hilera con arreglo tresbolillo espaciadas a 30 cm entre plantas y a 70 cm entre pasillos.

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

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

3.7 MANEJO DEL CULTIVO

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo eliminando los brotes axilares, ésta se realizó de abajo hacia arriba para no perder la guía principal, se entutoró sosteniendo la planta con rafia cuando alcanzó una altura de 30cm para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y fruto toquen el suelo.

Cuando inició la etapa de floración se procedió a la polinización con un vibrador (cepillo dental eléctrico) el cual se pasó por el pedúnculo de la inflorescencia por un lapso de 3 segundos, diariamente. Durante la fructificación en el punto rozado del primer racimo se procedió a deshojar, eliminando las hojas que quedan debajo de éste y así sucesivamente con los demás racimos mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporque a fin de aumentar la formación de mayor número de raíces cubriendo la parte inferior de la planta con arena.

3.8 FERTILIZACIÓN Y RIEGOS

Para el manejo del agua la máxima cantidad aplicada fue de 2 litros por planta por día por fertirrigación, los niveles de concentración de las soluciones nutritivas para cada etapa se usaron como base los resultados citados por Zaidan y Avidan (1997), pero se hicieron algunos ajustes según lo fuera requiriendo la planta, (cuadro 3.5) . Para evitar acumulaciones de sales se dieron lavados de macetas cada quince días durante el desarrollo del experimento.

Cuadro 3.5 Solución nutritiva empleada en el ciclo del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en el otoño-invierno 2001-2002. CELALA 2003.

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

Cada solución en 18 litros de agua.

3.9 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Se establecieron trampas amarillas para el control de plagas, se realizaron revisiones visuales de la planta cada semana, desde las charolas hasta la cosecha. Los agentes causales de las enfermedades encontradas se identificaron colocando tejido dañado previamente desinfectados en medio de cultivo papa dextrosa-agar (PDA) y mediante observaciones directas en el microscopio compuesto. Para evaluar la incidencia se contaron el numero total de plantas y mediante observaciones visuales semanales, se cuantificó el número de plantas enfermas para determinar su porcentaje.

3.10 COSECHA

La cosecha se realizó dos veces por semana, cuando el fruto presentó un color rosado o rojo promedio de entre el 30% pero no más del 60%, ya que son los requerimientos de clasificación por color del USDA (1991).

3.11 VARIABLES EVALUADAS

En este experimento las variables medidas fueron altura de planta, inicio de floración, calidad del fruto y rendimiento en ton/ha. La calidad fue obtenida al medir el diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso, grados Brix, espesor de pulpa y número de lóculos por fruto, empleando para ello Vernier, refractómetro, báscula de precisión, regla milimétrica y tabla de colores.

3.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para el presente estudio se realizaron 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 ALTURA DE PLANTA

Entre los tratamientos evaluados en el análisis de varianza se observaron diferencias altamente significativas para la altura de plantas, se obtuvo una media final de 253.3 cm con un coeficiente de variación de 14.6. El genotipo de mayor altura fue Gabriela con 287.6cm mientras que el genotipo de menor altura fue Belladona con 219.8cm (Cuadro 4.1). Estos resultados concuerdan con los reportados por Rodríguez, (2002), quien encontró una altura para Gabriela de 255.3cm. Mientras que Aguilar (2002) reporta una altura de 243.3cm para este híbrido. Para el híbrido Andre consiguió 216.6 cm de altura, en el presente experimento para Andre se logró una altura de 261.0 cm.

Ríos (2002) obtuvo la mayor altura con Bosky de 233.17cm y Adela con 214.2cm, mientras que en estos resultados; estos dos genotipos superaron a los obtenidos por Ríos, ya que midieron 264.4cm y 263.8cm respectivamente.

Cuadro 4.1 Variable altura y comparación de medias a través de fechas, de siete genotipos de tomate evaluados bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno 2001 2003. CELALA, 2003

Genotipo	Agos - 31	Sep - 11	Sep - 21	Oct - 10	Oct - 24
Gabriela	46.1 a	120.8 a	211.2 a	261.8 a	287.5 a
Adela	41.1 b	113.9 a b	201.9 a b	239.1 a b	263.8 a b
Andre	40.8 b	112.7 a b	198.0 a b	238.3 a b	261.0 a b
Bosky	38.2 b	106.4 b c	194.4 a b	241.1 a b	264.4 a b
Brillante	36.6 b c	103.6 b c	176.5 b c	217.4 b c	245.5 b c
Belladona	36.3 b c	98.5 c d	175.6 b c	205.0 c	219.8 c
BS 144	32.0 b c	88.4 d	161.7 c	204.9 c	259.0 a b

4.2 INICIO DE FLORACION Y PPORCENTAJE DE AMARRE

4.2.1 Inicio de Floración

En el experimento el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos, con una media a floración de 30.6 días después del transplante con un coeficiente de variación de 7.58. donde los genotipos más precoces y estadísticamente iguales fueron Bosky, Gabriela, Belladona y Brillante que iniciaron la floración entre los 28 y 30 días después del transplante (DDT) mientras que el genotipo más tardío fue BS144 con 35.4 DDT. El híbrido más precoz fue Bosky iniciando a los 28 días después del transplante (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2 Variables inicio de floración de 7genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el otoño-invierno del 2001-2002. CELALA, 2003.

Genotipo	Inicio de floración (DDT)
Bosky	28.2 a
Gabriela	29.0 a
Belladona	29.5 a
Brillante	29.8 a
Andre	30.3 ab
Adela	31.3 ab
BS144	35.4 c
C.V.	7.58

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

Porcentaje de amarre de fruto

Para esta variable si se encontró diferencia entre los híbridos resultando una media del 59.9% de amarre. Los genotipos que presentaron mayor porcentaje de amarre de fruto fueron; BS144 y Bosky ambos con 75% mientras que el híbrido de menor amarre fue Belladona con 44.6%.

Estos resultados concuerdan con los citados con Aguilar (2002) quien reporta para los genotipos Andre y Gabriela un 55.5 y un 70.7% de amarre respectivamente y no concordando con Santos (2002) el cual reporta para los genotipos Brillante y Belladona un por ciento de amarre de 63.7 y 63.1% respectivamente.

4.3 RENDIMIENTO

El numero de cortes al cultivo fue de 23, a intervalo de 4 días, al momento de la cosecha se clasificaron por su calidad frutos de aspecto sano sin deformación y los mas grandes que se partían en dos no se registraron en el peso total del fruto.

Para esta variable el análisis estadístico mostró diferencias altamente significativa entre los tratamientos evaluados y no significativa para la fuente de variación repetición, mostrando una media de 190.4ton/ha, con un coeficiente de variación de 17.8 (cuadro 4.3). Los híbridos de mayor rendimiento y estadísticamente iguales fueron Bosky, Andre y Gabriela con 221.5, 215.6 y 199.7 ton/ha, respectivamente, mientras que el híbrido de menor rendimiento fue Belladona con 153.7 ton/ha (Cuadro 4.3).

Estos resultados superaron a los obtenidos por Ríos (2002) quien reporta un rendimiento para Bosky de 154.0ton/ha y Aguilar (2002) alcanza para Gabriela y Andre con

173.7 y 152.7ton/ha respectivamente. Santos (2002) obtiene para Belladona un rendimiento de 139.6ton/ha, y para Adela de 114.0ton/ha, cabe mencionar que dichos autores evaluaron estos híbridos bajo condiciones de invernadero rustico.

Cotter y Gomez (1981) menciona que para una producción exitosa se deben producir bajo invernadero al menos 100ton/acre/año es decir 200ton/ha/año en presente trabajo el rendimiento obtenido fue de 221.5ton/ha en solo 6 meses lo cual concuerda con dichos autores, estos rendimientos concuerdan con el potencial de 400ton/ha/año obtenidas en otros estudios (Papadopulos y Pararajasingham, 1998; Baytorun *et al.*; 1999; Johnson y Rock,1975; Romero, 1979).

Cuadro 4.3 Rendimiento de 7 genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2001-2002 en La Comarca Lagunera. CELALA 2003.

HIBRIDO	Ton / Ha*
Bosky	221.52 a
Andre	215.92 a
Gabriela	199.73 a b
Adela	183.64 b
Brillante	182.45 b
BS144	176.04 b c
Belladona	153.72 c

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

4.4 CALIDAD DE FRUTO

4.4.1 Peso promedio de fruto

En el análisis de varianza se detectaron diferencias altamente significativas para esta variable, en la fuente de variación híbrido y racimo se encontraron diferencias altamente

significativas y no significativas para repetición, el peso de fruto fluctuó entre 208.4 y 138.1gr.

El híbrido que presentó mayor peso fue Andre y el de menor peso fue Gabriela (Cuadro 4.4).

Aguilar (2002) reporta para Andre y Gabriela un peso de 213.7 y 150.1gr respectivamente. Ríos, (2002) reporta un peso par Bosky de 201.7gr y para Adela de 187.1gr, los resultados obtenidos en este experimento concuerdan con los resultados obtenidos por Ríos, pero no con los obtenidos por Aguilar.

Peso promedio de fruto más alto se encontraron y estadísticamente iguales del segundo al quinto racimo, mientras que el peso más bajo se obtuvo en el octavo racimo. Estos pesos fluctuaron entre 191.5 y 151.7gr.

4.4.2 Diámetro polar

Para esta variable el análisis de varianza encontró diferencia altamente significativa en la fuente de variación híbrido y racimo. Se encontró una media de 5.6 cm de diámetro con un coeficiente de variación de 32.7 . El híbrido que presentó mayor diámetro polar fue Andre con 6.1cm y el de menor valor lo presentó Gabriela con 5.0cm (Cuadro 4.4).

Para esta variable Aguilar (2002) reporta un diámetro polar para los genotipos Andre y Gabriela de 6.1 y 5.0cm respectivamente, lo cual concuerdan con los obtenidos con el presente experimento.

El diámetro polar entre racimos los valores fluctuaron entre 6.3 y 4.7 en los racimos de mayor diámetro se encontraron del cuarto al octavo y el de menor diámetro fue en el segundo racimo.

Cuadro 4.4 Variables de calidad del fruto de 7 genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2001-2002 en La Comarca Lagunera. CELALA 2003.

Genotipo	Peso de F. (gr)	D. Polar	D. Ecuat.	°Brix	E. Pulpa
Andre	208.4 a	6.1 a	6.9 a	3.8 b	0.82 a
Bosky	204.1 a	6.3 a	7.0 a	3.5 c	0.82 a
BS144	203.0 a	6.1 a	7.1 a	3.4 d	0.93 a
Belladona	181.0 b	6.0 a	6.7 a b	3.6 c	0.85 a
Adela	180.4 b	5.5 b	6.7 b	3.6 c	0.84 a
Brillante	141.3 c	5.1 c	6.2 c	3.8 b	0.83 a
Gabriela	138.1 c	5.0 c	6.0 c	3.9 a	0.86 a

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

4.4.3 Diámetro Ecuatorial

El análisis de varianza para esta variable se encontraron diferencias altamente significativas mostrando una media de 6.6 cm de diámetro con un coeficiente de variación de 12.8 cm el híbrido de mayor diámetro fue, BS144 con 7.1 cm y el de menor diámetro lo presento Gabriela con 6.0 cm (Cuadro 4.4). Estos resultados concuerdan con Aguilar (2002) quien reporta los híbridos Andre y Gabriela con 7.1 y 6.3 cm respectivamente. El diámetro ecuatorial de estos híbridos evaluados coinciden con las normas mexicanas de calidad (Vásquez, 1999).

Los racimos que presentaron mayor diámetro ecuatorial y estadísticamente iguales fueron del tercero al octavo y el de menor se encontró en el primero.

4.4.4 Grados Brix

De acuerdo al análisis se encontró diferencia altamente significativa para esta variable donde la media general fue de 3.6 y un coeficiente de variación de 13.45, el híbrido de mayor sólidos solubles fue Gabriela con 3.9 grados Brix y el híbrido de menor valor fue BS144 con 3.4 grados Brix (Cuadro 4.4).

Estos resultados no concuerdan con los resultados obtenidos por Aguilar (2002) y Ríos (2002) quienes reportan valores de 5.6 a 4.5 grados Brix en los cultivares de Andre, Gabriela y Bosky, respectivamente. Santiago (1995) evaluando tomate en invernadero reporta que los frutos presentaron de 4.0 a 5.0 grados Brix .

Los racimos del quinto al octavo fueron estadísticamente iguales y de mayor sólidos solubles, mientras que el racimo de menor grados Brix fue el tercero.

4.4.5 Espesor de Pulpa

El análisis estadístico para esta variable no detectó diferencia significativa entre los híbridos evaluados ni entre racimos, mostró una media de 0.9cm, aunque no hubo diferencia el híbrido BS144 presentó el más alto valor con 0.93cm de espesor. En espesor de pulpa entre racimos se encontraron valores de 1.0 al 0.7cm (Cuadro 4.4).

4.4.6 Numero de Lóculos

Al analizar los híbridos para esta variable se encontró una media de 3.7 lóculos. El híbrido que presento mayor numero fueron Andre y Belladona ambos con 5 lóculos y los híbridos que presentaron fueron Bosky y BS144 con 2 lóculos (Cuadro 4.5).

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.

4.4.7 Color y Forma de Fruto

El color de fruto al momento de la cosecha presento variación que va desde el color naranja hasta diferentes tonalidades de rojo,(rojo claro a rojo oscuro) el color interior que

presento Andre fue 34b y su color externo 34^a el resto de los híbridos se presentan el cuadro 4.5. Para la forma del fruto se utilizó el formato técnico de la comercializadora de semillas Hazera (1999) los híbridos evaluados presentaron una forma globosa y globosa profunda (Cuadro 4.5).

Estos resultados concuerdan con Aguilar (2002) y Santos (2002) quienes reportan una forma para los híbridos Ander y Brillante globoso; Gabriela y Belladona globoso profundo. No concordando con Ríos (2002) quien reporta para el genotipo Bosky una forma globosa.

Cuadro 4.5 Variables de calidad del fruto: Forma del fruto, N° de lóculos y colores del fruto de 7 genotipos de tomate en invernadero en otoño-invierno del 2001-2002 en La Comarca Lagunera. CELALA 2003.

Genotipo	Forma de F.	Hombros	No. De locus	Color Externo	Color Interno
Andre	2	U	5	34 a	34 b
Bosky	2	U	2	34 a	42 a
BS144	2	U	2	34 a	34 b
Belladona	1	U	5	34 b	34 a
Adela	1	LG	4	34 b	34 b
Brillante	2	U	4	34 b	42 b
Gabriela	1	U	4	34 b	34 b

U = Maduración Uniforme G = Hombros Verdes (V+) LG = Hombros Verdes Claro (Vg)

4.5 PLAGAS Y ENFERMEDADES

En este experimento la plaga que se presento fue la mosquita blanca (*Bemisia argentifolli* Bellows & Perring y *Trialeurodes abutilonea* Haldman). La principal especie fue la mosquita blanca de la hoja plateada (*B. argentifolli*). Para el control de esta plaga se aplico Confidor en dosis de 750 ml/ha.

A los 40 días después de la siembra se presento el tizón temprano [*Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones & Grout]. Posteriormente a los 60 días después de la siembra se detecto cenicilla (*Leiveillula taurica* lev. Arm.). Ambas enfermedades fueron controladas mediante aplicaciones semanales del fungicida Amistar en dosis de 250gr/ha.

5 CONCLUSIONES

Existen diferencias altamente significativas para las variables de calidad de fruto entre los híbridos para peso de fruto, diámetro polar diámetro ecuatorial, sólidos solubles y número de lóculos. No se encontró diferencia significativa para espesor de pulpa .

El híbrido Bosky igualo en rendimiento a los testigos Andre y Gabriela, con excelente comportamiento y mejores características de calidad a excepción de los grados Brix, los mejores híbridos para rendimiento fueron Bosky , Andre y Gabriela con 221.5 215.9 y 199.3 ton/ha respectivamente. Estos híbridos tienen una excelente adaptación en el otoño-invierno. Para este ciclo de evaluación se cumplió con el objetivo de producir tomate en época de escasez, bajo las condiciones climáticas prevalecientes durante 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 (19ton/ha).

Para la variable altura de planta el híbrido Bosky igualo a los testigos (Gabriela y Andre), con una altura de 264.4 cm..

En la variable amarre de fruto los genotipos que presentaron mayor porcentaje de amarre fueron BS144 y Bosky ambos con 75% de amarre.

De acuerdo a estos resultados Bosky, Andre y Gabriela pueden ser ampliamente recomendados para producción comercial bajo condiciones de invernadero.

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 : el tizón temprano (*Alternaria solani*) y la cenicilla (*Leveillula taurica*).

6 RESUMEN

La producción de tomate en invernadero con riego por goteo y sustrato de arena permite que las plantas se desarrollen con mayor vigor incrementando su rendimiento y calidad. Durante otoño- invierno del 2001-2002 se estableció un experimento de tomate en invernadero semicilíndrico y riego por goteo, con el objetivo de seleccionar los híbridos con más altos rendimientos, aceptable calidad de fruto; identificar y controlar las plagas y enfermedades presentes e integrar un paquete tecnológico adecuado a las condiciones de la Comarca Lagunera.

En el periodo agosto-enero de 2001-2002 se evaluaron siete genotipos de tomate de crecimiento indeterminado y con la característica de larga vida de anaquel. La siembra se efectuó el 25 de junio del 2002 en charolas germinadoras de 200 cavidades, con sustrato de musgo canadiense, el transplante se realizó el 4 de agosto en macetas de 25 kg. usando como sustrato arena previamente desinfectada y lavada, se instalaron en doble hilera con arreglo a tresbolillo espaciadas a 30 cm entre planta y 70 cm entre pasillos. El diseño experimental fue Bloques al azar con seis repeticiones y la unidad experimental de 6 plantas por genotipo y la superficie sembrada fue de 100 m². Se obtuvieron rendimientos de 221 toneladas por hectárea con un peso promedio del fruto de 191.5 g y 3.9 grados Brix. Para las variables de calidad se encontró diferencia significativa en diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso promedio del fruto y grados Brix y no significativa en la variable espesor de pulpa. En la variable amarre de fruto los genotipos que presentaron mayor porcentaje de amarre fueron BS144 y Bosky ambos con 75% de amarre.

La plaga que se presentó durante el desarrollo del cultivo fue la mosquita blanca (*Bemisia argentifolli* y *Trialeurodes abutilonea*). Las enfermedades presentes fueron: Tizón temprano (*Alternaria solani*) y cenicilla (*Leiveillula taurica*).

7 LITERATURA CITADA

- Abad B. M. 1995a. Sustratos para el cultivo sin suelo. *In*: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp.191-225.
- Abad, B. M. 1995b. Sustratos Características y propiedades. Curso superior de Especialización sobre cultivos sin suelo. FIAPA. Almería, España. Pp. 47-61.
- Abad, B. M. 1993. Sustratos. Características y propiedades. Curso Superior de Especialización Sobre Cultivos sin Suelo. FIAPA. Almería, España. Pp 47-79.
- Aguilar, C. P. 2002. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.Torreón, Coahuila. México 46p.
- Alpi, A. y F. Tognoni. 1999. Cultivo en invernadero. 3ª ed. ediciones Mundi, prensa Madrid., México pp. 76-77.
- Alvarado R. B. 2001. El manejo integrado de plagas del tomate en México. *En*: Curso del INCAPA. "Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa". Guadalajara, Jalisco, México. Pp. 1-16.
- Anderlini, R. 1976. El cultivo del tomate. Tercera . Ed. Ediciones Mundiprensa. Madrid ,España.
- Asaf, A. 1990. Fertigation in greenhouses on sand dunes. Proceedings 5th International Conference on Irrigation, Tel Aviv, Israel. pp 79-87.
- Aung, L.H. 1976. Effect of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive responses of *Lycopersicon esculentum* Mill. J. Am. Soc. Hort. Sci., 101: 358 360.
- Avidan, A. 1998. Fertigation in vegetables. Gan, Sade ve –Meshek June 1998:pp. 25-48
- Baytorun, A. N., S.Topcu , K. Abak y Y. Dasgan, 1999. Growth and production of tomatoes in greenhouses at different temperature levels. Univ. Cokurova, Depto Agri-Engn/Adanal. Turkey. 64(1). pp. 33-39
- Belda, J. E. y J. Lastre. 1999. Reglamento Específico de Producción Integrada de Tomate Bajo Abrigo: Resumen de aspectos importantes. pp.1-9. Laboratorio y Departamento de Sanidad Vegetal de Almería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía
- Berenguer, J. J. 2003. Manejo del Cultivo de tomate en Invernadero. *En*: Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. Editores. Castellanos, J. Z.; Muñoz, R. J. J. Celaya, Guanajuato, México. Pp. 147-174
- Biringas, L. 1999. Cifras y datos de la producción de invernaderos. 14- 16. *In*: Productores e Hortalizas. Nov. 1999.

- Bouzo C. A. y F. Garinglio N. 2002. Invernaderos. Aspectos generales a tener en cuenta. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Cultivos intensivos. Kreder 2805. (3080) Esperanza, Santa Fe, Argentina
- Bunt, A. C. 1998. Media and mixes for container- grown plants. Segunda, ed. Unwin Hyman Ltd., London, Pp.309..
- Bures, S.. 1997. Sustratos Ediciones agronómicas S. L., Madrid ,España.
- Burgueño H., F. Uribe y M. Valenzuela. 2002. Extracción de nutrientes por los cultivos de tomate y bell pepper en el valle de Culiacán, Sinaloa, México. *En: Memorias del 2º Simposio Nacional de Horticultura. Saltillo, Coahuila, México*
- Burgueño, C. H. 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero, Diapositivas 102-104. *En: Memorias del 1º Simposio Nacional de Técnicas Modernas en Producción de Tomate, Papa y otras Solanáceas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México*
- Cadahia L. C. 1998. Fertirrigación. Cultivos hortícolas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp 65-69
- Canovas, M. F. 1993. Principios Básicos de la Hidroponía. Aspectos Comunes y Diferencia de los Cultivos con y sin Suelo. Curso Superior Sobre Especialización: Cultivos sin Suelo. FIAPA. Almería, España. Pp. 29-42
- Cañero, R.; Clatrava, J.; Cabello, T.; Castilla, N. 1994. Análisis de costes variables en cultivos en invernadero. *Horticultura. V (2): 27-33*
- Caro M. P. 2001. Manejo de plagas del cultivo del chile. *In: Curso del INCAPA "Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa". Guadalajara, Jalisco, México. Pp. 40-44*
- Carpenter, T. 1995. Obtenga la Mejor Mezcla de Medios de Cultivo. *Productores de Hortalizas, Año 4 No 5. Pp. 10-12*
- Carvajal, M., A. Cerda y V. Martinez, 2000. Modification of the response of saline stressed tomato plants by the correction of cation disorders *Plant Growth Regulation. 30: 1pp.37-47. M/CSIC/Ctr Edafol & Biol Aplicada Segura. Dept Fisiol & Nutr Vegetal/POB 4195/Murcia. Spain,*
- Casseres E. 1984. Producción de hortalizas. Tercera edición. Instituto interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. Pp. 71-105.
- Castellanos, J. Z. 2003. Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero, INIFAP. Celaya, Guanajuato, México. Pp. 1-3
- Castilla P. N. 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. Pp. 191-225. *En: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México.*
- 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.
- Claridades Agropecuarias. 1998. Jitomate. Num. 62. pp. 1-17
- ☛ Cockshull, K. E. 1988. The integration of plant physiology with physical changes in the greenhouse climate *Acta Hort.* 229. pp. 113- 123.
- ☛ Cotter, D.J. y R. E. Gómez, 1981. Cooperative extension service. 400 H11 pp. 4. U. New Mexico, U.S.A.
- ☛ Cruz, A. M. 1997. "La Producción Distal del fruto de Tomate" *Tierra Adentro HORTALIZAS.* 1997 pp 22-25 INIA Quilamapu.
- ☛ Cuartero, J.; Báugena, M. 1990. Híbridos de tomate para cultivo en fresco. Pp. 196-211. *cultivo del tomate.* Editorial Mundi-Prensa México.
- ☛ Chamarro, L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta, pp. 43-87. *En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate.* Editorial Mundi-Prensa México
- Delgadillo, S. F. Y Álvarez, Z. R. 2003. Enfermedades del jitomate y pimiento en invernadero. Pp. 175-191. *En: Castellanos, J. Z.; Muñoz, R. J. J. (Ed.) Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero.* Celaya, Guanajuato, México.
- ☛ Díez, J. M. 2001. Tipos varietales. Pp. 93-129 *En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate.* Editorial Mundi-Prensa México.
- Edmond J. E. y F. Andrews S. 1984. Principios de Horticultura. Séptima edición. Editorial Continental. México. Pp 487-492. *En: "El cultivo del tomate".* Ediciones y Promociones LAV, S. L. Valencia.
- ☛ Esquinas, A. J. y F. V. Nuez 2001. Situación Taxonómica, Domesticación y Difusión del Tomate, pp: 13-23. *En: F. Nuez (ed.) El Cultivo del Tomate.* Editorial Mundi-Prensa México. Reimpresión
- FAO. 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, S.L. Sustrato.
- Ferreira C. C. 2002. El CO₂ elemento indispensable para la producción de vegetales. Asociación interregional de investigación y Experimentación Hortícola. <http://www.ediho.es/horticom/tem-aut/flores/co2.html>
- Fonseca, E. 2000. Costos de la producción hidropónica de tomate. Pp. 399-408. *En: Castellanos, J. Z.; Guerra, O. F.; Guzmán, P. M. (Eds.) Ingeniería, manejo y operación de invernaderos para la producción intensiva de hortalizas.* Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola, S. C. México. Guadalajara, Jalisco. México.
- Francescangeli N. 1998. La humedad del aire del invernadero. Artículo de difusión. Estación Experimental Agropecuario, San Pedro Buenos, Aires, Argentina

- Garza L. J. 1985. Las hortalizas cultivadas en México, características botánicas. Departamento de Fitotecnia, UCh. Chapingo, México.
- Geisenberg, C. y Stewart, K. 1986. Manejo del cultivo intensivo con suelo. . Pp.191-225 En: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México.
- Gispert, G. M. del C. 1987. Influencia Del Riego en la Fluctuación Poblacional del Acaro del Tomate (*Aculops lycopersici* Masse). Tesis de Maestría Colegio de Postgraduados. Centro de Entomología y Acarología. Chapingo mex.
- González, R. A. 1967. Efectos de diferentes sistemas de podas, sobre rendimiento y calidad del fruto del tomate. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Nacional de agricultura. Chapingo. México
- Gordon R. H. y J. A. Barden. 1992. Horticultura. AGT Editor S.A. México. pp 528-532.
- Hance, T.; Van Impe, G.; Lebrun, P.; Nihoul, P.; Benoit, F.; Cuesterman, N. 1991. Las Plagas. En F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp.385-467.
- Handreck, K. A. y Black, N. D. 1991. Growing Media for Ornamental Plants and Turf. New South Wales University Press, Kensington, 401 pp.
- Horward, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel. pp. 163-171. (2vi) Wener. Hazera LTD. 1166 pp. Brurin Israel.
- Imas, P. 1999. Manejo de Nutrientes por Fertirriego en Sistemas Frutihortícolas. pp. IPI International Potash Institute, presentado en el XXII Congreso Argentino de Horticultura - International Potash Institute, Coordination India. c/o DSW, Potash House, P.O.Box 75, Beer Sheva, 84100, Israel. E-mail: patricia@dsw.co.il
- Infoagro, 2001. "<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>. del cultivo de tomate de primavera en invernadero. Fuente: Documentos Técnicos Agrícolas. Estación Experimental "Las Palmerillas". Caja Rural de Almería.
- Infoagro. 2002. Cultivo del tomate. <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate3.asp>
- Johnson, H. Jr. y C. R. Rock . 1975. Extensión Vegetable Specialist, University of California, Riverside. greenhouse tomatoes production. Division of Agricultural Sciences printed December 1975.
- Jones, P. J. 2001. Enfermedades Infecciosas. Pp. 13-14 En: Plagas y Enfermedades del Tomate. The American Phytopathological Society (Ed.) Ediciones Mundi-Prensa. México.
- Kinet, J. M. 1977. Effect of light conditions on the development of the inflorescence in tomato. Sci. Hort. 6: 15-26.
- Lacasa, A. y J. Contreras. 2001. Las plagas, pp. 387-463. En:(Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa, México

- Lara H. A. 2000. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *Terra*. 17(3). Pp 221-229
- Lomelí, Z. H. 1999. Agricultura. Hidroponía, ventajas y beneficios comerciales. Edición número 60. Ocotlan, Jalisco, México
- López, J., M. Dorais , N. Tremblay y A. Gosselin. 1996. Effects of varying sulfate concentrations and vapor pression deficits (vpd) on greenhouse tomato fruit quality and foliar mineral and amino acid components. Horticultural Research Center, Plant Science Department, Laval University, Sainte-Foy, QC, G1K 7P4, Canada.
- Lupin, M., H. Magen y 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.
- Maroto, B. J. 1995. Horticultura herbácea espectral. Cuarta ed. Editorial Mundiprensa. Madrid, España. Pp.355-399.I.
- Martínez, E. y García, M. 1993. Cultivos sin suelo: Hortalizas en clima mediterráneo. Ediciones de Horticultura S. L., Reus, Pp 123.
- Maynard, N. D. 2001. Enfermedades nutricionales. Pp.60-63. *En: Plagas y Enfermedades del Tomate*. The American Phytopathological Society (Ed.) Ediciones Mundi-Prensa. México
- Mendoza, Z. C. 1999. "Enfermedades Fungosas de Hortalizas y Fresas". *En : Anaya R. S.* (Ed.). *Hortalizas plagas y enfermedades*. Ed Trillas. México. Pp 25-35.
- Mexicano H. J., R. Alonso V., J. Ramírez M. y A. Benavides. 1999. Efecto de fuentes de nitrógeno y fierro del tomate en hidroponía. *Memorias del VII Congreso de Horticultura*. Manzanillo, Colima, México. P.113.
- Moreno I. T. 2002. Cultivo de hortalizas sin suelo. Instituto nacional de empleo centro de formación profesional ocupacional de horticultura. C/Remata s/n - CP. 04407/ Almería, España. Telefax: (34) 950244833. morenote@Wanadoo.es
- Navarro G. M. 2002. Nutrición Vegetal Balanceada y riego por goteo en cultivos hortícolas. *En: Memorias del segundo Simposio Nacional de Horticultura*. Saltillo, Coahuila, México. 7 -11 de octubre.
- Nelson V. R. 1994. Intensificación y conducción del cultivo del tomate. Segundo Congreso Internacional de Nuevas Tecnologías Agrícolas. Nayarit, México. Pp. 155-159.
- Nuez V., F. 2001. Desarrollo de nuevos cultivares. Pp 626-669. *En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del tomate*, Editorial Mundi-Prensa, México.
- Osuna, G. A. 1983. Resultados de la investigación Tomates para uso industrial en el Edo. de Morelos, 1980- 1982., SarH. INIA, CITAMC CAEZ. México.

- Palacios, G. M. de la L.. 1990. Efecto del Regulador Biozyme en Tomate en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón Coah. Pag. 14.
- Papadopoulos, A. P. and S. Pararajasingham. 1998. Effects of controlling pH with hydrochloric acid on the growth, yield, and fruit quality of greenhouse tomato grown by nutrient film technique. Hort Technology. 8(2). pp. 193-198.
- Paulus, O. A. y Correll C. J.. 2001 Enfermedades Infecciosas. Pp. 18-19. *En: Plagas y Enfermedades del Tomate.* The American Phytopathological Society (Ed.) Ediciones Mundi-Prensa. México.
- Philouze, J.; Duffe, P.; Miless, M. 1992. Recherches sur la tomate. Raport d'Activité 1991-1992 de la Satation d'Amelioration des Plantes Maraicheres, Montfavet. Pp 59-61.
- Pimpini, F. 1987. The effect of protective structures and of pinching on the earliness of table tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en the greenhouse. Università di Podoba. Padua, Italy. In *Colture Protette*. 16: Pp. 63-73
- Pohronezny, K. L. Enfermedades Infecciosas. Pp. 23-25. *En: Plagas y Enfermedades del Tomate.* The American Phytopathological Society (Ed.) Ediciones Mundi-Prensa. México.
- Resh, H. M. 1997. Cultivos hidroponicos. 4ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España.
- Resh, H. M. 1992. Cultivos Hidropónicos. Nuevas Técnicas de Producción. 3ª ed. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 369 pp.
- Revista Horticultura. 1998. Numero, 29, Vol. XVII, junio, pp. 25-28.
- Rhoades, J. D. y J. Loveday. 1990. Salinity in irrigated agriculture. In: *Irrigation of Agricultural Crops.* B.A. Stewars and D.R.Nielsen (Eds.). ASA-CSAA-SSSA, Madison, WI. pp 1089-1142.
- Rico, J. 1982. Estudio sectorial hortícola: tomate pimiento y melón para consumo en fresco. Murcia, diciembre 1982.
- Rios, 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.
- Riquelme, B. F. 2001. Post cosecha del tomate para consumo en fresco, pp. 590-623. *En: F. Nuez* (Ed.) *El Cultivo del Tomate.* Editorial Mundi-Prensa México.
- Rodríguez G. E., J Solís R., J Araujo P. y G González, Q. 2002. Efecto de la presión osmótica en la solución nutritiva sobre la producción de fruto en jitomate. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco.

- Rodríguez M. R. y Jiménez D. F. 2002. Manejo de invernaderos. *En: Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED*. Venecia, Durango. Pp. 58-65.
- Rodríguez, D. N.. 2002. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en otoño invierno la Comarca Lagunera. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México 81p.
- Rodríguez, del R. A. 2001. Manejo del Cultivo Extensivo para Industria, p. 255-309. *En: F. Nuez (Ed). El cultivo del Tomate*. Editorial Mundi-Prensa, México. Reimpresión
- 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.
- Romero, F. E. 1979. CENAMAR. Curso Internacional de Hortalizas. Shefayim, Israel.
- Romero, R., Arad. T. y Soria T. 1999. Univ. Murcia.30071 Espinardo (Murcia). Spain. VI Congreso Hispano-Luso De Fisiología Vegetal. Sep- 1999 p 1-34
- Ruiz R. J. D. 2002. Poda en hortalizas. Apuntes de producción de hortalizas II. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Unidad Laguna. Torreón, Coahuila. México.
- Sade A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Rejovot, Israel. p.143.
- SAGARPA. 2001. Resumen Agrícola Región Lagunera. Delegación en la Región Lagunera, Sub-delegación de Planeación y Desarrollo Rural. Torreón, Coahuila
- Sánchez, B. F. y E. Favela Ch. 2000. Construcción y manejo de invernaderos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. En Impresión.45 paginas
- Sánchez, del C. F. 1999. Paquete tecnológicos alternativos para la producción comercial de tomate en invernadero. Pp. 243-288. *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.
- Santiago, N. J. 1995. Evaluación de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en condiciones de invernadero, criterios frenológicos y fisiológicos. Tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo, Coahuila México.
- Santos, C. J. 2002. Rendimiento y calidad de tres híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero con fretirrigación. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila. México 67p.
- Sanz, M. A, A. Blanco, E. Monge y J. Val. J. 2001. Caracterización de la Deficiencia de Calcio en la Planta de Tomate Utilizando Parámetros Fisiológicos. ITEA Vol. 97 N° 1 pag. 26-38.
- SAS. 1998. Statistical Analysis System (SAS). Version 6.12. Edition Cary N. C. USA.

- Scott, W. J. 2001. Enfermedades causadas por virus, p. 31 *En: The American Phytopathological Society (Ed.). Plagas y Enfermedades del Tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México.*
- Schuster, D. J. 2001. Plagas. Pp.53-55. *En: Plagas y Enfermedades del Tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp.53-55.*
- Serrano, C. Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernaderos. Editorial Aedos. Imprenta Juvenil S.A. Barcelona, España.
- Stall, R. E. 2001. Enfermedades Infecciosas. Pp 25-35. *En: Plagas y Enfermedades del Tomate. The American Phytopathological Society (Ed.) Ediciones Mundi-Prensa. México.*
- X Stevens, M. A.; Rick, C. M. 1986. Genetics and breeding. *En: " Atherton, J. G. And Rudich, J." Ediciones The tomato crop. Chapman and Hall, London, New York. Pp. 35-102.*
- Stevenson R. W. 2001 Enfermedades Infecciosas. Pp. 17-18. *En: Plagas y Enfermedades del Tomate. The American Phytopathological Society (Ed.) Ediciones Mundi-Prensa. México.*
- Tiscornia J. R. 1989. Hortalizas de fruto. Tomate, pimiento, pepino y otras. Editorial Albatros, Buenos Aires Argentina. Pp 7-9
- Torres, P., I. 2000. Plan Nacional de Hortalizas. Campo Experimental del Bajío. INIFAP. (Sin publicar).
- Trevor, V. S. y Cantwell, M. 2000. Recomendaciones para mantener calidad poscosecha. Pp. 375-378. *En: Castellanos, J. Z.; Muñoz, R. J. J. (Eds.) Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. Celaya, Guanajuato, México.*
- USDA. 1991. United states Department of Agricultural. Marketing Service. United States Standards for grades of fresh tomatoes. P. 3.
- Valadéz L. A. 1990. Producción de hortalizas. Editorial Limusa, México D.F. Pp. 198-222.
- Vásquez A, J, 1999. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano, hortalizas frescas tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Especificaciones. Programa de inocuidad alimentaria. Normas oficiales mexicanas. pp. 2-8
- Williams, D.E. 1990. A review of sources for the study of nahualt plant classification. *Adv. Econ. Bot. 8. pp. 249-270.*
- Wittwer, S. y Honma, S. 1979. Greenhouse tomatoes, lettuce and cucumbers. Michigan State University Press. EUA. Pp. 225
- Wolk, J. O. Krechman D. W. y Ortega D. G. Jr. 1985. Response of tomato to defoliation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108(4): E. U. A. Pp. 536-540*
- Zaidan, O. y A. Avidan. 1997. CINDACO. Curso Internacional de hortalizas. Shefayim, Israel

Zitter, T. A. 2001. Enfermedades Infecciosas. Pp. 31-43. *En*: Plagas y Enfermedades del Tomate. The American Phytopathological Society (Ed.) Ediciones Mundi-Prensa. México.

8 APENDICE

CUADRO 1A Cuadrados medios y significancia para las variables de calidad en 7 híbridos de tomate evaluados en el otoño-invierno en el 2001-2002 en la Comarca Lagunera, CELALA 2003.

F. V.	G. L.	PESO DEL FRUTO	DIAMETRO POLAR	DIÁMETRO ECUATORIAL	GRADOS BRIX	ESPESOR DE PULPA
Repetición	5	4598.9 N. S.	3.75 N. S.	2.18 **	0.78 **	0.44 N. S.
Híbrido	6	13298.7 **	36.10 **	22.79 **	3.86 **	0.17 N. S.
Racimo	7	10544.8 **	35.25 **	12.86 **	8.07 **	1.00 **
Error	1034	2961.5	3.36	0.71	0.24	0.25
C. V. %		30.5	32.6	12.8	13.45	57.0

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

N. S. = No significativo.

CUADRO 2A Cuadrados medios y significancia para cosecha en toneladas Por Hectárea en 7 híbridos de tomate evaluados en el otoño-invierno en el 2001-2002 en la Comarca Lagunera, CELALA 2003.

F. V.	G. L.	PESO / Ha
Repetición	5	11577.6 N. S.
Híbrido	6	80805.6 **
Híbrido x Rep.	30	181.3 *
Error	126	1157
C. V. %	17.8	

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

N. S. = No significativo.

CUADRO 3A Cuadrados medios y significancia para altura de planta a través de Fechas en 7 híbridos de tomate evaluados en el otoño-invierno en el 2001-2002 en la Comarca Lagunera, CELALA 2003.

F. V.	G. L.	Agos - 31	Sep - 11	Sep - 21	Oct - 10	Oct - 24
Repetición	5	70.4 N. S.	206.2 N. S.	6308.1 *	5724.1 **	5561.8 **
Híbrido.	6	362.7 **	2091.7 **	5548.6 *	8095.9 **	7716.4 **
Hib. x Rep	7	50.1 N. S.	303.2 N. S.	1635.0 N. S.	1459.9 N. S.	2051.2 N. S.
Error	84	34.6	170.2	1122.6	1224.9	1411.7
C. V. %		15.1	12.2	17.7	15.2	14.6

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

N. S. = No significativo.

CUADRO 4A cuadrados medios para la variable inicio de floración en 7 híbridos de tomate evaluados en el otoño-invierno en el 2001-2002 en la Comarca Lagunera, CELALA 2003.

F. V.	G. L.	Cuadrados Medios
Repetición	5	2.42 NS
Híbrido	6	29.21 **
Error	35	5.33
Total	46	
C. V. %	7.5	

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

N. S. = No significativo.

CUADRO 5A Medias de calidad entre racimos en 7 híbridos de tomate evaluados en el otoño-invierno en el 2001-2002 en la Comarca Lagunera, CELALA 2003.

Racimo	Peso de F. (gr)	D. Polar	D. Ecuat.	°Brix	E. Pulpa
2°	191.5 a	5.5 c	6.6 b	3.3 d	1.0 a
5°	191.2 a	5.9 a b	6.9 a	3.8 a	0.8 b c
4°	183.5 a b	6.3 a	6.9 a	3.6 b	0.8 b c
3°	183.3 a b	5.8 b	6.8 a b	3.4 c	0.8 b c
6°	182.2 b	5.9 a b	6.7 a b	3.9 a	0.7 c
1°	178.2 b	4.7 d	6.0 c	3.3 c d	0.9 a b
7°	174.2 b	5.9 a b	6.7 a b	3.9 a	0.7 c
8°	151.7 c	6.0 a b	6.6 a b	3.9 a	0.7 c

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

CUADRO 6A Medias de Altura en 7 híbridos de tomate evaluados en el otoño-invierno en el 2001-2002 en la Comarca Lagunera, CELALA 2003.

Genotipo	Agos - 31	Sep - 11	Sep - 21	Oct - 10	Oct - 24
Gabriela	46.1 a	120.8 a	211.2 a	261.8 a	287.5 a
Adela	41.1 b	113.9 a b	201.9 a b	239.1 a b	263.8 a b
Andre	40.8 b	112.7 a b	198.0 a b	238.3 a b	261.0 a b
Bosky	38.2 b	106.4 b c	194.4 a b	241.1 a b	264.4 a b
Brillante	36.6 b c	103.6 b c	176.5 b c	217.4 b c	245.5 b c
Belladona	36.3 b c	98.5 c d	175.6 b c	205.0 c	219.8 c
BS 144	32.0 b c	88.4 d	161.7 c	204.9 c	259.0 a b

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

Figura 1 Variables: floración, amarre de frutos y aborción en 7 híbridos de tomate en invernadero en el otoño - invierno del 2001 - 2002 en la Comarca Lagunera CELALA 2003.

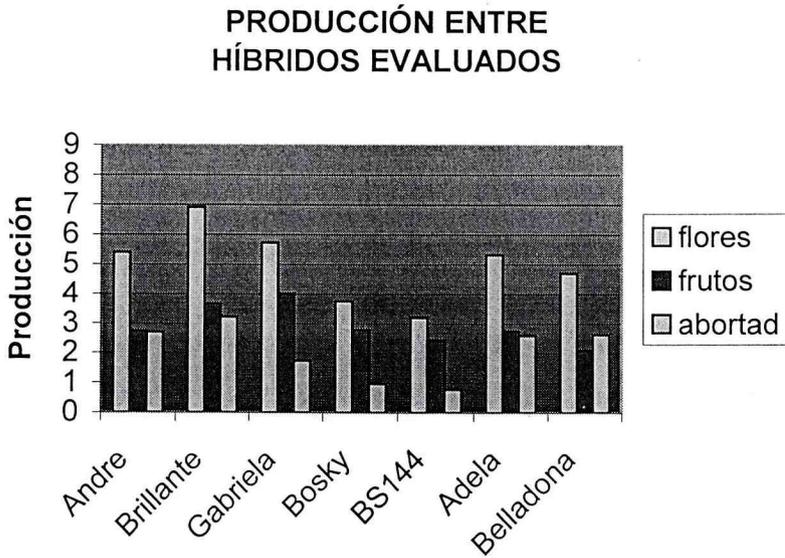


Figura 2 Variables: floración, amarre de frutos y aborción en el híbrido de tomate Bosky por racimo en invernadero en el otoño - invierno del 2001 - 2002 en la Comarca Lagunera CELALA 2003.

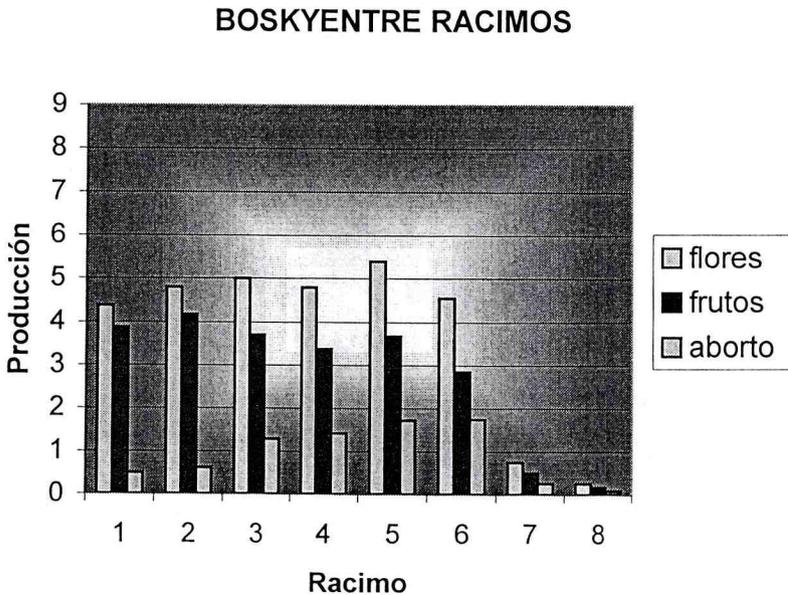


Figura 3 Variables: floración, amarre de frutos y aborción en el híbrido de tomate Andre por racimo en invernadero en el otoño - invierno del 2001 - 2002 en la Comarca Lagunera CELALA 2003.

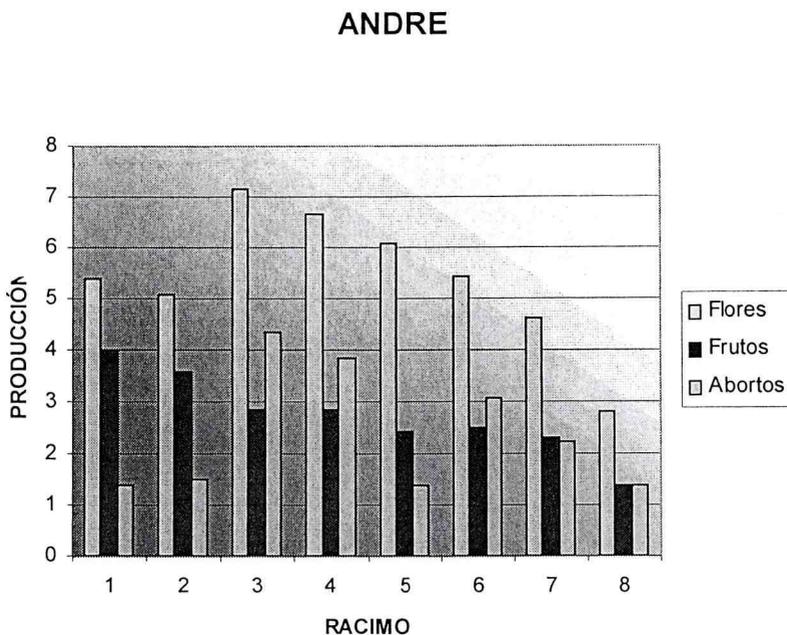


Figura 4 Variables: floración, amarre de frutos y aborción en el híbrido de tomate Gabriela por racimo en invernadero en el otoño - invierno del 2001 - 2002 en la Comarca Lagunera CELALA 2003.

