

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

División de Carreras Agronómicas



LA IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE TOMATE

POR

JESÚS RICARDO MARTÍNEZ ROCHA

MONOGRAFÍA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN MAQUINARIA
AGRÍCOLA**

TORREÓN, COAHUILA

SEPTIEMBRE DE 2006

MONOGRAFÍA QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:

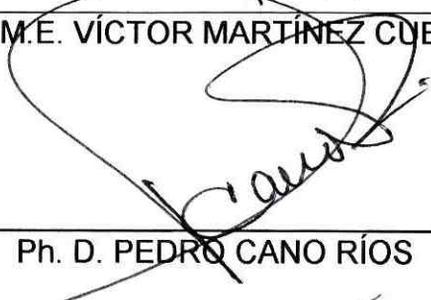
INGENIERO AGRÓNOMO EN MAQUINARIA AGRÍCOLA

APROBADA

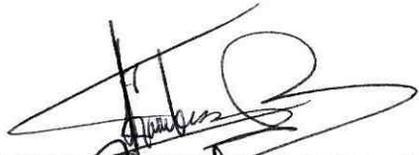
PRESIDENTE:


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL:


Ph. D. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL:


DR. FRANCISCO JAVIER SANCHEZ RAMOS

VOCAL SUPLENTE:


M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS:


M. C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAH.

SEPTIEMBRE DE 2006

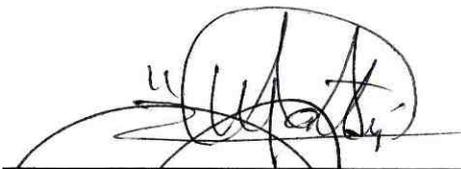
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

LA IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE TOMATE
POR

JESÚS RICARDO MARTÍNEZ ROCHA

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

ASESOR PRINCIPAL:


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR:


Ph. D. PEDRO CANO RÍOS

ASESOR:

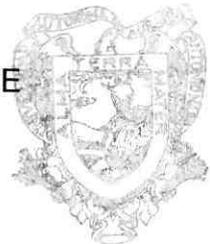

DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

VOCAL SUPLENTE:


M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS


M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

DEDICATORIA

A DIOS.

Por darme fuerza y fortaleza en momentos difíciles de mi carrera y de mi vida, por estar siempre cerca de mí y no dejarme solo, por darme razón de comprender a los que me rodean.

A MIS PADRES.

A mi madre: **JOSEFINA ROCHA** por darme la vida, por sus buenos consejos y estar conmigo en todo momento.

A mi padre: **JESÚS MARTÍNEZ ROJAS** por ser el pilar de mi familia, por apoyarme y brindarme su confianza en todo momento para lograr mis objetivos en la vida.

A MIS HERMANOS.

JORGE y YADIRA por que me han demostrado todo su cariño y afecto, por su apoyo, el cual me ha dado fuerzas para seguir adelante.

A MI ESPOSA.

CONCHIS: por estar siempre a mi lado y brindarme su cariño, afecto y comprensión lo cual me motivo para seguir adelante y terminar mi carrera.

A MIS HIJOS.

EMERSON, MARYFER Y RICARDO por ser el motivo de mi existencia.

AGRADECIMIENTO

A MI ALMA TERRA MATER. Por formarme como profesionista y haberme permitido llegar hasta el final de mi carrera y concluirla.

AL M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO por su confianza y apoyo brindado durante mi carrera y en la realización de este trabajo.

AL Ph. D. PEDRO CANO RÍOS, AL ING. ELISEO RAYGOZA SÁNCHEZ, AL M.C. JAIME LOZANO a todos ellos por su amistad y brindarme sus enseñanzas dentro y fuera de las aulas en mi formación como profesional.

AL DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS por brindarme su amistad, confianza y apoyo, durante mi carrera y permitirme participar como su asesorado en este trabajo de investigación el cual me lleva a la superación académica.

A MIS COMPAÑEROS DE GENERACIÓN

A TODOS USTEDES MUCHAS GRACIAS.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE GRÁFICAS.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
Producción mundial del cultivo.....	3
Principales países exportadores de tomate	7
Principales países importadores de tomate	9
Producción nacional.....	10
Producción regional	11
II DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.....	13
2.1 Origen del Tomate.....	13
2.2. Generalidades del tomate	14
2.3. Descripción taxonómica	14
2.4. Anatomía y botánica.....	15
2.4.1. Sistema radicular	16
2.4.2 Tallo principal	16
2.4.3 Hoja	16
2.4.4 Flor	17
2.4.5 Fruto	18

2.4.8 Semilla.....	21
2.5. Ciclo vegetativo.....	21
2.6 Fenología.....	24
2.6.1 Duración de las etapas fenológicas o fenofases	24
III CONDICIONES ECOLÓGICAS.....	26
3.1 Exigencias climáticas.....	26
3.1.1 Temperatura.....	26
3.1.2 Humedad.....	27
3.1.3 Horas Luz.....	27
3.2 Tipo de suelo.....	27
3.2.1 pH del suelo.....	28
3.3 Elección del material vegetal.....	28
3.3.1 Selección del material por región.....	28
3.3.2 Por el tipo de mercado al que se destinan.....	29
3.3.3 Por la resistencia a Patógenos.....	29
3.3.4 Principales tipos de tomate comercializado en el mundo.....	30
IV LABORES CULTURALES.....	33
4.1 Poda de formación.....	33
4.1.1 Aporcado y rehundido.....	33
4.1.2 Tutorado.....	33
4.1.3 Destallado.....	34
4.1.4 Deshojado.....	35
4.1.5 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos.....	35
4.2 Marcos de plantación.....	35

4.3 Riegos	36
4.3.1 Riegos en hidroponía.....	36
4.3.2 Fertirrigación.....	36
4.4 Fertilización	37
4.4.1 Análisis del suelo.....	37
4.4.3 Fertilización orgánica.....	38
4.5 Requerimientos nutricionales del cultivo	39
4.5.1 Macronutrientes	39
4.5.2 Micronutrientes	42
4.6. Requerimientos de nutrientes en cultivos en hidroponía	45
4.7 Manejo integrado de plagas y Enfermedades.....	47
4.8 Fecha de siembra.....	48
4.9 Selección de semilla.....	48
4.10 Densidad de siembra.....	48
4.11 Aporque.....	49
4.13 Control de plagas	49
4.13.1 Maleza	49
4.13.2 Control cultural.....	49
4.13.3 Siembra de cultivos de cobertura	50
4.13.4 Rotación de cultivos.....	50
4.13.5 Cultivos intercalados.....	51
4.13.6 Control mecánico.....	51
4.13.7 Control químico.....	51
4.14 Control de insectos, Ácaros y Enfermedades	52

4.14.1 Pulgón (<i>Aphis gossypii</i> , <i>Myzus persicae</i> , etc.).....	53
4.14.2 Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>)	54
4.14.3 Ácaros (<i>Aculops lycopersici</i>).....	56
4.14.4 Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia tabaci</i>)	57
4.14.5 Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>).....	58
4.14.6 Lepidópteros.....	59
4.14.7 Minadores de hoja o “Submarino”.....	62
4.14.8 Gusanos de suelo.....	63
4.14.9 Nemátodos	64
4.15 Enfermedades.....	67
4.15.1 Cenicilla	67
4.15.2 Podredumbre del fruto	68
4.15.3 Podredumbre blanca	70
4.15.4 Tizones.....	71
4.15.5 Marchitez por <i>Alternaria</i>	72
4.15.6 <i>Fusarium</i>	73
4.15.7 Marchitez por <i>Verticillium</i>	74
4.15.8 Marchitez pre emergente y post emergente o Damping-off.....	75
4.16 Enfermedades producidas por bacterias.....	76
4.16.1 Chancro bacteriano del tomate.....	76
Figura 30 (<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>).	76
4.16.2 Mancha negra del tomate	76
4.16.3 Roña o sarna bacteriana	77
4.16.4 Podredumbres blandas.....	78

4.17 Virosis en tomate.....	79
4.18 Enfermedades no parasitarias	81
4.18.3 Rajado de frutos	81
4.18.4 Otras alteraciones:.....	81
4.19 Cosecha y Poscosecha.....	82
4.19.1 Cosecha	82
4.19.2 Índice de cosecha.....	83
4.19.3 Etapa de cosecha.....	84
4.19.4 Forma de cosecha.....	84
4.19.5 Selección y clasificación.....	85
4.19.6 Transporte	86
4.19.7 Almacenamiento.....	86
4.20 Comercialización.....	87

V INVESTIGACIONES RECIENTES DEL TOMATE EN LA COMARCA

LAGUNERA.....	89
---------------	----

VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
-------------------------------------	-----

ÍNDICE DE GRAFICAS

GRAFICA 1	Evolución de la superficie de tomate establecida a nivel mundial.....	3
GRAFICA 2	Evolución de la superficie de tomate cosechada a nivel mundial.....	3
GRAFICA 3	Evolución de la superficie cultivada de tomate según países productores durante la década 1994-2003.....	4
GRAFICA 4	Superficie medida a la producción de tomate durante 1994-2003.....	5
GRAFICA 5	Producción mundial de Tomate según la FAO durante el periodo de 1992-2001.....	6
GRAFICA 6	Países Exportadores de Tomate a Nivel Mundial durante 2001.....	8
GRAFICA 7	Países Importadores de Tomate a nivel mundial durante el 2001.....	10
GRAFICA 8	Comportamiento del precio del tomate en el año 1999.....	11

ÍNDICE DE CUADROS

	Comercio Internacional de pasta de tomate en el mundo	
CUADRO 1	(2001-2002).....	7
CUADRO 2	Principales países productores de tomate.....	9
	Valores deseables de cada elemento en la solución nutritiva.	
CUADRO 3	[partes por millón].....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	Tallo de Tomate.....	17
FIGURA 2	Hojas de Tomate.....	17
FIGURA 3	Fruto de tomate.....	19
FIGURA 4	Etapas fonológicas o fenofases.....	20
FIGURA 5	<i>Aphis gossypii</i> , <i>Myzus persicae</i>	54
FIGURA 6	<i>Tetranychus urticae</i>	54
FIGURA 7	<i>Aculops lycopersici</i>	56
FIGURA 8	<i>Bemisia argentifolii</i>	57
FIGURA 9	<i>Frankliniella occidentales</i>	58
FIGURA 10	<i>Trichoplusia ni</i>	60
FIGURA 11	Hoja con minas de <i>Liriomyza trifolii</i>	62
FIGURA 12	<i>Liriomyza trifolii</i>	62
FIGURA 13	<i>Philophaga</i> sp.....	64
FIGURA 14	<i>Heliothis zea</i>	64
FIGURA 15	Nódulos formados por nematodos.....	65
FIGURA 16	<i>Heterodera</i> sp.....	65
FIGURA 17	<i>Leveillula taurina</i>	67
FIGURA 18	<i>Botrytis cinerea</i>	68

FIGURA 19	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	70
FIGURA 20	Hojas de tomate infestadas por <i>Phytophthora infestans</i>	71
FIGURA 21	Hojas de tomate infestadas por <i>Phytophthora infestans</i>	71
FIGURA 22	Anillos concéntricos de <i>Alternaria solani</i>	72
FIGURA 23	<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i>	73
FIGURA 24	<i>Verticillium dahliae</i>	74
FIGURA 25	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>Michiganensis</i>	76
FIGURA 26	<i>Pseudomonas syringae</i> p.v. <i>tomato</i>	76
FIGURA 27	<i>Xanthomonas campestris</i> p.v. <i>vesicatoria</i>	77
FIGURA 28	<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>Carotovora</i>	78

INTRODUCCIÓN

EL tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) ocupa el tercer lugar en el comercio mundial de hortalizas, luego de las fábaceas (29%) y de la papa. Su origen se localiza en la región andina, que se extiende desde el sur de Colombia hasta el norte de Chile, pero al parecer fue en México donde esta planta se domesticó. Durante el siglo XVI se consumían en este país, tomates de distintas formas y tamaños, que a su vez también eran servidos como alimento en España e Italia. En otros países europeos, este producto era utilizado únicamente para fines farmacéuticos, es el caso de Alemania hasta comienzos del siglo XIX (Esquinas y Nuez, 2001).

Los europeos difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos. De igual manera a Estados Unidos y Canadá. Este cultivo ha adquirido importancia económica en todo el mundo por generar más empleos y divisas, y cuenta con la mejor tecnología de producción, tanto en campo como en invernadero; razón por la cual, esta especie es considerada como uno de los cultivos más redituables y de mayor explotación en nuestro país (Esquinas y Nuez, 2001).

El tomate en fresco se puede encontrar actualmente en los grandes mercados consumidores durante todas las épocas del año; sin embargo su condición de cultivo de verano hace que se presenten oscilaciones de la calidad ya que el precio fuera de temporada debe ser producido bajo condiciones de abrigo o de invernadero (Rodríguez, 2001).

Este cultivo, requiere de ciertas condiciones climáticas para su desarrollo y producción, los cuales pueden ser afectados por factores del medio ambiente (temperatura, suministro de agua, energía solar). Esto repercute de manera directa en las funciones fisiológicas y metabólicas de la planta, por lo tanto en el rendimiento y productividad del cultivo (Morgan, 2001).

En los últimos años, la producción de hortalizas ha sufrido cambios tecnológicos debido a la aplicación de nuevas técnicas (riego por goteo, acolchados, invernaderos, ferti-irrigación.), que reduce los efectos negativos del medio ambiente, estas tecnologías además de elevar los rendimientos mejoran la eficiencia del uso de agua y elementos nutritivos en el riego favoreciendo la producción de frutos de mayor calidad. El tomate es el cultivo más extensamente explotado bajo condiciones de invernadero debido a que las producciones sobrepasan las 400 toneladas por hectárea (Cotter y Gómez, 1981).

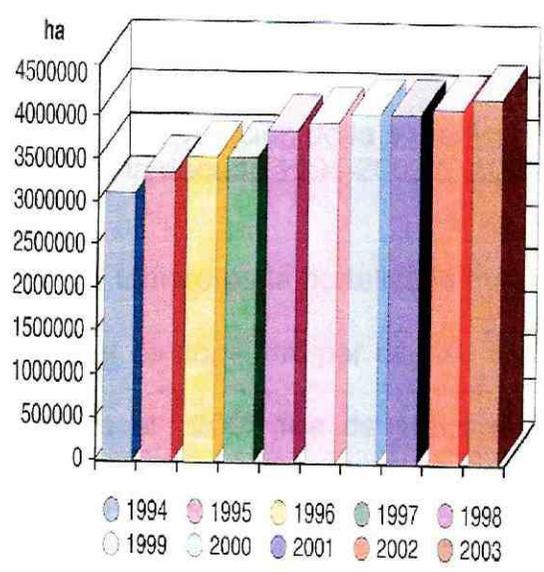
El producir este cultivo bajo condiciones de hidroponía hace necesaria la utilización de diferentes sustratos como medios de cultivo, además de la aplicación de los nutrimentos, los cuales son requeridos por la planta para su crecimiento, desarrollo y transformación de una elevada producción, logrando obtener frutos de buena calidad para el mercado nacional e internacional (Infoagro, 2002).

En ocasiones, los elementos esenciales que requiere la planta pueden o no estar presentes en el sustrato, por lo que buscan alternativas para corregir este problema, como es el caso de las aplicaciones foliares. Cuando se busca obtener un buen rendimiento en el cultivo, es necesario tomar en cuenta un importante factor como la nutrición vegetal ya que este, es de gran importancia para la calidad

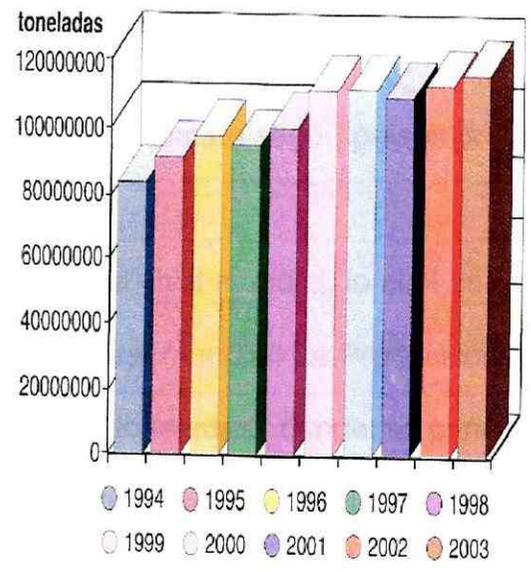
de los frutos que se desea obtener, evitando deficiencias de nutrientes en el cultivo (Ramírez *et al.*, 1992).

Producción mundial del cultivo

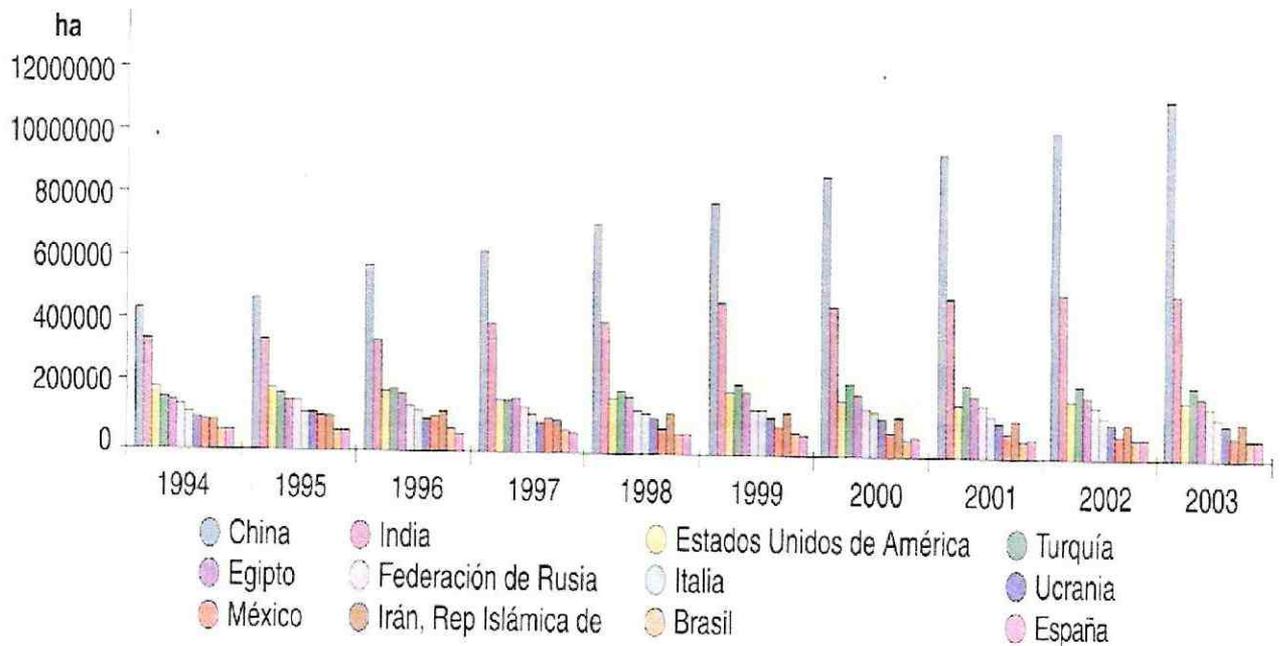
Durante los últimos cinco años, la producción de tomate no ha tenido crecimientos significativos, excepto en Asia, donde se incremento a una tasa anual promedio de 5%. Los pequeños incrementos observados en el resto de los continentes van desde -1% hasta el 2%, se deben principalmente a un nivel mayor de rendimiento, en proporción mayor que las superficies cultivadas (FAO, 2001)



Gráfica 1. Evolución de la superficie de tomate establecida a nivel mundial (FAO, 2003).

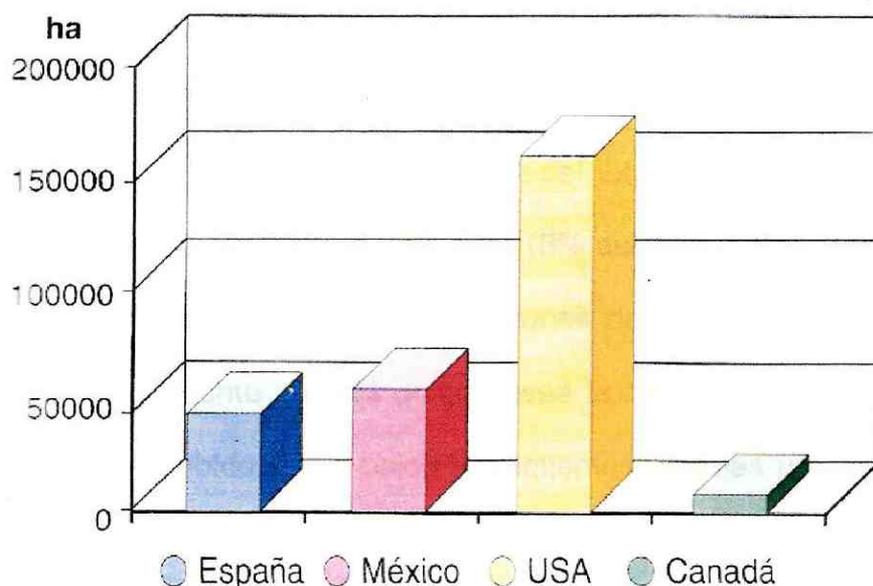


Gráfica 2. Evolución de la superficie de tomate cosechada a nivel mundial (FAO, 2003).



Gráfica 3. Evolución de la superficie cultivada de tomate según países productores durante la década 1994-2003.(FAO, 2003).

El tomate es la hortaliza la más difundida a nivel mundial, lo cual se refleja en su nivel de consumo per cápita de 17 K a nivel mundial. La Producción mundial durante el 2002 fue de 108,5 millones de toneladas; donde el principal país productor del mundo fue China con 25,5 millones de toneladas seguido por Estados Unidos con 12,3 millones de toneladas (FAO, 2001).



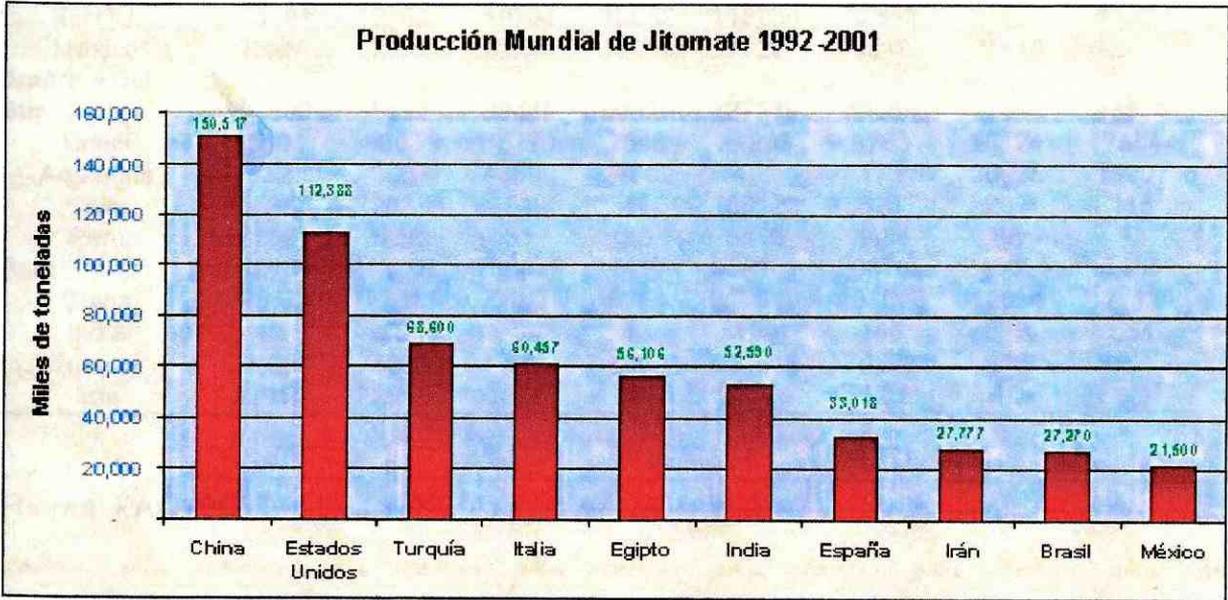
Gráfica 4. Superficie medida a la producción de tomate durante 1994-2003 (FAO, 2003).

Pocas son las hortalizas que a nivel mundial presentan una demanda tan alta como el jitomate. Su importancia radica en que posee cualidades para integrarse en la preparación de alimentos, ya sea cocinado o crudo en la elaboración de ensaladas. En los últimos años, la producción mundial se ha mantenido estable, con un nivel promedio anual de 86 millones de toneladas FAO, 2003).

Según datos de la FAO de la ONU, los principales productores de tomate son China, Estados Unidos, Turquía, Italia, Egipto e India, países que conjuntamente han producido durante los últimos 10 años el 70% de la producción mundial (FAO, 2003).

A nivel continental, según los reportes de FAO, Asia participa con poco más del 50%, seguida de América con 20%, Europa 15% y el resto proviene de Oceanía y África. Durante el periodo analizado (últimos 10 años), China ha sido el

principal productor mundial de jitomate en el mundo al promediar 15 millones de toneladas anuales (17% del total mundial), seguida de los Estados Unidos de América con 11 millones de toneladas (12 % del total mundial). Turquía produce anualmente cerca de 7 millones de toneladas (8% del total mundial), Italia y Egipto participan en promedio cada uno con 6 millones de toneladas anuales (7% del total mundial), y finalmente la India quien posee la mayor superficie destinada al cultivo del jitomate, debido a sus bajos rendimientos, apenas produce 5 millones de toneladas (6% del total mundial) (FAO, 2003).



Gráfica 5. Producción mundial de Tomate según la FAO durante el periodo de 1992-2001.

Cuadro 1.- Comercio Internacional de Pasta de Tomate en el mundo (2001-2002).

	2001				2002			
	Exportaciones		Importaciones		Exportaciones		Importaciones	
	Cantidad	Valor (US\$ X 1000)	Cantidad (t)	Valor (US\$X 1000)	Cantidad	Valor (US\$ X 1000)	Cantidad (t)	Valor (US\$ X 1000)
Mundo	1798923	1071394	1535308	936579	1927424	1278177	1632802	1099150
Europa	954124	602928	600943	346344	1044229	752955	678260	426565
Italia	611228	378665	108616	44374	657218	486063	158668	82984
España	76232	64197	16132	8475	124849	105247	15168	9797
Grecia	116825	68166	8607	3886	101791	74912	8714	4679
Portugal	114097	65704	2580	1561	117537	73520	2039	1227
Holanda	4168	2041	35977	19743	5170	2958	34373	22045
Reino Unido	915	26894	108852	76699	1499	2112	105084	78456
África	29838	1119	187211	147757	36638	35244	243677	224924
Marruecos	1099	3666	915	528	1630	3956	191	244
Egipto	64	62	779	493	137	110	172	107
América del Norte	114362	86346	127655	90465	124931	9123	134968	93383
EE.UU.	108191	79704	19704	13882	115206	82812	21937	13862
México	4826	5188	22744	13654	7722	6615	25418	16314
América del Sur	157390	86192	99445	50920	127379	69869	77843	44514
Brasil	19506	9083	15779	7546	21233	9783	15124	7554
Argentina	532	306	48598	21602	402	173	26935	13907
Chile	130885	72635	51	44	100120	56247	237	115
Perú	6339	3950	31	23	5473	3481	88	73
Asia	512134	242167	256079	174171	559101	298702	246824	174650
China	298374	117813	6102	3254	373519	188668	12654	7112
India	40	28	8	13	136	145	878	654
Turquía	123353	74933	14	9	113516	70522	856	754
Irán	52044	22541	SD	SD	24376	11289	SD	SD

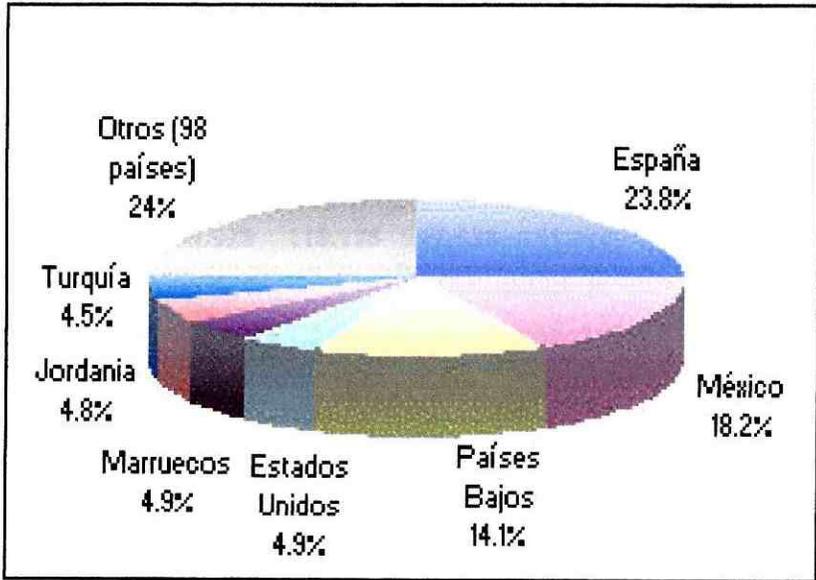
Fuente: FAO, 2003.

Principales países exportadores de tomate

Asia lidera la producción con el 49% del total, seguida por América y Europa que exportan participaciones del 21% y 18%, respectivamente. El Volumen de exportaciones durante el año 2001 fue de 4,24 millones de ton, donde el mayor exportador del mundo fue España con 1 millón de toneladas y seguido por México con 771 mil toneladas. Europa abarca la mitad de las exportaciones mundiales de

tomate, el 50% restante corresponde a los continentes de América (28%), Asia (18%) y África (5%) (FAO, 2003).

El mayor crecimiento en las exportaciones de este producto en los últimos cinco años lo reporta América con el 4%. Los principales países exportadores han mostrado dinámicas estables, mientras que, países como Estados Unidos, Jordania y Turquía muestran tasas de crecimiento anual promedio para el último quinquenio que oscilan alrededor del 5% (FAO, 2003).



Gráfica 6. Países Exportadores de Tomate a Nivel Mundial durante 2001.

Cuadro 2. Principales países productores de tomate

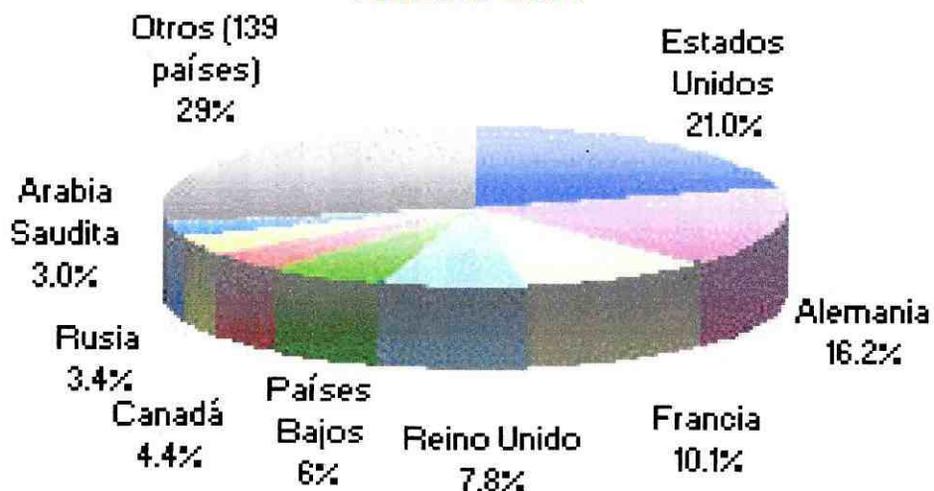
País	2000	2001	2002	2003	2004	Promedio quinquenio	
	miles de toneladas	miles de ton	% del total				
China	22.325	24.116	27.153	28.843	30.142	26.516	23,7
Estados Unidos	11.559	10.002	12.383	10.522	12.766	11.446	10,2
Turquía	8.89	8.425	9.45	9.82	8	8.917	8,0
India	7.43	7.24	7.46	7.6	7.6	7.466	6,7
Italia	7.538	6.529	5.75	6.652	7.497	6.793	6,1
Egipto	6.786	6.329	6.778	6.78	6.78	6.69	6,0
España	3.766	3.972	3.98	3.849	4.367	3.987	3,6
Irán	3.191	3.009	4.109	4.2	4.2	3.742	3,3
Brasil	2.983	3.103	3.653	3.694	3.42	3.371	3,0
México	2.086	2.183	1.99	2.148	2.148	2.111	1,9
Argentina	693	648	668	670	675	671	0,6
Resto del mundo	32.246	31.373	31.751	32.851	33.778	30.398	27,1
Total	109.493	106.929	115.125	117.628	121.372	112.107	100,0

Fuente: FAO, 2003.

Principales países importadores de tomate

El volumen de importaciones durante el año 2001 fue de 3920 millones de toneladas, siendo el mayor importador del mundo Estados Unidos con 823 mil toneladas. Donde el principal país que cubre la demanda de esta hortaliza es México; el cual exporta a Estados Unidos alrededor del 86.3% del total demandado, representando 672.5 millones de dólares (FAO, 2003).

Principales países importadores de Tomate 2001



Gráfica 7. Países Importadores de Tomate a nivel mundial durante el 2001 (FAO, 2003)

Producción nacional

Las hortalizas son 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. El valor de la producción de tomate aporta el 25% del valor total 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 1,250 hectáreas de invernadero en producción y 365 mil hectáreas en construcción; es decir, un 30% de crecimiento anual. La proyección para el 2005, es alcanzar las 3,000 hectáreas (Castellanos, 2003; USDA 1991).

Grafica comparativa del precio de venta del jitomate en el año 1999



Gráfica 8. Comportamiento del precio del tomate en el año 1999 (SAGARPA, 2001).

Producción regional

La producción de tomate en La Comarca Lagunera durante el 2001 alcanzó las 905 hectáreas bajo cielo abierto, representando el 12 % del total nacional, con un rendimiento regional promedio de 18 ton/ha, equivalente a un poco más de 34.3 millones de pesos en valor de la producción (SAGARPA, 2001) y alrededor de 5 hectáreas bajo condiciones de invernadero. La producción bajo cielo abierto se realiza durante el ciclo primavera-verano en los meses de junio-agosto, obteniéndose rendimientos y precios bajos representando ganancias mínimas para los productores y en ocasiones pérdidas considerables (SAGARPA, 2001).

Una alternativa para la Región Lagunera sería efectuar el cultivo en otoño-invierno, meses donde el mercado norteamericano presenta una fuerte demanda del producto siendo una alternativa de exportación hacia el principal país que compra a México (FAO, 2000).

II DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

2.1 Origen del Tomate

El jitomate o tomate rojo (*Lycopersicon esculentum* Mill) es originario de una planta silvestre nativa en la vertiente occidental de Los Andes, entre Perú y Ecuador. En América Central se encuentran variedades silvestres que aún no se explotan a nivel comercial. El profesor emérito de horticultura de la Universidad de California, Charles Rick, se valió de marcadores de moléculas para determinar su descendencia. Si embargo el centro de domesticación de esta hortaliza es en México en Chichenitza, centro del imperio Maya. Sin embargo la palabra tomate proviene del náhuatl "xitli" (ombligo) y "tinatlm" (tomati o tomatera) y es el nombre común que se le ha dado a una planta herbácea de tallo voluble, largo y cubierto por numerosos pelos. Por lo que de allí proviene su nombre de *Lycopersicon* de la palabra *Lycantropo* (lobo) (Williams, 1990).

El origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó, quizá porque crecería como arvense entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido llevado a España y servían como alimento también en Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta inicios del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, y de Europa se difundió a Estados Unidos y Canadá (Marroquín, 2005).

2.2. Generalidades del tomate

El tomate es considerado a nivel mundial la hortaliza de mayor demanda. Además del sabor, hay buenas razones para comer este fruto, ya que es rico en su alto valor nutricional, contenido de vitaminas A, C y E, también contiene calcio, potasio y sales minerales así como licopeno, es ultimo relacionado con un inhibidor en el desarrollo de cierto tipo de canceres. Es un refrescante y poderoso aperitivo, por lo que se utiliza como ingrediente en muchísimos platillos el cual puede consumirse de diferentes maneras en fresco, puré, deshidratado, en salsas, guisos, etc. Entre las diferentes variedades que se producen en México, se encuentra el tomate rojo saladette, cherry, jitomate verde y otras variedades como el criollo, tan pequeño como una uva, que se da en la selva de Chiapas. Comparado con otros vegetales, los frutos de tomate son menos perecederos y resistentes a daños de transporte (Berenguer, 2003).

2.3. Descripción taxonómica

El tomate *Lycopersicon esculentum* es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas. Los miembros de esta familia presentan haces vi colaterales y una estructura floral modelo K (5) [C(5) A(5)] G(2). Las flores radiales y con cinco estambres, el ovario contiene numerosos primordios seminales, produciendo bayas polispermas. A continuación se hace una descripción según (Esquinas y Nuez, 2000).

Reino	Vegetal
Subreino	Embriofitas
División	Antofitas
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Solanaes (Personatae)
Familia	Solanáceas
Subfamilia	Solanoideae
Tribu	Solaneae
Género	<i>Lycopersicon</i>
Especie	<i>Esculentum</i>
Nombre científico	<i>Lycopersicon esculentum</i>

(Esquinas y Nuez, 2000).

2.4. Anatomía y botánica

Esta planta silvestre que mide de 50 cm a un metro de altura. Su fruto es de diferentes tamaños y formas: redondo, forma globosa, aplanada u ovalada, dependiendo del tipo; su color es uniforme (anaranjado rojizo a rojo intenso; amarillo claro), su apariencia es lisa y con las cicatrices correspondientes a la punta floral y al pedúnculo. Dentro de la baya se contiene un gran número de semillas aplanadas y reniformes. Las hojas son lobuladas con los bordes dentados. Las flores pentámeras se reúnen en ramilletes laterales y son amarillas. Aunque sus hojas son venenosas (pertenece a la familia de las solanáceas, que incluye al tóxico beleño (*Hyoscyamus niger*) y a la letal belladona (*Atropa belladonna*), algún audaz campesino maya se percató de que el fruto era comestible (FAO, 2001).

2.4.1. Sistema radicular

La raíz principal es (corta y débil), las raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal del exterior al interior encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes), córtex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (Ruiz, 2002).

2.4.2 Tallo principal

Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura interna, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o córtex, 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. Los tallos son cilíndricos en plantas jóvenes y angulosos en plantas maduras, alcanzando alturas de 0.4 a 2 m, presenta un crecimiento simpódico, donde el tallo inicialmente es erecto, pero al crecer debido a su poca consistencia se vuelve rastrero, siendo necesario su manejo con tutores cuando se cultiva en invernadero (Ruiz, 2002).

2.4.3 Hoja

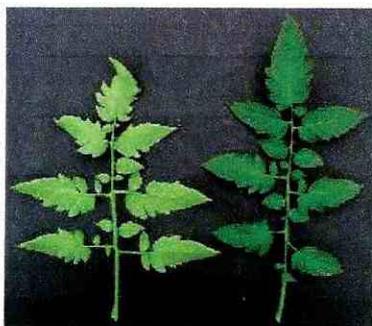
Compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alterna sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está

recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de una nervadura principal (Garza, 1985).

El tomate pertenece a la familia de las solanáceas. Es una planta herbácea, perenne, pero se cultiva casi universalmente como una planta anual, por ser susceptible a daño por heladas y daño por enfriamiento (Almaguer, 1979).



Tallo y hojas



© Samuel Contreras

Figuras 1 y 2. Tallos y hojas

2.4.4 Flor

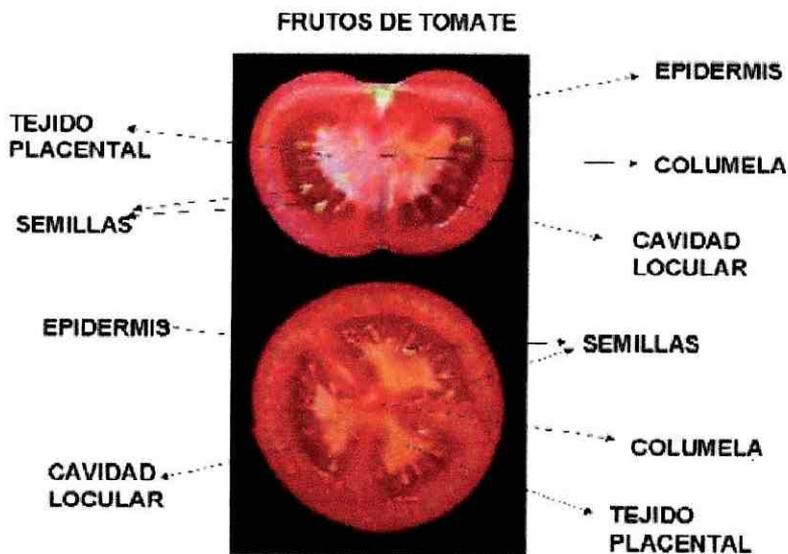
Perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135° , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores

se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales. 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. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (Garza, 1985).

2.4.5 Fruto

El fruto de tomate corresponde a una típica baya, generada a partir de un ovario sincárpico de dos o más carpelos, con una placentación axial, y con numerosos óvulos. Esta baya en madurez presenta un pericarpio carnoso, que encierra dos o más lóculos y una placenta con una parte carnosa en el eje central y con una parte gelatinosa que llena parcialmente los lóculos, en la cual se ubican las numerosas semillas. Una característica destacable de los frutos es que poseen una piel o exocarpio complejo, formada por una capa de células pequeñas, con una prominente cutícula muy cutinizada (epidermis) y dos a cuatro capas de células colenquimatosas (hipodermis). Esto le confiere una de gran resistencia física y, además, una baja permeabilidad ya que no hay estomas. La coloración de los frutos maduros varía desde amarillo a rojo y está dada por la degradación de la clorofila y el desarrollo de pigmentos carotenoides (amarillo-anaranjados) y licopeno, pigmento típico de este fruto, de color rojo (Gebhart y Matthews, 1988).

El fruto de tomate corresponde a una típica baya con numerosos óvulos. Esta baya en madurez presenta un pericarpio carnoso, que encierra dos o más lóculos y una placenta con una parte carnosa en el eje central y con una parte gelatinosa que llena parcialmente los lóculos, en la cual se ubican las numerosas semillas. El fruto tiene una gran resistencia física y, además, una baja permeabilidad ya que no hay estomas (poros). La coloración de los frutos maduros varía desde amarillo a rojo y está dada por la degradación de la clorofila y el desarrollo de pigmentos carotenoides (amarillo-anaranjados) y licopeno (color rojo). (Kerby *et al.*, 1990).



© Samuel Contreras

Figura 3. Fruto de tomate

El tomate cultivado corresponde, básicamente, a *L. esculentum*, aunque también se cultiva una fracción de la variedad botánica *cerasiforme* y de *Lycopersicon pimpinellifolium* (cherry, cereza, o de cocktail). El mejoramiento ha

generado muchas variedades distintas para fines muy específicos (Krarup y Kerby *et al.*, 1990).

2.4.6 Raíz

El sistema radical alcanza una profundidad de hasta 2 m, con una raíz pivotante y muchas raíces secundarias. Sin embargo, bajo las condiciones habituales de cultivo, el trasplante daña la raíz pivotante y resulta en un sistema muy ramificado, en que dominan raíces adventicias las cuales se concentran en los primeros 30 cm del perfil. La extensión lateral, a su vez, es limitante por el uso de implementos mecánicos de control de maleza (Almaguer, 1979).

2.4.7 Tallos

Los tallos son ligeramente angulosos, semileñosos, de grosor mediano y con tricomas (vellosidades), simples y glandulares. Sobre ellos se disponen hojas de tamaño medio a grande (10 a 50 cm), alternas y también con tricomas. Se presentan flores agrupadas en una inflorescencia que semeja a un racimo, nombre vulgar con que se conoce esta estructura. Cada "racimo" usualmente tiene entre 7 a 12 flores. Las flores son perfectas (tienen ambos sexos y todas las estructuras), con 5 o más pétalos de color amarillo intenso que se alternan con los sépalos. La polinización ocurre por autofecundación generalmente, luego viene la fase de cuaja del fruto (Bidwell, 1979).

2.4.8 Semilla

La semilla del tomate presenta forma lenticular con dimensiones aproximadas de 5X4X2 mm, esta constituida por un embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión esta constituido a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula (Chamorro, 2001).

2.5. Ciclo vegetativo

Existen variedades de ciclo corto y largo. El cultivo de ciclo corto se utiliza como cultivo secundario en el otoño y como cosecha principal al principio de la primavera. Este cultivo es típico de la región del mediterráneo (Bidwell, 1979).

El ciclo otoño-invierno es el de mayor producción de tomate en México, el cual es el ciclo secundario, no obstante hay que insistir en que son las variedades indeterminadas las más frecuentes en cultivo de invernadero, (Almaguer, 1979).

El tomate puede presentar básicamente dos hábitos de crecimiento: determinado e indeterminado. La planta indeterminada es la normal y se caracteriza por tener un crecimiento extensivo, postrado, desordenado y sin límite. En ella, los tallos presentan segmentos uniformes con tres hojas (con yemas) y una inflorescencia, terminando siempre con un ápice vegetativo. A diferencia de esta, la planta determinada tiene tallos con segmentos que presentan progresivamente menos hojas por inflorescencia y terminan en una inflorescencia, lo que resulta en un crecimiento limitado (Almaguer, 1979).

La gran diversidad resultante se traduce en la existencia actual de cultivares de polinización abierta e híbridos que difieren en características como hábito de crecimiento (determinado, semi-determinado e indeterminado), resistencia a enfermedades (V= Verticillium, F=Fusarium, TMV= Tobacco Mosaic Virus, N= Nematode, etc.), precocidad (precoces, intermedios y tardíos), tamaño de frutos (pequeño, medio y grande), color de frutos (amarillo, rosado y rojo), forma de los frutos (redondo a cuadrado), duración en postcosecha (tradicional, intermedio y larga vida), etc. (Rodríguez, 1991).

Tipo industrial: los cultivares para la agroindustria son de hábito determinado, de producción y maduración concentrada, con frutos con pedúnculo no articulado (jointless), pequeños, de forma redonda-cuadrada a piriforme, de color rojo intenso, de alto contenido de sólidos solubles, de viscosidad media a alta, duros, etc. Algunos cultivares tradicionales son Roma, San Marzano y UC-82, y otros que se usan en el país como: Heinz 8773, Nema 1400, NK 4781 y Peto 9889 (Diez, 1999).

- Tipo fresco tradicional: en contraste al tipo anterior, en general, son plantas de hábito indeterminado, de producción y maduración prolongada, con frutos grandes, de forma redonda, globosa o achatada, de color rojo, de muy alto sabor, más o menos blandos, etc. Los cultivares de este tipo son de polinización abierta y de amplia adaptación. Algunos cultivares de este tipo son: Ace 55, Beefsteak, Cal Ace, Costaluto, Marglobe, Marmande, Packmor y "Redondo Liso" (Diez, 1999).

- Tipo fresco moderno: este es el grupo más numeroso e incluye una gran cantidad de híbridos mejorados para rendimiento y sus características auxiliares, para precocidad, para resistencia a transporte, etc. Pueden ser plantas de hábito determinado grandes o indeterminado, con resistencia a varias enfermedades (V-F-N-Asc-St-TMV, etc.), de frutos medios a grandes (150 a 250 g), semi-duros, de sabor más bien pobre, etc. Algunos cultivares usados en Chile son: BHN-7, Empire, EF-50, Sunbeam, MonteCarlo, Peto 7718 VF, Pik-Rite, Robin, Sunrise y Valerie (Diez, 1999).
- Tipo fresco invernadero: las condiciones productivas particulares requieren de cultivares mejorados de manera específica para estos fines. En general, son plantas indeterminadas, capaces de cuajar a bajas temperaturas, que responden bien a la poda, de resistencia a múltiples enfermedades, de frutos redondo-achatados, medios a grandes, semi-duros y duros, de sabor regular, etc. Algunos cultivares usados en el país son: Carmelo, Fortaleza, Max, Kastalia y Robin (Diez, 1999).
- Tipo fresco larga vida: tipo de tomate reciente que se distingue por haber sido mejorado específicamente para una más prolongada conservación en poscosecha. Los cultivares mejorados con mutantes ya se usan en Chile, por ej. FA-144 y Madrila, y los mejorados por biotecnología todavía no han sido introducidos comercialmente en el país, por ej. Flavr Savr o sus derivados Mcgregor y otros. Estos cultivares se usan en cultivos para fresco, al aire libre o en invernaderos, y sus frutos son similares a otros, excepto en su larga vida útil en poscosecha y en su gran dureza (Diez, 1999).

- Tipo cereza o cocktail: cultivo restringido en el país y se caracteriza por producir frutos de tamaño muy pequeño (1 a 3 cm de diámetro). Las plantas son, en general, de hábito indeterminado, de racimos largos con muchos frutos, de color y sabor muy intensos. Algunos cultivares del tipo son: Small Fry, Super Sweet 100, Sweet Cherry y Sweet Chelsea (Diez, 1999).

2.6 Fenología

2.6.1 Duración de las etapas fenológicas o fenofases

La fenología del cultivo comprende las etapas que forman su ciclo de vida, dependiendo de la etapa fenológica de la planta, así sus demandas nutricionales, necesidades hídricas, susceptibilidad o resistencia a insectos y enfermedades. En el cultivo del tomate, se observan 3 etapas durante su ciclo de vida.

Inicial. Comienza con la germinación de la semilla. Se caracteriza por el rápido aumento en materia seca, la planta invierte su energía en la síntesis de nuevos tejidos de absorción y fotosíntesis (Hunziker, 1979).

Vegetativa. Esta etapa se inicia a partir de los 21 días después de la germinación y dura entre 25 a 30 días antes de la floración. Requiere de mayores cantidades de nutrimentos para satisfacer las necesidades de las hojas y ramas en crecimiento y expansión (Hunziker, 1979).

Reproductiva. Se inicia a partir de la fructificación, dura entre 30 ó 40 días y se caracteriza porque el crecimiento de la planta se detiene y los frutos extraen los nutrientes necesarios para su crecimiento y maduración (Hunziker, 1979).

Dentro del cultivo de Tomate, existen variedades o genotipos que se caracterizan por el ciclo de vida de cada uno de ellos, los cuales se pueden dividir en dos ciclos determinados e indeterminados, donde los primeros como su nombre lo indica tienen una vida reproducción determinada o limitada, sin embargo en los ciclos indeterminados o también conocidos como tomates de ciclo largo, la producción de ellos finaliza al momento de que la planta muere, ya sea por causas naturales (senescencia), por factores climáticos como heladas, o por problemas con enfermedades u otro tipo de patógenos que le producen lesiones o necrosis (Rodríguez, 1999).

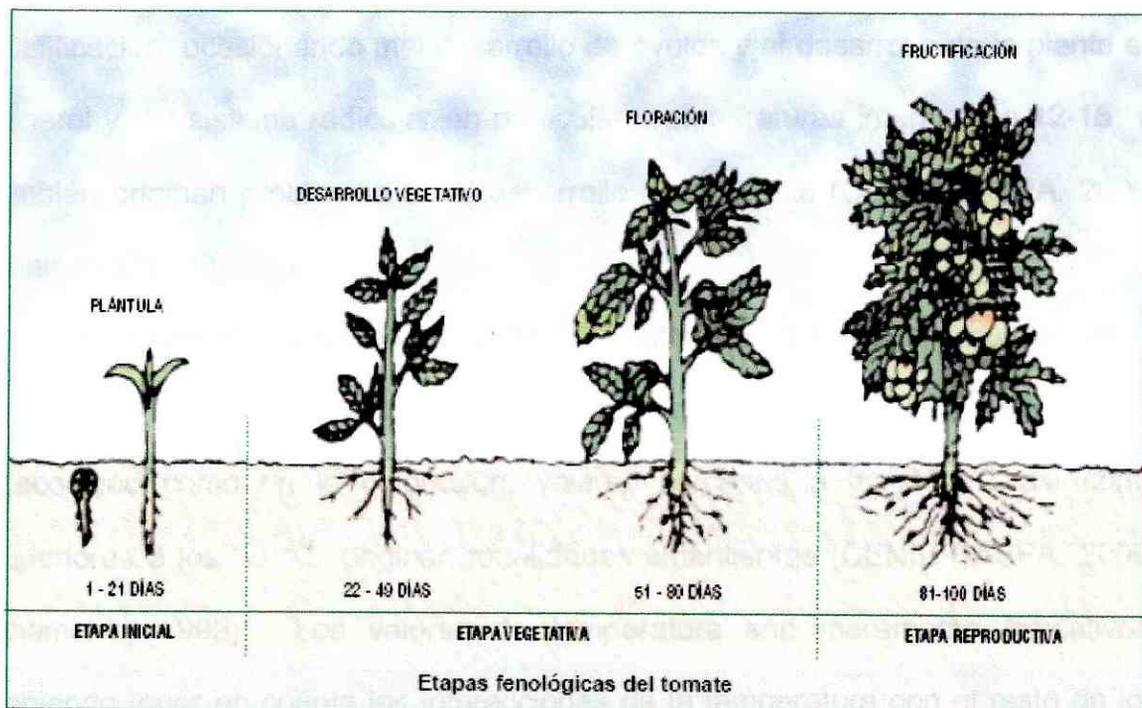


Fig. 4 Etapas fonológicas o fenofases (Perez *et al.*, 1996).

III CONDICIONES ECOLÓGICAS

3.1 Exigencias climáticas

El manejo racional de los factores climáticos de forma integrada 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 (CENID-RASPA. 2000; Chamarro, 1999).

3.1.1 Temperatura

El tomate es menos exigente en temperatura que la berenjena y el pimiento. La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30 ° C durante el día y entre 1 y 17 °C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35 °C afectan a la fructificación, ocasionando mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta (CENID-RASPA. 2000; Chamarro, 1999).

A temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está influida por la temperatura la precocidad como en la coloración, valores cercanos a los 10 °C así como superiores a los 30 °C originan tonalidades amarillentas (CENID-RASPA. 2000; Chamarro, 1999). Los valores de temperatura son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los parámetros climáticos (Chamarro, 1999).

3.1.2 Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre un 60 % y un 80 %. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades foliares y el agrietamiento del fruto, 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 del suelo o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (CENID-RASPA. 2000; Chamarro, 1999).

3.1.3 Horas Luz

Fotoperíodos reducidos pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna, nocturna y el fotoperíodo (Chamarro, 1999; Esquinas y Nuez, 1999).

3.2 Tipo de suelo

La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a tipos de suelo, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillo-arenoso (Fitzpatrick, 1984; Geisenberg y Stewart, 1986).

3.2.1 pH del suelo

En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando son de tipo arenoso. Es la especie cultivada en invernadero, es más tolerante a las condiciones de salinidad tanto del suelo como de agua de riego (Fitzpatrick, 1984; Geisenberg y Stewart, 1986).

3.3 Elección del material vegetal

3.3.1 Selección del material por región

En adición a las características del suelo y clima, el material que se sembrará debe ser seleccionado por su rendimiento potencial, adaptabilidad a la zona, hábitos de crecimiento, tiempo de maduración y resistencia a plagas, y enfermedades (Villela, 1993).

a) Ciclo determinado: La polinización de las flores apicales detiene el crecimiento, con un rendimiento potencial de 3,000 cajas de 45 lb/ha.

b) Ciclo indeterminado: enredo, flores y frutos simultáneos, con rendimiento potencial de 4,000 cajas de 45 lb/ha.

Los tomates que se utilizan en la industria de fabricación de pastas son usualmente de tipo determinado. Los tomates de ensalada y de mesa, o tipo ciruelo son usualmente indeterminados. También es importante seleccionar el material para una región específica, de acuerdo con el tiempo de maduración. En la actualidad se reconocen tres tiempos de maduración (días después del

transplante):a) Precoz: 65-80 días, b) Intermedio: 75-90 días, y c) Tardío: 85-100 días (Villela, 1993).

3.3.2 Por el tipo de mercado al que se destinan

La calidad de los frutos es la que determina el mercado final del producto. Su aceptación en el mercado, a diferencia del resto de características de cada variedad, la fijan el empacador, transportista, distribuidor, comprador y consumidor. Son importantes: el color, sabor, la uniformidad, ausencia de defectos, facilidad de empaque y manipulación, forma del fruto, tiempo y capacidad de maduración, firmeza, y número de semillas, exportación, consumo interno y destino (Cuartero y Báugena, 1990).

3.3.3 Por la resistencia a Patógenos

Es conveniente conocer las características de cada variedad de tomate, en cuanto a su resistencia contra hongos, bacterias, nemátodos y virus. En general, este cultivo es altamente demandante de nutrientes y responde bien al riego y la fertilización, cuenta con variedades bien adaptadas a climas cálidos y templados, por lo que la principal limitante en la producción suele ser el ataque de plagas y enfermedades. Los rendimientos promedio reportados en campo están muy por debajo del rendimiento potencial del cultivo, en ausencia de plagas y Enfermedades (Anónimo, 2003).

3.3.4 Principales tipos de tomate comercializado en el mundo

Uno de los mayores atractivos de cualquier producto frente al consumidor es su diversidad. El tomate es una hortaliza que ha alcanzado una variedad de tipos muy extensa. Hay variedades con distinto aspecto exterior (forma, tamaño, color) e interior (sabor, textura, dureza), variedades destinadas para consumo en fresco o procesado industrial y dentro de estos usos principales, muchas especializaciones del producto. Las preferencias por un tipo determinado son muy variadas y van en función del país, tipo población, uso al que se destina, etc. En general las características más apreciadas en el tomate para consumo en fresco son un color y un sabor, atractivos y una gran versatilidad del producto. Las preferencias varían de un individuo a otro hasta dentro de una misma familia (Villareal, 1980). Las preferencias cambian también según las costumbres de cada país. Por ejemplo, los japoneses y chinos gustan tomates con baja acidez porque los suelen consumir como fruta, pero en la mayoría de los países tropicales, donde los tomates se usan cocinados, se acepta una alta acidez. En Estados Unidos el tomate en fresco no tiene tanta importancia como en Europa y además el consumidor americano es menos exigente que el europeo, por lo que predomina el tomate sin entuturar, con recolección mecánica, que nunca alcanza la calidad y presentación que exigen los mercados europeos (Rodríguez *et al.*, 1996). En general son más apreciados los tomates grandes para ensaladas y bocadillos. Los sistemas de clasificación de acuerdo al tamaño del fruto son adoptados sobre todo en los países desarrollados, mientras que en los países en vías de desarrollo esta característica no constituye una limitante para su comercialización. La forma es otra característica con marcadas diferencias en cuanto a preferencias en los dos

grupos de países. En general se prefieren los tomates redondos, sin embargo, la población rural en países como Filipinas y Ecuador esta acostumbrada a consumir tomates achatados de forma irregular. Las preferencias por el color son extremadamente variables dependiendo de los países, de la estación y del uso al que se destina. En Taiwán los tomates se recolectan cuando empieza el viraje de color y se venden antes de alcanzar la madurez, prefiriendo el tomate con hombros marcados y con el color rojo subiendo progresivamente desde el extremo pistilar al peduncular. Los tomates con hombros verdes también tienen buena aceptación en Brasil y Colombia por su desigual maduración. En Europa y Norteamérica son más apreciados los tomates rojos en la madurez, pero hay excepciones. En determinadas áreas de EEUU se producen tomates de color rosa. También en Japón y Corea se vende este tipo de tomates, aunque no sean los propietarios. Se consideran mejores los tomates multiloculares con paredes gruesas que los que tienen poca carne en la zona central y cavidades mayores para las semillas. Otras características como la firmeza y pequeño tamaño de las cicatrices determinan una mejor calidad, haciéndolo más atractivo al consumidor. Pocos productos hortícolas permiten tal diversidad de usos como el tomate. Se puede servir crudo, cocido, estofado, frito, encurtido, como una salsa o en combinación con otros alimentos. Se puede usar como un ingrediente en la cocina y puede ser procesado industrialmente entero o como pasta, jugo, polvo, etc. Una primera división del tomate podría realizarse según su uso, para consumo en fresco o procesado industrial en base a las diferencias en características de calidad (Villareal, 1980).

Sin embargo en México tiene preferencia por:

- Tomates de tipo Saladette o Roma, los cuales pueden ser alargado ó tipos guajillos (más pequeños) de distintos sabores y colores, ya sean de ciclo indeterminado o determinado. Las variedades e híbridos mas importantes son: Río grande, Tequila, Victoria supreme, Hermosa, Mariana, Andre etc. (SAGARPA, 2001).
- Tomates Bola, son grandes de pulpa gruesa con larga vida de anaquel, de preferencia dulces y algunos de los que más se emplean son los de tipo indeterminado, los cuales se cultivan bajo condiciones de invernadero. Dentro de las variedades encontramos a: STM0225, Mira, DPS 98-964, DPS 007, IT-01-24, IT-02-57, IT-03-87, IT-01-76. etc.
- Tomates tipo Cherry, los cuales se exportan en su mayoría a los EUA, donde son cultivados principalmente en invernaderos.

IV LABORES CULTURALES

4.1 Poda de formación

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado, se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates de tipo Cherry suelen dejarse 3 y hasta 4 tallos (González, 1991).

4.1.1 Aporcado y rehundido

Práctica que se realiza en suelos arenosos tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces. El aporcado consiste en cubrir la parte inferior de la planta con suelo. El rehundido es una variante del aporcado que se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente hundida, hasta que entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con suelo, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas (González, 1991).

4.1.2 Tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la luz y la realización

de las labores culturales. Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades (González, 1991).

El amarre o tutorado suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillos) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1.8-2.4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va atando o sujetando al hilo tutor mediante anillos, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen tres opciones:

- Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un costo adicional en mano de obra. El sistema a introducirse consiste en la utilización de un mecanismo de sujeción denominado "holandés" o "de perchas", que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción (González, 1991).
- Dejar que la planta caiga por su propia gravedad
- Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado

4.1.3 Destallado

Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en

verano-otoño y cada 10-15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa foto sintéticamente activa. Los cortes deben de ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún funguicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre (González, 1991; Pilatti y Bouzo, 2000).

4.1.4 Deshojado

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo (González, 1991; Pilatti y Bouzo, 2000).

4.1.5 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos

Ambas prácticas son muy importantes sobre todo actualmente con la introducción de variedades de tomate en ramillete, se realizan con el fin de homogeneizar e incrementar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad (Rodríguez, 2001; Pilatti y Bouzo, 2000).

4.2 Marcos de plantación

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 .80 metros entre surco y surco y 0.3 metros entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio es común aumentar la densidad de plantación a 2 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 (Rodríguez, 2001; Pilatti y Bouzo, 2000).

4.3 Riegos

4.3.1 Riegos en hidroponía

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 (Imas, 1999; Lomelí, 1999).

4.3.2 Fertirrigación

En los cultivos de tomate el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y esta dado en función por el estado fonológico de la planta así como por las condiciones ambientales en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.) (Ritchie, 1971).

El volumen de riego En cultivos de tomate en campo estará dado básicamente por los siguientes parámetros:

- Tensión del agua en el suelo (tensión mátrica), que se determinará mediante un manejo adecuado de tensiómetros, siendo conveniente regar antes de alcanzar los 20-30 centibares.

- Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación).
- Evapotranspiración del cultivo.
- Eficacia de riego (uniformidad de caudal de los goteros).
- Calidad del agua de riego (a peor calidad, mayores son los volúmenes de agua, ya que es necesario desplazar el frente de sales del bulbo de humedad) (Nuez, 2001).

4.4 Fertilización

Es la adición de macro y micro nutrientes contenidos en formulaciones químicas, en el momento oportuno, con el fin de suplir las deficiencias nutricionales detectadas en los análisis de suelo y foliar (Resh, 1997).

4.4.1 Análisis del suelo

Para el establecimiento de un programa de fertilización que permita obtener altas producciones de tomate al menor costo posible, es necesario conocer la disponibilidad de nutrientes en el suelo; esto se logra mediante análisis químicos. El análisis de suelo es la base para las recomendaciones de fertilización y debe realizarse previo al trasplante (Resh, 1997).

4.4.2 Beneficios del encalado

El encalado es la adición al suelo de algún compuesto que contiene sólo calcio, o calcio y magnesio que son capaces de reducir la acidez del suelo. La cal

se refiere tan sólo al óxido de calcio, pero el término incluye casi universalmente materiales como cal dolomítica, cal apagada, carbonato de calcio y sulfato de calcio (yeso) (Rhoades y Loveday, 1990).

- El aumento o cambio de pH reduce el exceso de manganeso, aluminio y hierro solubles en el suelo.
- Se mejora el contenido de calcio y magnesio.
- La cal hace más disponible el fósforo en suelos ácidos.
- Aumenta la disponibilidad del nitrógeno e incrementa la descomposición de la materia orgánica.
- Aumenta la disponibilidad del molibdeno en suelos ácidos.
- Mejora la nitrificación.
- Hace al potasio más eficiente en la nutrición de la planta.
- Mejora la disponibilidad de los micronutrientes.
- Mejora la fijación del nitrógeno
- Mejora la condición física del suelo.

La cantidad de cal a aplicar, dependerá de los resultados del análisis de suelo (Sánchez y Vázquez, 2000).

4.4.3 Fertilización orgánica

Es la adición de nutrientes al suelo a partir de materia orgánica descompuesta como gallinaza, estiércol de ganado vacuno, composta, abonos verdes entre otros (Belda y Lastre, 1999).

El manejo de la materia orgánica busca el equilibrio de nutrientes en el suelo y disminuye la utilización de abonos químicos, reduciendo los costos de producción (Belda y Lastre, 1999).

4.5 Requerimientos nutricionales del cultivo

Dependiendo de la variedad de tomate a sembrar y del tipo de manejo, así serán las demandas nutricionales; sin embargo, en forma general, los requerimientos nutricionales del cultivo, en kg/ha, son: Nitrógeno Fósforo Potasio Calcio Magnesio Azufre. El orden de extracción de nutrientes por la planta de tomate en forma decreciente es K, N, Ca, S, Mg y P (Barrenque, 1991).

4.5.1 Macronutrientes

Potasio (K)

Este elemento es necesario en el tomate para la formación de tallos y frutos, síntesis de carbohidratos, aumento de sustancias sólidas, coloración y brillantez de los frutos. Ayuda a eliminar la acción perjudicial de otros elementos, favoreciendo la asimilación de los minerales esenciales. Su carencia se manifiesta en la reducción del crecimiento de los tallos. El K juega un papel importante en la cantidad de azúcares que acumula el fruto; al igual que el fósforo, el K ayuda a aumentar la cantidad de materia seca y vitamina C (Cadahia, 1999; Himelrick y Boyhan, 1998).

Nitrógeno (N)

Es el principal elemento nutritivo en la formación de órganos vegetativos de la planta. El tomate es sensible a la deficiencia de nitrógeno en la fase vegetativa y durante la maduración. La falta de este elemento afecta el desarrollo de la planta, el follaje se vuelve verde pálido o amarillo, las hojas jóvenes y las ramificaciones son finas. Se produce un florecimiento tardío y disminución en el peso de los frutos (Zelinski, 1995). El exceso de N desequilibra la disponibilidad de K y P, y trae como consecuencia un excesivo desarrollo vegetativo en perjuicio de la fructificación; se producen frutos huecos y livianos, con poco jugo, pocas semillas, tallos suculentos, las hojas crecen excesivamente y la planta se vuelve susceptible a enfermedades. En suelos arenosos se debe adicionar abonos orgánicos y fraccionar el fertilizante (Zelinski, 1995).

Calcio (Ca)

Este elemento estimula la formación de raíces y hojas. Es esencial para las paredes celulares, provee energía a las células y regula el flujo de nutrientes hacia ellas. La deficiencia de calcio provoca marchitamiento de la planta, muerte de la parte superior del tallo y de los puntos de crecimiento (Sanz *et al*, 2001). Investigaciones realizadas indican que la pudrición apical se debe a una deficiencia localizada de calcio, los frutos en estado verde sazón muestran el tejido de la base hundido y duro, su color cambia de verde a negro. Las deficiencias se manifiestan en suelos muy ácidos o con poca humedad (Sanz *et al*, 2001).

Azufre (S)

Este elemento es vital para el crecimiento de la planta y para el desarrollo de proteínas y semillas. Participa en la formación de ácidos amínicos, vitaminas y clorofila. Facilita la asimilación del N. El contenido de azufre en los suelos orgánicos puede llegar a ser hasta el 1%, mientras que en los suelos inorgánicos fluctúa entre 0.02 y 0.2%. En regiones de alta precipitación el azufre es eliminado de la capa superficial del suelo (Calderón, 2002).

Los síntomas visuales de deficiencia de azufre son amarillamiento intervenal en las hojas, se enrojecen los pecíolos y tallos, hay entrenudos más cortos y hojas más pequeñas (Cadahia, 1999). Las hojas más jóvenes y próximas a las yemas son las más afectadas; bajo condiciones de deficiencia no sólo se reduce el rendimiento, sino también la calidad de los frutos (Calderón, 2002).

Magnesio (Mg)

Es un componente de la clorofila, es el pigmento verde de las plantas. La clorofila es esencial para el proceso de fotosíntesis, en el cual las plantas combinan dióxido de carbono y agua para formar azúcares. Las deficiencias se presentan con más frecuencia en suelos ácidos, arenosos, deficientes en calcio. En la etapa de crecimiento aparece clorosis en la punta de las hojas inferiores, evidenciándose entre las nervaduras, pero en estados avanzados toda la hoja se torna de color amarillo. Este síntoma se extiende a las hojas medias, en la etapa de fructificación, la clorosis se hace más evidente, y las hojas más bajas de la planta adquieren un color morado (Calderón, 2002, Carvajal *et al.*, 2000).

Fósforo (P)

En el cultivo de tomate es necesario aplicar este elemento antes del trasplante o a la siembra, debido a que posee problemas de asimilación por parte de las plantas. Una buena disponibilidad de fósforo acelera el desarrollo radicular de la planta, la fructificación es temprana, mejora la producción y la calidad del fruto. El fósforo juega un papel relevante en las etapas de enraizamiento y floración, ya que es determinante sobre la formación de raíces y sobre el taño 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 (Castro, *et al.*, 1989; Calderón, 2002, Cuartero y Fernández-Muñoz, 1999). La falta de fósforo disminuye la absorción de nitrógeno, provoca la reducción del crecimiento, reduce la floración, fructificación y desarrollo de los frutos. Los síntomas más característicos de la deficiencia en fósforo son la coloración rojiza o púrpura (violáceo) en las hojas jóvenes y en el envés o parte dorsal de las hojas (Castro, *et al.*, 1989; Calderón, 2002).

4.5.2 Micronutrientes

Es un grupo de elementos químicos necesarios para el buen desarrollo de las plantas. La carencia de un microelemento puede ser provocada por el exceso de otro, que realiza sobre la planta una acción de bloqueo. El pH del suelo también influye: un pH alto (7.5) provoca la carencia de manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn), hierro (Fe), boro (B), molibdeno (Mo) en la planta; un pH bajo

(<5.5) puede provocar carencia de molibdeno (Wolk, *et al*, 1985; Castro, *et al.*, 1989; Calderón, 2002, Cuartero y Fernández-Muñoz, 1999).

En los suelos arenosos puede haber ausencia de manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno y azufre, ya que son lavados con facilidad. Los microelementos que más exige el tomate son: boro, manganeso, zinc y hierro (Wolk *et al*, 1985).

Boro (B)

Es esencial para la buena polinización, favorece el amarre de flores y frutos y el desarrollo de la semilla. Interviene en la división celular, traslocación de azúcares, almidones y metabolismo de carbohidratos y proteínas. Su carencia perturba el crecimiento celular, provocando la muerte en los puntos de crecimiento, tanto en el tallo como en la raíz. Se observa también un retraso en el desarrollo de las yemas florales, desintegración del tejido radicular y destrucción y ennegrecimiento de los tejidos más blandos. El exceso de boro produce clorosis y quemaduras en los bordes de las hojas y los tejidos adquieren un color negro oscuro, corteza hinchada, frutos deformes que maduran prematuramente (Ferreira, 2002).

Manganeso (Mn)

Además de fomentar la resistencia contra plagas y enfermedades, el manganeso actúa como catalizador en las acciones enzimáticas y fisiológicas; además se relaciona con la respiración y la síntesis de clorofila. La deficiencia se observa como una decoloración verde pálido y manchas cloróticas de tejido muerto entre las nervaduras de las hojas jóvenes. En las hojas viejas, aparecen

manchas intervenales bastante difusas, no se observa una separación entre el tejido sano y el clorótico (Calderón, 2002, Wolk *et al.*, 1985). La deficiencia ocurre en suelos limosos, las hojas más jóvenes se observan similares a las que tienen deficiencia de hierro, con la excepción que las venas se conservan verdes (Calderón, 2002, Wolk *et al.*, 1985).

Zinc (Zn)

Es un elemento de gran importancia en el crecimiento y producción; puede llegar a actuar como limitante en la realización de estas funciones si la disponibilidad es escasa. La deficiencia se observa con mayor frecuencia en suelos arenosos y con alto contenido de fósforo. Actúa como elemento regulador de crecimiento, su deficiencia puede llegar a causar reducción en la longitud de los entrenudos y alteraciones en el tamaño y forma de las hojas, causa total deformación en las hojas nuevas. Los entrenudos se reducen considerablemente de tamaño, lo que hace aparecer hojas de crecimiento terminal agrupadas en forma de roseta (Calderón, 2002, Wolk *et al.*, 1985).

Hierro (Fe)

El hierro tiene funciones específicas en la activación de los meristemáticos; la formación de la clorofila está relacionada con la presencia de este elemento; interviene en los procesos enzimáticos y se encuentra asociado con la síntesis de la proteína cloroplasmática, actúa como catalizador en muchos procesos de tipo metabólico (Huber, 1980; Calderón, 2002; Mexicano *et al.*, 1999). Las deficiencias de este elemento se presentan primero en las hojas jóvenes de la planta; se

detiene el crecimiento al no haber movimiento del elemento de las hojas adultas a los meristemas. Las hojas jóvenes presentan una clorosis que se extiende a todas ellas; finalmente se presenta una coloración totalmente blanquecina (Huber, 1980; Calderón, 2002; Mexicano *et al.*, 1999). En los suelos de textura gruesa, de bajo contenido de materia orgánica y con elevado pH, es donde más se observa la deficiencia de hierro (Huber, 1980; Calderón, 2002).

4.6. Requerimientos de nutrimentos en cultivos en hidroponía

La solución nutritiva deberá contener nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre y magnesio y en menor medida, manganeso, boro, hierro, cobre, molibdeno, cloro y zinc (Torres, G. M. 1996; Lara, 2000, Calderón, 2002). En la siguiente tabla, se muestran valores en partes por millón (ppm) de cada elemento que deben suministrarse para un crecimiento saludable (Imas, 1999; Lomelí, 1999).

Cuadro 3. Valores Deseables de cada elemento en la Solución Nutritiva.[partes por millón] (Imas, 1999).

ELEMENTO	LÍMITES	ÓPTIMO
Nitrógeno	150-1000	250
Calcio	100-500	200
Magnesio	50-100	75
Fósforo	50-100	80
Potasio	100-400	300
Azufre	200-1000	400
Cobre	0.1-0.5	0.5
Boro	0.5-5	1
Hierro	2-10	5
Manganeso	0.5-5	2
Molibdeno	0.01-0.05	0.02
Zinc	0.5-1	0.5

Para obtener los mejores resultados se debe ajustar la solución nutritiva durante el ciclo de crecimiento, éste ajuste es diferente para cada cultivo en particular. Las plantas de hoja comestible generalmente emplean más Nitrógeno; las de raíz necesitan más Potasio y las de frutos deben mantener niveles relativamente bajos de Nitrógeno (Imas, 1999; Lomelí, 1999; Lara, 2000).

De acuerdo a etapa de desarrollo, el ajuste para tomate involucra la relación entre el Nitrógeno y el Potasio: Bajo condiciones de alta luminosidad, las plantas usan más N. Para mejorar la calidad del fruto en los meses de otoño y principios de invierno se recomienda aumentar el Potasio e incluso duplicar la relación Potasio/ Nitrógeno en invierno, cuando se recibe menos luz. Esto no quiere decir que las plantas no se desarrollarán si no se modifica la solución nutriente; pero son un ejemplo de algunas de las consideraciones que se deben hacer sobre todo si se pretende alta producción (Imas, 1999; Lomelí, 1999; Lara, 2000).

Se recomienda usar sales de grado agrícola, pues la diferencia de precio respecto a las químicamente puras es substancial, además de que las impurezas contenidas en pequeña medida, podrían "enriquecer" el suministro de elementos al cultivo (Imas, 1999; Lomelí, 1999; Lara, 2000).

Un producto denominado phostrogen, es un nutriente hidropónico con microelementos, consistente en un polvo especialmente manufacturado para uso doméstico si la raíz de la planta no se encuentra en un medio (solución nutritiva) con el pH adecuado, no absorberá los nutrientes aún cuando éstos existan en el medio de cultivo. El rango de pH en el cual se favorece el crecimiento de la mayoría de los cultivos está entre 6 y 6.5 (Lara, 2002).

En cuanto a la nutrición, cabe destacar la importancia de la relación N/K a lo largo de todo el ciclo de cultivo, que debe ser de 1/1 desde el trasplante hasta la floración, cambiando hasta 1/2 e incluso 1/3 durante el período de cosecha (Lomelí, 1999).

El calcio es otro macroelemento fundamental en la nutrición del tomate para evitar la necrosis apical o blossom-end rot. Entre los microelementos de mayor importancia en la nutrición del tomate nos encontramos al hierro, que juega un papel primordial en la coloración de los frutos y en menor medida en cuanto a su empleo, se sitúan manganeso, zinc, boro y molibdeno (Calderón, 2002).

A la hora de abonar, existe un margen muy amplio de abonado en el que no se aprecian diferencias sustanciales en el cultivo, pudiendo encontrar “recetas” muy variadas y contradictorias dentro de una misma zona, con el mismo tipo de suelo y la misma variedad. No obstante, para no cometer grandes errores, no se deben sobrepasar dosis de abono total superiores a 2g.l^{-1} , siendo común aportar 1g.l^{-1} para aguas de conductividad próxima a 1mS.cm^{-1} (Imas, 1999).

4.7 Manejo integrado de plagas y Enfermedades

El manejo integrado de plagas del cultivo de tomate es la combinación de diferentes estrategias, con el propósito de manejar de forma racional las plagas y enfermedades. La filosofía de este manejo es la convivencia con las plagas en niveles que no afecte al cultivo por lo que reviste de mucha importancia la realización de muestreos con el objetivo de eficientar las estrategias de control (Lacasa y Contreras, 1999).

4.8 Fecha de siembra

La elección de la fecha de siembra, permite desfasar los periodos susceptibles del cultivo con los picos de población de plagas, reduciendo de este modo los daños; por ejemplo, sembrar tomate a la salida del invierno favorece el escape al ataque de mosca blanca debido a que por las condiciones climáticas imperantes en ese momento las poblaciones de mosca blanca son bajas (López, 2003).

4.9 Selección de semilla

Se recomienda sembrar variedades resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades con el objetivo de disminuir las aplicaciones de plaguicidas (López, 2003).

4.10 Densidad de siembra

El tomate muestra buena adaptación si hay un distanciamiento entre plantas de 40 centímetros, lo que provoca un excelente tamaño de frutos y un buen rendimiento. Sin embargo, en etapas tardías puede plantarse a 33 centímetros de separación con los mismos resultados de tamaño de fruto. La distancia entre surcos que se recomienda es de 1.80 metros. En una hectárea tenemos 55.55 surcos de 100 metros de largo y en un surco podemos tener de 250 a 300 plantas. Por lo tanto, la densidad de siembra varía de 14,000 a 17,000 plantas por hectárea.(Wendet y Ray 2003).

4.11 Aporque

El aporque no sólo destruye malezas, sino también contribuyen a prevenir ciertas enfermedades, ya que alejan el surco de riego del cuello de las plantas. Con los aporcicos se dificulta el acceso de inóculo de algunos hongos y bacterias que son dispersados por el agua, como por ejemplo los agentes causantes de la marchitez, *Fusarium oxysporum* y *Ralstonia solanacearum* (sinónimo *Pseudomonas solanacearum*). Sin embargo, hay que tener en cuenta que un mal aporco puede dañar la planta y permitir que haya ingreso de patógenos (Lacasa y Contreras, 1999; Magán, 2002).

4.13 Control de plagas

4.13.1 Maleza

La maleza compite por agua, luz, nutrientes y espacio físico, son hospedantes de plagas, lo que ocasiona reducción en la producción o la formación de frutos de mala calidad. El manejo inadecuado de la maleza puede incrementar los costos de producción del cultivo, reduciendo la rentabilidad obtenida por el agricultor (Rodríguez, 2001).

4.13.2 Control cultural

Para controlar la maleza de porte alto en suelos planos, es conveniente realizar una chapoda previa para luego incorporarlas al suelo. Si la maleza es de porte bajo, se puede eliminar en forma manual o incorporar directamente con tracción mecánica o animal. En plantaciones con envarado es recomendable podar las hojas y los brotes que se encuentran de la primera horqueta hacia abajo,

para asegurar la aireación y evitar el posible contagio por enfermedades. A partir de esta horqueta, no volver a podar ningún brote ni hoja, a menos que exista algún problema fungoso o bacteriano. En total, se efectúan dos desbrotes (brote axial) y dos desmamones (brotes al pie del tallo) durante el ciclo. En producciones de piso, es una excelente alternativa por desarrollar una planta compacta y precoz (68 días después del transplante), y se recomienda acolchado plástico para evitar el contacto de los frutos con el suelo y así evitar pudriciones (Sánchez, 1999).

4.13.3 Siembra de cultivos de cobertura

Los cultivos de cobertura más recomendados son las leguminosas, éstas se dejan crecer hasta el inicio de la formación de vainas, luego se cortan y se esparcen sobre el terreno como cobertura o se incorporan al momento de la preparación del suelo para la próxima siembra (Sánchez, 1999).

4.13.4 Rotación de cultivos

La siembra continua de un mismo cultivo tiende a concentrar plagas en el terreno, por lo que es conveniente programar la secuencia de siembra de diferentes especies, para romper o alterar los ciclos de vidas de las plagas; por ejemplo la rotación de cultivos con leguminosas reduce la reinfestación de gusano soldado (*Spodoptera frugiperda*); la rotación con maíz disminuye el inóculo de marchitez bacterial (*Ralstonia solanacearum*) (Van Haeft, 1983).

La siembra de cultivos como maíz y sorgo un año antes del establecimiento de la plantación de tomate contribuye a la reducción de la población de maleza por las prácticas culturales que se realizan en el cultivo del maíz, además los rastrojos

dejados sobre el suelo forman una cobertura que impide la germinación de maleza (Sánchez, 1999).

4.13.5 Cultivos intercalados

La intercalación de cultivos juega un papel importante en el control de plagas, contribuye en el control de malezas, mejor uso de los nutrientes del suelo y mejora la productividad por unidad de superficie. Esta práctica se realiza intercalando el cultivo principal con algunas plantas repelentes como la flor de muerto, ajeno, albahaca, mejorana, menta, salvia. También puede intercalarse con otros cultivos para repeler plagas, y la asociación favorable puede ser con: cebolla, perejil, espárrago y zanahoria (Maroto, 1995).

4.13.6 Control mecánico

En suelos con abundante población de maleza se recomienda prepararlo tres semanas antes del transplante, efectuando un paso de arado y dos de rastra con intervalos de una semana, entre cada labor (Sánchez, 1999).

4.13.7 Control químico

Este método tiene ventajas sobre los demás por su rapidez, economía y eficiencia. La eficiencia en el uso de herbicidas depende del tipo de herbicida, del buen manejo, dosis, cantidad de agua para su aplicación, boquilla utilizada para su aplicación y la maleza a controlar. Deben aplicarse las cantidades adecuadas siguiendo las instrucciones de la etiqueta. Se sugieren dosis bajas cuando la maleza es pequeña, y dosis altas cuando la maleza es grande: antes del

transplante o antes de la siembra no selectiva Glifosato (1.4 a 4.3 l/ha); después del transplante se recomienda aplicaciones dirigidas de Metribuzina (Sencor 70 WP, 0.70 –1.0 kg/ha) (Sánchez, 1999; USDA, 1991).

4.14 Control de insectos, Ácaros y Enfermedades

El control exitoso de plagas insectos, ácaros y patógenos en tomate, es el resultado de la combinación racional de las opciones de control cultural, biológico, químico u otros disponibles que optimicen el rendimiento, calidad y sostenibilidad del cultivo, en vez de buscar maximizar la producción de frutos. Por ejemplo, la desinfección del suelo en almácigos o siembra definitiva tendrá un efecto dramático sobre el desarrollo de enfermedades y poblaciones de plagas, puede ser reforzada, más no reemplazada por controles químicos en etapas posteriores (Zaidan y Avidan 1997).

Es importante diseñar un plan de fitoprotección que tome en cuenta el historial del cultivo y de la zona, las especies presentes de la plaga, el número de individuos, el tipo y cantidad de daño efectuado, opciones de control químico y no-químico, rendimiento estimado del cultivo y precio de los frutos, y los costos de aplicación de los plaguicidas. El control de la mosca blanca es crucial en tomate (Meja *et al.*, 1998).

4.14.1 Pulgón (*Aphis gossypii*, *Myzus persicae*, etc.)

Descripción: Estos insectos de forma de pera y con cuerpos flexibles tienen accesorios que se conocen como cuernecillos. La mayoría de los adultos no tienen alas y las hembras pueden reproducir sin aparearse.

Aphis gossypii: los adultos que se conocen como el áfido del melón, son alrededor de 2 mm de largo. Son de color verde oscuro en los tiempos frescos, y amarillos en los tiempos calurosos y áridos.

Macrosiphum euphorbiae: los adultos, que se conocen como áfido de la papa, son entre 2.5 y 3.5 mm de largo y su color varía entre el color rosa, el rosa-verde moteado, y el verde claro con una raya oscura.

Myzus persicae: los adultos que se conocen como áfido verde son 1.6 hasta 2.4 mm de largo y son de color amarillo pálido hasta el verde.

Estos síntomas causan la caída de los botones y reducen la calidad y la cantidad de fruta. Las plantas que se infestan gravemente se vuelven de color café y mueren desde arriba hacia abajo. Los áfidos tienden a extenderse rápidamente de un campo a otro transmitiendo una variedad de enfermedades vírales, incluyendo varios mosaicos.

Monitoreo y búsqueda: Se puede usar trampas amarillas en la base del tallo y trampas horizontales. Típicamente los áfidos se congregan en la superficie debajo de la hoja y en los botones terminales. La mielecilla secretada por los áfidos hace a las plantas viscosas y favorece el desarrollo de un moho negro como en el follaje de las plantas.

Forman colonias y se alimentan chupando la savia de los tejidos. Los síntomas son deformaciones y abolladuras en las hojas de la zona de crecimiento. Debido a la melaza que excretan prolifera el hongo Negrilla. También transmiten virus (Meja *et al.*, 1998).



Figura. 5 *Aphis gossypii*, *Myzus persicae*

Manejo: Existen varios enemigos naturales para controlar los pulgones, y se pueden controlar también con prácticas culturales y aplicaciones de insecticidas como endolusfan, cipermetrina, Permetrina, Clorpirifos.

4.14.2 Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Es un ácaro que se puede ver con lupa o fijándose muy cerca con buena vista. Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas. Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso defoliación. El calor y la baja humedad relativa favorecen el desarrollo de esta plaga (Meja *et al.*, 1998).



Figura 6. *Tetranychus urticae*

Cuando son muy numerosas, producen una telaraña que cubre las áreas infestadas y se extiende de hoja en hoja, hasta cubrir totalmente la planta. Las arañas succionan la savia. La pérdida de clorofila conduce primero a un moteado blanquecino o amarillento en la superficie superior de las hojas y eventualmente a una decoloración uniforme, bronceada o amarillenta, defoliación, e incluso a la muerte de la planta (González *et al*, 2004).

Prevención y control

Como medidas culturales se recomiendan la eliminación de cultivos anteriores y malas hierbas, así como el empleo de dosis equilibradas de fertilizantes. Hay que vigilar los estados de crecimiento de la planta más tempranos, ya que es ahí donde se producen los mayores daños. La lucha química se debe empezar a utilizar cuando se detecten los primeros estados de desarrollo de la plaga, así como dirigir los tratamientos hacia donde se encuentren los focos de infección, en el caso de que estos estén bien delimitados. Hay que prestar especial atención a las lindes y bandas de invernaderos, ya que es por esas zonas por donde se produce la entrada de la plaga (González *et al*, 2004).

Es especialmente importante alternar los acaricidas utilizados debido a la gran capacidad de resistencia que presentan ante estos, así como el uso de acaricidas que respeten a los enemigos naturales de la plaga. Hay que prestar atención a la utilización de insecticidas para otros usos, ya que algunos como pueden ser los piretroides pueden hacer que las poblaciones de ácaros aumenten.

También se puede ejercer control aplicando flufenoxurón, dimetoato, clorfenapril, Oxido de fenbutatin (González *et al*, 2004).

4.14.3 Ácaros (*Aculops lycopersici*)

Es otro tipo de ácaro mucho menos frecuente que la Araña roja que se da en el cultivo de invernaderos. Síntomas: bronceado o herrumbre primero en el tallo y posteriormente en las hojas e incluso frutos. Evoluciona de forma ascendente desde la parte basal de la planta. Aparece por focos. Le favorece el calor y la baja humedad ambiental. Control igual que Araña roja (Meja *et al.*, 1998).



Figura 7. *Aculops lycopersici*

En el caso del ácaro rojo existen enemigos naturales, pero son poco eficaces debido a que su aparición se produce una vez ya existe la plaga. En el caso de los otros dos ácaros no existen enemigos naturales o no son eficaces debido a la protección que poseen (Meja *et al.*, 1998). El uso de aceites minerales presenta una buena acción acaricida y ovicida, al tiempo que respeta los enemigos naturales, en el caso del ácaro rojo.

En el caso de aplicaciones de sustancias químicas deben realizarse durante los meses de mayor peligro, cuando se advierta un incremento de la población, pero antes de que se produzca el ataque (Meja *et al.*, 1998).

No se deben efectuar tratamientos preventivos, o repetitivos ya que se puede desarrollar rápidamente resistencia al producto aplicado. Se deben alternar los productos que se utilizan y aplicar solo cuando sea necesario.

En el caso del ácaro de las maravillas es conveniente realizar la aplicación al comienzo de la brotación, cuando la yema no supera los 5 cm de longitud (Meja *et al.*, 1998).

4.14.4 Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*)

Los daños directos (amarillamientos y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de Negrilla sobre la melaza que excreta la Mosca blanca, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas. Otro daños indirectos se producen por la transmisión de virus (Meja *et al.*, 1998).



Figura 8. *Bemisia argentifolii*

El manejo de la mosca blanca requiere un programa integrado que se enfoque en la prevención y se base en la integración del control biológico cuando este sea posible. La avispa parásita (*Encarsia formosa*) es un ejemplo de los enemigos naturales que se puede emplear en condiciones de invernadero, pero a una temperatura debajo de 24° C se puede limitar la reproducción de este parásito. Se deben seleccionar los insecticidas cuidadosamente, ya que algunos

son más efectivos cuando se asperjan contra las moscas adultas. En algunos casos, se necesitan aplicaciones regulares de insecticidas para controlar las moscas adultas que emergen hacia el final de la generación. Para *Bemisia argentifolii*, los productos que contienen el aceite de neem son tóxicos para las ninfas menores e inhiben la crianza y desarrollo de las ninfas mayores. Dentro de los insecticidas recomendados se encuentra el endosulfan, mital, cipermetrina, permetrina, clorpirifos (González *et al*, 2004).

4.14.5 Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Los daños directos se producen por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. El daño indirecto es el que acusa mayor importancia y se debe a la transmisión del Virus del bronceado del tomate (TSWV). Sacude alguna flor en la palma de la mano para ver si hay, se localizan mucho en flores (Meja *et al.*, 1998).



Figura 9. *Frankliniella occidentalis*

Control

La mayoría de los insecticidas efectivos contra *F. occidentalis* pertenecen al grupo que produce efectos neurotóxicos. Metamidofos, dimetoato y formetanato

inhiben la producción de acetilcolinesterasa, mientras que spinosad genera una hiperactivación en las neuronas motoras que alteran la función del ácido gamma aminobutírico (GABA). Dado que estas acciones están muy ligadas al sistema nervioso, sumado a la propensión de *F. occidentalis* a desarrollar resistencia cruzada y múltiple (Zhao *et al.*, 1995), existe una alta probabilidad que estos insecticidas pierdan su efectividad, lo que podría ser mayor aún en las poblaciones de trips bajo invernadero. Esto llevaría a recomendar una reducción del número de aplicaciones e implementar el manejo de resistencia, integrando tácticas de control físicas, culturales, biológicas y mejoramiento genético. Los insecticidas se usarían sólo cuando fuesen imprescindibles, seleccionándolos cuidadosamente (Zhao *et al.*, 1995).

4.14.6 Lepidópteros

Spodoptera exigua, *Spodoptera litorales*, - *Heliothis armigera*, *Chrysodeisis chalcitos*, *Autographa gamma*.

Los daños son causados por las larvas al alimentarse de hojas y frutos. Los adultos son palomillas nocturnas (Meja *et al.*, 1998). - Colocación de trampas de feromonas y trampas de luz.

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

- Productos: *Bacillus thuringiensis* (es ecológico) e insecticidas para orugas autorizados para su aplicación en tomate. Cuando las larvas son más pequeñas tienen más eficacia (Meja *et al.*, 1998).



Figura 10. *Trichoplusia ni*

Métodos preventivos y técnicas culturales

Colocación de mallas en las bandas del invernadero y vigilar las roturas del plástico para dificultar la entrada de adultos.

Eliminación de malas hierbas de dentro y fuera del invernadero ya que algunas especies tienen una marcada preferencia por realizar puestas en alguna maleza.

La colocación de trampas de feromonas (atrayentes sexuales) y trampas de luz puede ayudar a la detección de los primeros vuelos de adultos y como método de control. Vigilar los primeros estados de desarrollo de los cultivos ya que los ataques en ellos son muy graves y pueden ser irreversibles al afectar a brotes y tallos.

Control biológico

Dentro de los enemigos naturales podemos encontrar algunos depredadores, parásitos y patógenos eficaces en el control de lepidópteros plaga. Dentro de los depredadores existen identificados en nuestros cultivos varias especies que ejercen como depredadoras de huevos y larvas aunque con una incidencia bajas (González *et al*, 2004).

Productos biológicos.

El enemigo natural más conocido y eficaz es *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. Actualmente esta bacteria se comercializa como insecticida biológico. Su efecto sobre la plaga está condicionado por diversos factores como son el modo de vida, los organismos con los que vive, el clima, el método de tratamiento, la dosis, etc. (González *et al*, 2004).

B. thuringiensis funciona solo si lo ingiere activamente el organismo al que va dirigido. Las larvas jóvenes son más susceptibles a la bacteria, ya que las adultas deben ingerir más material para que sean afectadas, y los huevos y los adultos nunca lo son. Unas pocas después de que la larva ingiera la bacteria, deja de comer y cesa el daño sobre la planta. La bacteria produce cristales de proteína en el intestino de la larva, lo que impide su alimentación y por tanto la muerte. Enzimas especiales rompen estos cristales en el medio alcalino del intestino de la larva. La reacción produce proteínas que se desarrollan y dañan las paredes del intestino, distorsionando el metabolismo de la larva (González *et al*, 2004).

Control químico

Para el control químico de los lepidópteros plaga se aconseja seguir las siguientes indicaciones: Realizar aplicaciones que alcancen bien el envés de las hojas y en general todos los órganos vegetales donde puedan refugiarse las larvas. Una vez detectada e identificada la presencia de la plaga, tratar cuando haya 5-6 frutos cuajados por planta. Debido a que los insecticidas reguladores del

crecimiento (IGR's) tienen su acción en la muda de las larvas, su acción es más eficaz cuando las aplicaciones se realizan para los primeros estadios larvarios. Los insecticidas aconsejados para tratamientos en pulverización y espolvoreo son los formulados comerciales que contengan las siguientes materias activas: alfacipermetrin, cipermetrin, bifentrin, clorpirifos, endosulfan, flucotrinato, lambda cihalotrin, permetrin, triclofon, etc (González *et al*, 2004).

4.14.7 Minadores de hoja o “Submarino”

(*Liriomyza trifolii*)

Sobre todo en invernaderos. Las hembras realizan las puestas dentro del tejido de las hojas jóvenes, donde comienza a desarrollarse una larva que se alimenta del parénquima, dibujando unas galerías características. Su control es difícil por lo protegida que están. Elimina malas hierbas, coloca trampas amarillas adhesivas o usa productos químicos.

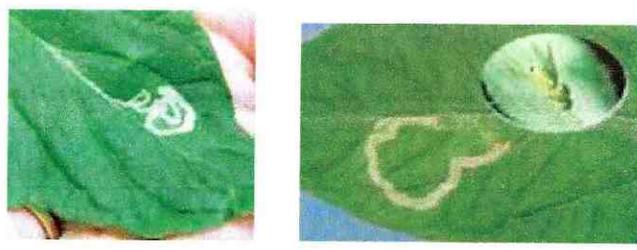


Figura 11 y 12. *Liriomyza trifolii*

Control

Los Minadores son unas larvitas de varias especies de pequeñas mariposillas que labran galerías o minas. Lo mejor que se puede hacer es arrancar y quemar las hojas afectadas. Con materias activas como Naled, Acefato o

Ciromacina y mojando mucho, se consigue cierto control. Productos comerciales como Confidor, de Bayer, o Talcord, de Compo, tienen efecto sobre esta plaga.

4.14.8 Gusanos de suelo

- Gusanos grises (*Agrotis* spp.)
- Gusanos blancos (*Melolontha* spp.)
- Gusanos de alambre (*Agriotes* spp)
- Moscas y mosquitos de la humedad (*Sciara* sp.)

Se alimentan de la zona del cuello y raíces de las plantas. Provocan corte de tallos en plántulas y plantas jóvenes y decaimiento. Distribución típica por rodales. Son frecuentes en turbas y sustratos a granel y en estiércol poco hecho (Meja *et al.*, 1998).

El Gusano blanco es una importante plaga de las raíces que puede debilitar mucho a la planta o incluso llega a matarla.

- Las larvas de estos gusanos son gordas, blancas, arqueadas y de unos 4 centímetros. Escarbando en la tierra de alrededor aparece la larva enrollada.
- El daño lo hacen fundamentalmente las larvas comiendo raíces; mucho más que como escarabajo adulto.
- Los síntomas son como los Nematodos: hojas de color verde pálido, escaso vigor de la planta, producción menor de flores, es decir, todo consecuencia de un daño en raíces y difícil saber si es por gusano blanco o por otra causa.

Control

Las trampas amarillas engomadas realizan capturas de adultos. Existen distintos productos biológicos comercializados y químicos tipo cebos para gusanos del suelo (Meja *et al.*, 1998).

Elimina las larvas y adultos que encuentres al plantar y aplica un insecticida granulado con acción para gusanos que viven en el suelo, también se pueden utilizar productos fumigantes al suelo como son el dazomet, ácido tricloroisocianúrico (Benavides *et al.*, 2004).



Philophaga sp



Heliothis zea

Figuras 13 y 14 gusanos del suelo.

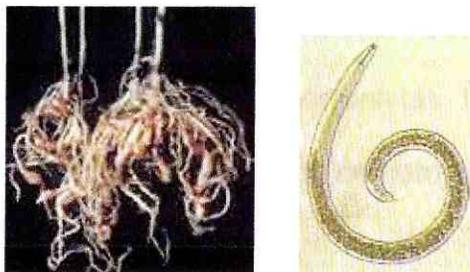
4.14.9 Nemátodos

(*Meloidogyne* spp.)

Penetran en las raíces desde el suelo produciendo los típicos nódulos en las raíces. Estos daños producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, traduciéndose en un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez, clorosis y enanismo (Meja *et al.*, 1998).

Se distribuyen por rodales o líneas y se transmiten con facilidad por el agua de riego, con el calzado, con los aperos y con cualquier medio de transporte de

tierra. En campo abierto: solarización del suelo previo a la plantación y rotación de cultivos con diferentes especies (Meja *et al.*, 1998).



Figuras 15 y 16. Nódulos formados por nematodos y *Heterodera* sp.

No hay suelo que no tenga Nematodos, aunque para producir daños su número tiene que ser elevado y las especies de plantas tienen que ser sensibles a ellos.

- Como son microscópicos, para saber si un suelo tiene niveles altos de Nematodos se tendría que tomar una muestra de tierra y raíces y llevarla a analizar en laboratorio.
- Se desarrollan mejor en suelos arenosos, a temperatura alta y riego abundante. Son muy sensibles a la sequía o a la falta de cultivo. Requieren para vivir lugares muy húmedos. Un suelo sin vegetación o sin riego un año o más, reduciría mucho la población.
- No es nada fácil saber si una planta está siendo atacada por Nematodos. Los síntomas se confunden con varias cosas: exceso de agua, sequía, carencia de nutrientes, etc.
- Cuando se trata del género *Meloydogine* se observan síntomas claros: como la formación de nódulos en las raíces.

- Las hojas toman un color verde pálido o amarillo que se marchita cuando el clima es cálido (no confundir con falta de nutrientes).
- Plantas raquíticas, con poco desarrollo, descoloridas. Esto aumenta su susceptibilidad al frío, a hongos y a bacterias oportunistas. Los cultivos afectados pueden llegar a morir por la acción directa del nematodo o por los parásitos oportunistas.
- Debilitamiento progresivo de la planta, marchitamiento sin explicación y sin poder observar nada.
- Suelen manifestarse por rodales o líneas de cultivo (Meja *et al.*, 1998).

Control

- En agricultura comercial, intensiva, lo que se hace para luchar contra los Nematodos es desinfectar el suelo antes de sembrar o plantar. En los jardines, no se opera así. Sólo si sabes que es una tierra muy infectada de Nematodos, o que haya sufrido daños años anteriores, debes desinfectar el suelo. Para hacerlo hay 3 formas:
 - a) Hacer una desinfección con fumigantes tóxicos: Dicloropropeno, Metan-K. Esto lo hacen empresas especializadas (o lo deberían de hacer) en agricultura intensiva y en invernaderos.
 - b) Desinfectar con otros productos no fumigantes y de aplicación más sencilla: compuestos a base de Dazomet, Oxamilo o Etoprofos, empleados con cierta antelación antes de plantar o sembrar.
 - c) Desinfectar mediante Solarización. Este método que Consiste en desinfectar el suelo mediante el calor del sol. Se trata de cubrirlo con un plástico y dejarlo

durante dos a 3 meses para así matar hongos, insectos, nematodos, bacterias y semillas de maleza.

4.15 Enfermedades

A continuación se presenta un resumen de las principales enfermedades que afectan al tomate y su control químico aprobado por la secretaria de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA, 2005).

4.15.1 Cenicilla



Figura 17. *Leveillula taurica*

Manchas amarillas en el haz que se necrosan por el centro, observándose un polvillo blanquecino por el envés. En caso de fuerte ataque la hoja se seca y se desprende pudiendo llegar a provocar importantes defoliaciones.

Para el control se requiere la eliminación de la maleza, ya que la mayoría de esta es hospedera del patógeno. Control químico, a base de productos fungicidas que contengan azufre (USDA, 2005).

4.15.2 Podredumbre del fruto



Figura 18. *Botrytis cinerea*

En hojas y flores se producen lesiones pardas. En frutos se produce una podredumbre blanda (más o menos acuosa, según el tejido), en los que se observa el micelio gris del hongo.

Los procedimientos de control de esta enfermedad son complejos e inciertos en sus resultados, al menos en condiciones muy favorables para el parásito, pero se pueden resumir en:

1. Es uno de los aspectos más importantes para el control de esta enfermedad y debería de condicionar el dimensionamiento y tipo de invernadero para las comarcas donde *B. cinerea* es un problema grave. Destacan:
2. Es importante evitar las siembras demasiado densas en condiciones de baja luminosidad.
3. Desinfección de semillas.
4. La solarización es efectiva para el control de esclerocios.
5. Manejar la aireación, calefacción y el riego en invernadero con el fin de reducir la duración de los periodos diarios que combinan humedad a saturación y condensaciones y temperaturas de 15-17° C,

6. Hacer podas y deshojados a ras del tallo para no dejar tocones que sirvan al desarrollo del parásito. Aplicación de una pasta fúngica en las heridas.
7. Controlar los niveles de nitrógeno en el suelo, ya que niveles elevados favorecen el desarrollo de la enfermedad.
8. Es fundamental la retirada de restos de cultivo y plantas afectadas por la enfermedad tanto del exterior del invernadero como alrededores.
9. Aplicación de cubiertas plásticas de invernadero con absorción de luz ultravioleta ya que reducen la esporulación y la tasa de colonización epidermal.

Control biológico.

Se han descrito diversos hongos (*Trichoderma* spp., *Coniothyrium* spp., *Gliocladium* sp., *Mucor* spp., *Penicillium* spp., *Verticilium* spp.), bacterias y nematodos como antagonistas de *B. cinerea*, citando a los primeros como los más importantes en los cultivos hortícolas. Para el control biológico del moho gris de las manzanas se ha descrito el hongo antagónico *Trichoderma harzianum*.

Control químico.

Se basa en el empleo de fungicidas. El control de *Botrytis* en los terrenos de cultivo mediante aspersiones químicas aún no ha tenido el éxito deseado, especialmente en los climas húmedos y fríos. En el caso de la pudrición de la lechuga por *Botrytis*, se recomienda llevar a cabo aspersiones con diclorán o zineb. Otros fungicidas como el difolatán, dyrene, maneb-zinc, maneb o el clorotalonilo, parecen ser más adecuados en cultivos como la cebolla y el tomate.

Para el control de las pudriciones del fruto, como es el caso del moho gris de la fresa, se recomiendan las aspersiones o espolvoreaciones con captán, thiram o benomyl.

Tratamientos preventivos durante la floración, o cuando las condiciones ambientales sean favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Sobre los tallos donde se inicie un chancro aplicar pastas fúngicas a base de tiram + iprodiona + éter de petróleo. También triadimefon.

El tratamiento químico debe ir acompañado de las medidas culturales mencionadas anteriormente.

Resumiendo, las materias activas recomendadas para el control de *Botrytis cinerea* son benomilo, diclofuanida, clozolinato, iprodiona, procimidona, tiabendazol, vinclozolina+metiram, metil-tiofanato, procimidona+dietofencarb, etc.

4.15.3 Podredumbre blanca



Figura 19. *Sclerotinia sclerotiorum*

En enfermedad produce una podredumbre blanda (no desprende mal olor) acuosa al principio que posteriormente se seca más o menos según la succulencia

de los tejidos afectados, cubriéndose de un abundante micelio algodonoso blanco, observándose la presencia de numerosos esclerocios, blancos al principio y negros más tarde. Control y prevención igual que *Botritis*.

4.15.4 Tizones



Figura 20 y 21. Hojas de tomate infestadas por *Phytophthora infestans*

En hojas aparecen manchas irregulares de aspecto aceitoso al principio que rápidamente se necrosan e invaden casi todo el foliolo. Alrededor de la zona afectada se observa un pequeño margen que en presencia de humedad y en el envés aparece un fieltro blancuzco poco patente.

En tallo, aparecen manchas pardas que se van agrandando y que suelen circundarlo. Afecta a frutos inmaduros, manifestándose como grandes manchas pardas, vítreas y superficie y contorno irregular. Las infecciones suelen producirse a partir del cáliz, por lo que los síntomas cubren la mitad superior del fruto.

Métodos de control:

- Eliminar partes enfermas.
- No mojar el follaje, sino regar solo la parte baja de las plantas.
- El control se realiza con productos a base de cobre, como oxiclорuro de cobre o caldo bordelés. Se puede tratar con decocción de cola de caballo. El caldo de equiseto actúa como preventivo contra enfermedades fúngicas.
- Puedes aplicar caldo bordelés (lleva sulfato de cobre) cuando empiezan a crecer las plántulas, en primavera. Después, cuando hace mas calor se les hecha azufre en polvo por encima. Esta práctica se realiza antes de que aparezca la enfermedad. Cuando existe humedad y hace calor son condiciones propicias para el desarrollo e infección del patógeno.
- El uso de azufre y de cobre es ecológico y controla diversos hongos habituales.

4.15.5 Marchitez por *Alternaria*



Figura 22. Anillos concéntricos de *Alternaria solani*

En hoja se producen manchas pequeñas circulares o angulares, con marcados anillos concéntricos. En tallo y pecíolo se producen lesiones negras

alargadas, en las que se pueden observar a veces anillos concéntricos. Los frutos son atacados a partir de las cicatrices del cáliz, provocando lesiones pardo-oscuros ligeramente deprimidas y recubiertas de numerosas esporas del hongo.

Manejo

Eliminación de malas hierbas, plantas y frutos enfermos. En agricultura comercial se pueden usar productos químicos.

4.15.6 *Fusarium*

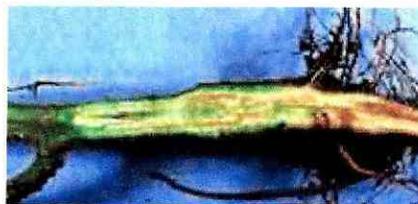


Figura 23. *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

Comienza con la caída de pecíolos de hojas superiores. Las hojas inferiores amarillean avanzando hacia el ápice y mueren.

También puede ocurrir que se produzca un amarilleo que comienza en las hojas más bajas y que termina por secar la planta. Si se realiza un corte transversal al tallo se observa un oscurecimiento de los vasos. El hongo puede

permanecer en el suelo durante años y penetra a través de las raíces hasta el sistema vascular. Síntomas similares a los producidos por *Verticilium* sp.

Manejo

- La rotación de cultivos reduce paulatinamente el patógeno en suelos infectados.
- Eliminar las plantas enfermas y los restos del cultivo.
- Utilizar semillas certificadas y plántulas sanas.
- Utilización de variedades resistentes.
- Solarización.
- Los tratamientos químicos durante el cultivo son ineficaces.

4.15.7 Marchitez por *Verticillium*

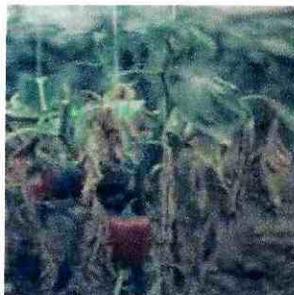


Figura 24. *Verticillium dahliae*

Produce los mismos síntomas que *Fusarium* y es necesario su estudio en laboratorio para confirmar que se trata de *Verticillium dahliae*. La penetración se realiza en el suelo, favorecida por heridas en las raíces. Disminución importante

de los rendimientos y disminución del tamaño de los frutos, en ataques severos. Si las condiciones favorables a la enfermedad remiten, puede obtenerse una cosecha normal. Métodos de control igual que *Fusarium*.

4.15.8 Marchitez pre emergente y post emergente o Damping-off

En almácigos, los hongos de las raíces causan gran mortandad en plántulas recién germinadas. Es lo que se conoce por 'damping-off'. A nivel del cuello quedan ennegrecidos y se doblan cayendo sobre el sustrato. Los causantes son *Fusarium*, *Phytophthora* y *Rhizoctonia*. La infección se expande con rapidez por todo el almacigo.

Manejo

- Evita el exceso de agua porque despierta el inóculo.
- Bandejas, herramientas y estructuras limpias (por ej. con lejía).
- Si utilizas estiércol que esté bien fermentado.
- No pongas una elevada densidad de plantas.
- Ventila en forma adecuada para evitar el aire enrarecido.
- Tratamiento químico según el hongo que esté actuando, aplicando alrededor del cuello de las plantas un producto que contenga Benomilo.

4.16 Enfermedades producidas por bacterias

4.16.1 Chancro bacteriano del tomate



Figura 25. *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*

Puede afectar a plántulas que presentan síntomas de marchitez y necrosis. En plantas adultas se marchitan las hojas inferiores. En tallo, en ocasiones se observan chancros oscuros, longitudinales y abiertos que pueden exudar un líquido amarillo al realizar un corte longitudinal al tallo. En fruto, aparecen manchas en forma de "ojo de pájaro" de 3 a 6 mm de diámetro, con el centro oscuro y halo amarillo.

4.16.2 Mancha negra del tomate



Figura 26. *Pseudomonas syringae* p.v. *tomato*

En las hojas, se forman manchas negra de 1-2 mm de diámetro y rodeadas de halo amarillo que pueden confluir. En tallo, pecíolos y bordes de los sépalos también aparecen manchas negras de borde. Solo son atacados los frutos verdes en los que se observan pequeñas manchas (de 1 mm) deprimidas. El viento, lluvia, gotas de agua y riegos por aspersion diseminan la enfermedad.

4.16.3 Roña o sarna bacteriana



Figura 27. *Xanthomonas campestris* p.v. *vesicatoria*

Provoca manchas negras en todas las partes aéreas de la planta igual que *Pseudomonas syringae* pero en general, más grandes y regulares. El diagnóstico en campo se distingue de v *Pseudomonas syringae* por el tamaño de las manchas y si es ataque avanzado en fruto, por los grandes chancros pustulosos característicos.

4.16.4 Podredumbres blandas



Figura 28. *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*

Penetra por heridas, provocando generalmente podredumbres acuosas, blandas que suelen desprender olor nauseabundo. En tomate se observa exteriormente en el tallo manchas negruzcas y húmedas. En general, la planta suele morir.

Control de bacterias:

- Utilizar semilla sana o desinfectada
- Marco de plantación que permita buena ventilación.
- Evitar heridas de poda
- Evitar humedad ambiental elevada
- Destruir plantas y frutos enfermos.
- Tratamientos con productos cúpricos: oxiclóruo de cobre, sulfato cúprico, óxido cuproso, etc. o Kasugamicina.

4.17 Virosis en tomate

Los principales virus que afectan al cultivo del tomate y que se encuentran presentes en México son:

4.17.1 Virus del bronceado del tomate (TSWV)

Produce enanismo y producción nula o escasa; a veces las plantas mueren. Generalmente se producen en hojas bronceado con puntos y manchas necróticas que a veces afectan a los peciolo y tallos; en frutos aparecen manchas, maduración irregular, deformaciones y necrosis. La transmisión se produce mediante varias especies de trips.

4.17.2 Virus del mosaico del pepino (CMV)

Debido a la gran variabilidad genética, los síntomas producidos por diferentes cepas de virus pueden ser distintos. En tomate, las cepas comunes de CMV producen síntomas de mosaicos foliares en forma de manchas de color verde claro-verde oscuro. La transmisión se realiza por pulgones.

4.17.3 Virus del rizado amarillo del tomate (TYLV)

En plantas pequeñas se produce parada del crecimiento; en planta desarrollada, los folíolos son de tamaño reducido. En los frutos no se observan síntomas, solo una reducción de tamaño.

4.17.4 Virus del mosaico del tomate

En las hojas de tomate se observa un mosaico verde claro-verde oscuro. Los frutos aparecen con deformaciones, manchas generalmente amarillas y a veces maduración irregular. La transmisión se realiza por semillas y mecánicamente por contacto de manos, herramientas, etc. No se conocen vectores específicos naturales.

4.17.5 Virus Y de la patata (PVY)

En tomate se producen suaves mosaicos foliares en forma de manchas de color verde claro-verde oscuro; en ocasiones las plantas presentan manchas necróticas foliares visibles por el haz y por el envés que a veces se extiende a peciolo y tallos. Se transmite por varias especies de pulgones.

4.17.6 Virus del enanismo ramificado del tomate (TBSV)

En las hojas apicales de tomate se observa un fuerte amarilleo a veces con necrosis que pueden llegar hasta el peciolo y tallo; otras veces las hojas aparecen de un fuerte color morado y en los frutos se observa fuertes necrosis con zonas hundidas, manchas y deformaciones. No se conocen vectores naturales. Se transmite por suelo y agua.

4.17.7 Control de los virus del tomate

- Eliminación de plantas afectadas y malas hierbas de dentro y fuera del invernadero.

- Control de insectos vectores: pulgones, mosca blanca y trips.

- Utilizar variedades resistentes

4.18 Enfermedades no parasitarias

4.18.1 Podredumbre Apical (“Blossom-end rot”)

La aparición de esta fisiopatía está relacionada con niveles deficientes de calcio en el fruto. El estrés hídrico y la salinidad influyen también directamente en su aparición. Existen también distintos niveles de sensibilidad varietal. Comienza por la zona de la cicatriz pistilar como una mancha circular necrótica que puede alcanzar hasta el diámetro de todo el fruto (Sanz *et al.*, 2001).

4.18.2 Golpe de sol: Se produce como una pequeña depresión en los frutos acompañada de manchas blanquecinas.

4.18.3 Rajado de frutos: Las principales causas de esta alteración son: desequilibrios en los riegos y fertilización, bajada brusca de las temperaturas nocturnas después de un período de calor.

4.18.4 Otras alteraciones: Blotchy ripening o jaspeado del fruto, que se produce por desequilibrios en la relación N/K, dando lugar a la aparición de un jaspeado verde en la superficie del fruto, “Catface” o cicatriz leñosa pistilar, etc. (Sanz *et al.*, 2001).

4.18.5 Carencias de nutrientes

* Nitrógeno: presenta hojas débiles y de colores verde-amarillentas.

* Magnesio: presenta hojas de colores entre blancos y amarillos con manchas marrones, y puede ser corregido pulverizando sulfato de magnesio.

* Fósforo: se manifiesta sobre todo en las flores, las cuales se secan prematuramente, además de que tardan en formarse y abrirse; se corrige abonando después de la floración con superfosfato de cal.

* Potasio: se manifiesta en la forma y color de las hojas, las cuales se doblan por su borde, se quedan pequeñas y amarillean hasta tornarse grises. Si la falta de potasio persiste, estos síntomas progresan hasta que alcanzan la parte superior de la planta.

4.19 Cosecha y Poscosecha

4.19.1 Cosecha

El corte de los frutos se inicia aproximadamente a los 65 días después del trasplante, dependiendo de la variedad y clima. Debe iniciarse cuando los frutos principian a cambiar de su color verde característico a rojo pálido; por ser muy firmes, se minimiza el daño por magulladuras en cosecha, empaque y transporte. Es usual realizar una pre-selección clasificando los frutos en material de primera calidad, de segunda y hasta de tercera (Trevor, *et al.*, 2002).

Existen dos excepciones a la recomendación anterior de cortar los frutos en verde maduro: una es cuando hay gran variabilidad en los precios o es más rentable la venta en maduro (rojo sazón), por lo que es necesario esperar un buen

precio y no conviene el corte *en verde*; la otra excepción es cuando los frutos se destinan al procesamiento industrial y deben estar completamente maduros, listos para ser procesados Trevor *et al.*, 2002).

En el sistema de siembra de mesas al suelo, sin tutor, se hacen de 4 a 6 cortes y excepcionalmente hasta 8. En el sistema con tutores, en condiciones óptimas y con buen manejo agronómico se logran de 10 a 13 cortes. En el caso del tomate para procesamiento, es recomendable hacer un contrato con la planta procesadora, ya que el tomate maduro se echa a perder más rápidamente (Trevor *et al.*, 2002).

El empaque a granel se hace en cajas de madera y tienen un peso promedio entre 45 y 55 lb (20-25 Kg) cuando son para el mercado local. En el caso de las cajas destinadas al mercado salvadoreño, el peso oscila entre las 70 a 85 lb (32 a 39 Kg). El material para exportación a otros mercados, al igual que ciertos tipos de tomate (ej: manzano) son reempacados para ofrecer presentaciones más atractivas y adecuadas a la demanda del consumidor (Rodríguez, 1999).

4.19.2 Índice de cosecha

Al momento de la cosecha se debe considerar el grado o índice de madurez. Se distinguen dos tipos de madurez: la fisiológica y la comercial. La primera se refiere cuando el fruto ha alcanzado el máximo crecimiento y maduración. La segunda es aquella que cumple con las condiciones que requiere el mercado (Rodríguez, 1999).

4.19.3 Etapa de cosecha

Para la industrialización, el tomate debe madurar completamente en la planta. Para el mercado de consumo fresco, el tomate se cosecha en su etapa verde maduro o pintón, a fin de reducir las pérdidas por cantidad y calidad, ocasionadas por un transporte deficiente y manejo inadecuado.

La recolección debe ser efectuada cuando está exento de humedad procedente del rocío o de la lluvia, porque ella favorece la descomposición y putrefacción. Se recomienda también cosechar en horas frescas y mantener los tomates en lugares sombreados (Rodríguez, 1999).

4.19.4 Forma de cosecha

Esta actividad se debe realizar con gran cuidado para evitar producir daños en los frutos que, aunque no sean notorios visualmente, constituyen el origen de altos porcentajes de pérdidas que se manifestarán como:

- Infección por microorganismos que producirá podredumbre.
- Aumento en la actividad respiratoria y en la emisión de etileno que provocarán la aceleración en el proceso de maduración.
- Disminución del peso por pérdida de agua.
- Modificación de la textura por daños internos.

La cosecha del tomate se puede hacer en forma manual o mecanizada. La mecanizada se utiliza más en los países desarrollados, principalmente para cosechar tomates destinados al procesamiento industrial (Riquelme, 2001; Rodríguez, 1999).

La recolección manual consiste en desprender el fruto del resto del racimo, operación que se puede hacer por fractura del pedúnculo a nivel de la unión con el cáliz o mediante torsión o giro, de forma que el fruto quede libre de éste. También se usan tijeras para cosechar manualmente algunas variedades de tomate de mesa, que son muy grandes y su textura es poco resistente, con el propósito de evitar daños posteriores en la calidad, debido a las marcas o huellas dejadas en la superficie por la presión ejercida para separarlas de las plantas (Riquelme, 2001; Rodríguez, 1999).

El tomate para consumo en fresco se puede cosechar con pedúnculo o sin él, dependiendo de las preferencias e los mercados. Una vez cosechados se deben depositar cuidadosamente en baldes u otro tipo de recipientes con superficies lisas para evitar daños por abrasión y compresión; luego se vierten sobre sacos extendidos en el suelo, bajo la sombra de árboles o ramadas construidas para proteger la cosecha de los rayos solares directos. Es aquí donde el intermediario hace la clasificación y llenado de cajas de 25 kg de capacidad. Es necesario dedicar la máxima atención en las operaciones de recolección y trasiegos, ya que éstas son consideradas como las que provocan mayor cantidad de daños internos por magulladuras (Riquelme, 2001; Rodríguez, 1999).

4.19.5 Selección y clasificación

Los tomates se seleccionan cuidadosamente antes de enviarlos al mercado, de manera que tengan buen aspecto y presentación. Se deben separar los deformes, los demasiado verdes o muy maduros, los que presenten quemaduras por el sol, golpes, cortes, rozaduras, magulladuras o los que estén dañados por

gusanos o microorganismos. Esta actividad es importante realizarla inmediatamente después de la cosecha. Esto evitará la contaminación del resto de la producción. Los frutos de tomate se pueden clasificar de acuerdo al tamaño, (pequeños, medianos y grandes), color de la piel, y otras características exigidas por el mercado (Riquelme, 2001; Rodríguez, 1999).

4.19.6 Transporte

El transporte del tomate al mercado destino debe efectuarse tan pronto como sea posible, preferentemente en horas frescas, para evitar que los frutos permanezcan bajo los efectos del sol, viento y temperaturas elevadas, factores que aceleran los procesos de maduración y senescencia.

Es importante también que la velocidad del vehículo sea moderada, para evitar daños provocados por la vibración y golpes, como consecuencia de las irregularidades de los caminos rurales (Riquelme, 2001; Rodríguez, 1999).

4.19.7 Almacenamiento

La temperatura de almacenamiento frigorífico de los tomates varía en relación al grado de madurez en que se han cosechado. El tomate cuando ha llegado a su madurez fisiológica se puede almacenar a temperaturas entre 12 y 15° C, cuando se desea retrasar la maduración temporalmente; períodos prolongados en estas condiciones afectan el color y sabor cuando los frutos maduran. No se recomienda almacenar el tomate en estado de desarrollo (madurez fisiológica) a temperaturas menores de 10°C, porque sufre daño, que se

caracteriza por el desarrollo de una maduración lenta y anormal (Rodríguez, 2002).

Cuando se requiere abastecer el mercado, el tomate se saca de las condiciones del almacenamiento que se han descrito, y se somete al proceso de maduración, que consiste en colocarlo a temperatura entre 15 y 18° C, hasta que los frutos se tornan rojos. La maduración se puede acelerar utilizando gas etileno durante 24 a 72 horas dependiendo del estado de madurez.

Los frutos parcialmente maduros, se almacenan a temperaturas entre 10 y 12°C, los maduros firmes entre 7 y 10°C y los completamente maduros entre 2 y 4°C por pocos días, puesto que estos pierden rápidamente firmeza, aroma y sabor. Los tomates se deben almacenar en condiciones de alta humedad relativa entre 85 y 95%. Si la humedad relativa es menor del 80%, se produce deshidratación del fruto con pérdida de calidad por marchitez y cuando es mayor del 95% favorece las pudriciones (Rodríguez, 2002).

4.20 Comercialización

De conformidad con los artículos 88 de la Ley de Propiedad Industrial, y 84 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las marcas oficiales son signos distintivos propiedad del Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría de Economía (SE), la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y el Banco Nacional de Comercio Exterior, S.N.C. (BANCOMEXT). Al ostentarse en productos mexicanos de cualquier índole (principalmente agroindustriales), dichas marcas garantizan su calidad superior respecto de sus cualidades, propiedades y naturaleza.

Las marcas oficiales constan de cuatro elementos que sustentan su validez.

Dichos elementos son:

a) Un signo distintivo que identifique fácilmente a los productos que poseen una calidad superior (Marca Oficial "México Calidad Suprema"), registrada ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

b) Un pliego de condiciones en el que se definan, entre otras cosas, la zona de producción o transformación del producto, las especificaciones de calidad superior, así como los controles y verificaciones al producto y las líneas de producción.

c) Una certificación independiente otorgada por un organismo acreditado de carácter privado, imparcial y técnicamente calificado para llevar a cabo la evaluación de la conformidad que garantice que el producto cumple con las especificaciones contenidas en el pliego de condiciones correspondiente a cada producto.

d) Una campaña de publicidad financiada por los productores (a través del pago de las certificaciones correspondientes) con el apoyo de fondos mixtos por parte de BANCOMEXT. Los recursos aportados para estos fines serán administrados por fideicomisos privados, sin la participación del Gobierno Federal.

Paralelamente, se ha concluido con la elaboración de 21 pliegos de condiciones (aguacate, café, brócoli, cebolla, coliflor, chile, espárrago, fresa, limón persa/limón mexicano, melón, miel, sandía, pepino, pimiento morrón, tomate, productos enlatados, mango, uva, garbanzo, y carne de cerdo), mismos que se encuentran en proceso de ser aprobados por los cotitulares de la marca oficial, salvo el correspondiente a 12 de ellos, los cuales ya ha sido aprobados (SAGARPA, 2002).

V INVESTIGACIONES RECIENTES DEL TOMATE EN LA

COMARCA LAGUNERA

RESULTADOS DE INVESTIGACIONES EN EL CULTIVO DE TOMATE REALIZADOS DEL 2000 AL 2005 EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Investigación 1. Características de producción de genotipos de jitomate en la Comarca Lagunera. Estrada Sánchez, Maria del Carmen. 2005.

Durante las investigaciones realizadas en el proyecto denominado Características de producción de genotipos de jitomate en la Comarca Lagunera se concluyo lo sig: Durante la realización del experimento, en los eventos fenológicos días después del trasplante el JPX- TF-LSL sobresalió al resto de los genotipos evaluados, presentando su primera floración a los 15 días después del trasplante, y la cosecha a los 68 días, mientras que para el Sunbeam obtuvo un rendimiento comercial de 20.34 t ha⁻¹ y para el mismo genotipo fue con mayor porcentaje de numero de frutos con 772.7 mil frutos, mientras que en rezaga obtuvo con 6.74 t ha⁻¹, obteniendo un rendimiento total de 27.09 t ha⁻¹. En la calidad de clasificación comercial XPH-5720 obtuvo frutos medianos con un porcentaje de 39.80 t ha⁻¹, siguiendo el testigo con 14.54 t ha⁻¹. Mientras que para los tratamientos comerciales XPH-5720 se presento con un valor de 15.65 t ha⁻¹ y destacan el JPX-TF-LSL con 16.78 ton t ha⁻¹. La forma de fruto predominó más el tipo oblongo con tendencia a redondo, lo cual indica que es resistente al transporte, extremo inferior redondo el cual reduce el porcentaje de daños mecánicos por el manejo de que se le da al momento de la cosecha y empaclado,

con muy buena coloración uniforme y una concentración de grados Brix de 4.26% hasta llegar a 5.16%. En consecuencia, los genotipos en este estudio, sí lograron el incremento mínimo del 15% de su calidad, lo cual hace cumplir el objetivo del presente trabajo (Estrada-Sánchez, 2005).

Investigación 2. Evaluación de compostas y sustrato inertes en tomate bola bajo invernadero. (De León Roblero, Wilber Roberto, 2004).

En estudios realizados para evaluar diferentes tipos de composta y sustratos inertes en tomate bola bajo condiciones de invernadero se pudo concluir lo siguiente: se cumplieron los objetivos planteados al inicio del proyecto.

En el caso del factor composta, ambas tuvieron buenos rendimientos, sobresaliendo un poco la vermicomposta.

Para el caso de los sustratos inertes, la perlita sobresalió de la arena, sin embargo, esta tiene un costo más elevado por lo que para la región se recomienda la arena de río.

En cuanto a porcentaje se refiere, se esperaba una relación de que a mayor porcentaje de composta, mayor sería los rendimientos, sin embargo en el caso del 50% de composta, los nutrientes de la biocomposta se lixiviaron, sin embargo se mantuvo la tendencia anteriormente.

En la mayoría de las fuentes de variación se observó significancia, es decir que se presentó un efecto conjunto entre los factores.

Los rendimientos obtenidos en campo, actualmente se vieron superados fácilmente por los sustratos más sobresalientes.

Para el caso de los genotipos, ambos manifestaron el mismo comportamiento

para cada una de las variables evaluadas.

Un caso muy notorio se presentó en los grados Brix donde el testigo fue el de menor concentración de sólidos solubles, inferior a todos los tratamientos que contenían composta, asumiendo lo anterior al exceso de riegos lixiviados que conlleva a no acumular azúcares (De León-Roblero, 2004).

Investigación 3. Comportamiento de diferentes genotipos de tomate bajo condiciones forzadas Cobarrubias-Álvarez, Donaciano. 2004.

En investigaciones recientes se evaluó el comportamiento de diferentes genotipos de tomate bajo condiciones forzadas, de lo cual se concluyó lo siguiente:

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

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

Para la variable de calidad de fruto entre los genotipos para peso de fruto el mejor fue Scoop con 220.96 g, en diámetro polar sobresalió Atila con 8.20 cm, mientras que para diámetro ecuatorial el que mostró un valor más alto fue Scoop con 7.10 cm. Para sólidos solubles el de mayor valor fue Tequila con 4.33 o Brix, en espesor de pulpa el que mostró el mayor valor fue Barbarian con 0.81 cm, y

en cuanto a número de lóculos los genotipos que presentaron el mayor número fueron Scoop, Bosky y Marcela con 4.39, 4.30 Y 4.22.

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

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

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

Para este ciclo de evaluación se cumplió con el objetivo de producir tomate en época de escasez bajo las condiciones climáticas en el periodo otoño invierno. Se encontró que el sistema de producción de tomate en invernadero en esta época de escasez se obtienen rendimientos potenciales comparados con el rendimiento regional obtenido en campo 19 ton/ha-1 (Cobarrubias-Álvarez, 2004).

Investigación 4. Efecto de cuatro niveles de composta en híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero, en la Comarca Lagunera. (Chávez-Carmona, José de Jesús, 2004).

Se evaluaron cuatro niveles de composta en híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero, para determinar cual era el mejor.

Se concluye que efectivamente se cumplieron los objetivos planteados al inicio del proyecto. Para el caso de los sustratos inertes, la perlita sobresalió de la arena, sin embargo, esta tiene un costo más elevado por lo que para la región se recomienda la arena de río.

En cuanto a porcentaje se refiere, se esperaba una relación de que a mayor porcentaje de composta, mayor sería los rendimientos, sin embargo en el caso del 50 % de composta, los nutrientes de la biocomposta se lixiviaron, sin embargo se mantuvo la tendencia anteriormente.

En la mayoría de las fuentes de variación se observó significancia, es decir que se presentó un efecto conjunto entre los factores.

Los rendimientos obtenidos en campo, actualmente se vieron superados fácilmente por los sustratos más sobresalientes. Para el caso de los genotipos, ambos manifestaron el mismo comportamiento para cada una de las variables evaluadas.

Un caso muy notorio se presentó en los grados Brix donde el testigo fue el de menor concentración de sólidos solubles, inferior a todos los tratamientos que contenían composta, asumiendo lo anterior al exceso de riegos lixiviados que conlleva a no acumular azúcares.

Para el caso de sólidos solubles se presentaron diferencias significativas para diferentes fuentes de variación incluyendo la triple interacción donde el primer grupo de significancia de so diez encontrados presento una media de 4 ° brix.

En el caso de espesor de pulpa los sustratos orgánicos que mejor se comportaron perlita al 25% con el genotipo andre y perlita al 12% con el genotipo filon con 6.06

cm y 6.01 respectivamente, esto nos indica que para esta variable se alcanzo el objetivo ya que es de suma importancia para la vida de poscosecha Y los sustratos orgánicos arrojaron el mejor resultado.

En el caso de los números de lóculos los sustratos orgánicos que mejor se mostraron fue ama con el genotipo andre y arena al 50% con el genotipo bosky aquí los resultados son muy importantes por que al igual que la variable anterior es de suma importancia para la el manejo de poscosecha.

Para la altura a los 30 DDT la mayor altura la mostró el genotipo filon, con 60.22 Y el menor de 21.90. En 80 DDT él testigo con el genotipo filón con 157.78 cm fue el de mayor altura y el de menor altura fue andre con vermicomposta al 12% con 51.8cm.

Para el caso de rendimiento se presento diferencia significativa para genotipo y porcentaje así como para la triple interacción, para este caso las mejores combinaciones fueron las Genotipo max, bosky y andre, en el testigo, con una media de 117.3 ton/ha. Mientras que el mas bajo fue el genotipo andre con arena al 50%, con 27.11 ton/ha.

Para el caso de los sustratos orgánicos los mejores fueron bosky con perlita al 37% Y al 50% así como arena al 37.5% así como el genotipo así como el genotipo andre con arena al 37.5% y con perlita tanto como al 50%, como al 37.5% igual que max con arena al 37.5% con una media de 81.72 ton/ha. Esto manifiesta que con sustratos orgánicos se pueden obtener buenos rendimientos

superando en un 272.4% los rendimientos obtenidos actualmente en la producción de tomate orgánico en campo (Estupiñán 2002).

Para el caso de peso de fruto en esta variable se detectó diferencia significativa para diversas fuentes de variación incluyendo la triple interacción, los mejores tratamientos presentaron una media de 209.57 g siendo el genotipo andre con perlita al 25% y al 37.5% así como el testigo; como el bosky en el testigo con una media de 226.2g.

Para el caso de diámetro polar se presentó diferencia altamente significativa para todas las fuentes de variación, en la triple se presentaron 10 grupos significativos siendo los mejores en el primer grupo, andre y filon en perlita al 25 y 50% así como bosky en el testigo, con una media de 6.003cm (Chávez-Carmona, 2004).

Investigación 5. Producción de cuatro híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Hernández-Contreras Leandro Armando. 2004.

Se evaluó la producción de cuatro híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero donde las conclusiones siguientes a las que se llegó fueron: Existen diferencias significativas para el número de muestreo en relación al número de nudos. siendo el décimo muestreo que presentó mayor número de nudos; por otro lado en la variable altura de planta hay diferencia significativa para los genotipos evaluados, siendo el genotipo HMX80116 de mayor altura con de 137.09 cm.

En el análisis de regresión se presentaron relaciones lineales entre las variables número de nudos y altura de planta. en función al número de muestreos.

se realizaron análisis de regresión individual para el mejor genotipo. presento las siguientes ecuaciones lineales: $y = 2.88 + 2.57x$. $y = -3.61 + 25.41x$; y para el segundo grupo de significancia, conformado por los tres genotipos restantes. fueron $y = 2.13 + .2.70$. $y = -7.44 + 23.91 X$ respectivamente.

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

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

El genotipo F30963, presento mayores valores en el peso promedio de fruto, diámetro ecuatorial, espesor de pulpa y numero de lóculos; el genotipo Alondra, fue el mejor para diámetro ecuatorial, grados Brix y numero de lóculos; por otro lado, el genotipo HMX80116 fue el mejor para diámetro polar y °Brix; mientras que el genotipo de menor valor fue Gironda ya que en todas las

variables evaluadas no fue el mejor en las características cualitativas.

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

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

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

Así pues, se concluye que los híbridos evaluados se desarrollan perfectamente bajo las condiciones de la Comarca Lagunera durante el otoño e invierno, además de confirmar' la supremacía de producir en campo ó en invernadero (Hernández-Contreras, 2004).

Investigación 6. Evaluación de cuatro híbridos de tomate de larga vida en anaquel bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. García-Dolores, Eduardo.2004.

Se evaluaron 4 híbridos de tomate de larga vida de anaquel bajo condiciones invernadero en la Comarca Lagunera donde existen diferencias significativas en todas las fuentes de variación, para las variables de inicio y final de floración y rendimiento.

Para las variables de calidad de fruto, existen diferencias significativas, únicamente entre los híbridos, en peso de fruto, diámetro polar y diámetro ecuatorial; en cuanto al contenido de sólidos solubles y espesor de pulpa se presentó diferencia significativa para genotipos y la interacción.

Para la variable color del fruto en la coloración interna, fue totalmente igual para todos los genotipos, siendo este el 41 C (rojo claro - rosita). Para el color externo, el más frecuente fue 40C (rojo). En la variable forma de fruto, el genotipo Abigail mostró una forma achatada (bola) y presentando tres lóculos, mientras que el resto de los genotipos presentó forma tipo saladette y con dos lóculos.

El genotipo de mayor rendimiento fue V 7017 con 176.20 ton / ha, en un periodo de seis meses; éste mismo híbrido fue el más precoz, ya que inicio su floración a los 40.1 días después

de trasplante, así mismo registró un contenido de sólidos solubles de 7.1 grados Brix. El segundo genotipo de mayor rendimiento fue Abigail con 155.6 ton/ha. Ambos híbridos presentaron una excelente adaptación de desarrollo bajo condiciones de invernadero durante en el ciclo otoño - invierno.

Con lo antes expuesto, es posible determinar que los híbridos V 7017 Y Abigail

son los que presentaron mejores características de rendimiento, precocidad y adaptación para ser explotados bajo abrigo, durante el ciclo otoño - invierno, cumpliéndose con esto el objetivo del presente proyecto (García-Dolores, 2004).

Investigación 7. Producción orgánica de tomate cereza (Cherry) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Márquez-Cano, Candido. 2004.

En investigaciones realizadas para la producción orgánica de tomate cereza (Cherry) bajo condiciones de invernadero se llegó a la conclusión que se puede producir orgánicamente con los mejores sustratos encontrados, los cuales, fueron arena y perlita con vermicomposta a 37.5 y 50%. Se superaron los rendimientos obtenidos en campo, los cuales son de 17 ton/ha, es decir, que las condiciones controladas facilitadas por la producción dentro del invernadero, así como el aporte nutrimental de las mejores mezclas, los cuales satisfacen las necesidades nutrimentales del cultivo. La vermicomposta es mejor que la biocomposta, sin embargo, sería conveniente un mejor manejo de ésta última, en cuestión de las necesidades hídricas; además cabe señalar que una de las ventajas de la biocomposta sería que es un material comercial y la cantidad requerida por los productores no sería problema para proporcionarla en tiempo y cantidad; caso contrario a la vermicomposta. Al optar por la vermicomposta, consecuentemente se reduce la contaminación propiciada por las cantidades industriales de estiércol que se producen en la región. Los sustratos inertes fueron similares, sin embargo, en el caso práctico de la Región, se recomienda la arena por su costo.

En el caso de porcentajes, a mayor porcentaje, mayor producción, lo anterior en

el caso de la vermicomposta, sin embargo, prácticamente la tendencia es similar para la bicomposta.

En el caso de los genotipos, FA 1325, es el que mayor rendimiento presenta en forma general, mientras que los otros dos genotipos son similares entre sí (Márquez-Cano 2004).

Investigación 8. Evaluación de rendimiento y calidad de 18 genotipos de Tomate, bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Hernández Simón, Iván Addiel. 2003.

Para la variable altura de planta los genotipos 31355, Barbarian y Atila con 251.5, 245.6 Y 237.8 cm, respectivamente, superaron al resto de los genotipos En la variable inicio de floración de planta los genotipos más precoces fueron Barbarian y V120 F1, con 47.5 y 47.8 días después de la siembra, respectivamente. Los cuales superaron al testigo Andre con alrededor de ocho días.

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

Aunque no existe diferencia significativa los mejores híbridos para rendimiento fueron Andre, Atila y HMX 801 con 258.40, 254.38 Y 241.60 ton ha-1 respectivamente. La mayoría de los genotipos igualaron en rendimiento al testigo Andre. Todos los híbridos evaluados tienen una excelente adaptación en

el otoño- invierno. Cabe mencionar que el invernadero en el cual fueron evaluados estos genotipos no contaba con sistema de calefacción.

Para este ciclo de evaluación se cumplió con el objetivo de producir tomate en época de escasez bajo las condiciones climáticas en el periodo otoño invierno. Se encontró que el sistema de producción de tomate en invernadero en esta época de escasez se obtiene rendimientos potenciales comparados con el rendimiento regional obtenido en campo (19 ton^{ha1}).

La plaga que se presentó durante el desarrollo del cultivo fue la mosquita blanca (*Bemisia argentifolli* Bellos & Perring y *Trialeurodes abutilonea*). y las enfermedades fueron: *Alternaria solani* y cenicilla (*Leiveillula taurica* lev. Arm. (Hernández-Simón, 2003).

Investigación 9. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate en vericomposta bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Ávalos-García, Lilia del Carmen. 2003.

Se evaluaron dos híbridos de tomate en vermicomposta bajo condiciones de invernadero, de los resultados obtenidos, durante el desarrollo de este experimento y de la discusión e interpretación que de ellos se realizó, se pueden generar las siguientes conclusiones.

1.- Para la variable lóculos de frutos de tomate se observa que el tratamiento An 37.5 (genotipo Andre con 37.5% de vermicomposta) y Ad 37.5 obtuvieron los mejores promedio de número de lóculos en los frutos de tomate, por lo que se asume que esta vermicomposta a este nivel con este genotipo favorece la formación de lóculos.

2.- En caso de las variables diámetro polar y diámetro ecuatorial el tratamiento An25 (genotipo Andre con 25% de vermicomposta) presentó los mejores diámetros en los frutos de tomate, por lo que se concluye que utilizando este tratamiento se generan los mejores promedios de diámetro, tanto polar como ecuatorial.

3.- Para la variable peso los tratamientos An 37.5 y An 25 generaron los mayores valores promedio de rendimiento.

4. Para la variable grados Brix se observa que el tratamiento An37.5 (genotipo Andre con 37.5% de vermicomposta) obtuvo el mejor promedio de grados Brix en los frutos de tomate, por lo que se asume que este nivel de vermicomposta utilizando este genotipo favorece la acumulación de sólidos solubles presentes en los frutos de tomate.

5.- En términos generales el comportamiento del genotipo Andre superó al genotipo Adela y los niveles de composta que lograron efectos favorables para este comportamiento oscilan de 25 a 37.5% (Ávalos-García, 2003).

Investigación 10. Comparación de dos genotipos de tomate vericomposta-arena bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Gómez-Fuentes, Leocadio. 2003.

En la comparación realizada de dos genotipos de tomate con vermicomposta-arena bajo condiciones de invernadero se obtuvo los siguientes resultados:

De acuerdo al análisis de varianza en el desarrollo del experimento, se pueden generar las siguientes conclusiones:

1.- Existen diferencias altamente significativas para la variable rendimiento sobresaliendo los tratamientos Adela testigo, Andre 12.5%, Andre testigo y Andre al 50% y estadísticamente iguales con 173.7, 170.5, 151.0 Y 131.1 ton/ha respectivamente mientras que el tratamiento Andre al 25% presentó el menor rendimiento con 74.4 ton/ha.

2.- Para las variables de calidad se encontraron diferencias altamente significativas en: diámetro ecuatorial, diámetro polar, peso promedio del fruto, grados Brix y número de lóculos y no significativo en la variable espesor de pulpa el caso de la variable diámetro polar el genotipo que tuvo la mejor respuesta fue el Andre al 50%, para el diámetro ecuatorial el tratamiento Andre al 50 y 12.5% presentaron el mayor valor. Los niveles (50 y 12.5%) con el genotipo Andre superaron al resto de los tratamientos, el genotipo Adela al 50% presentó el menor peso.

4.- En la variable grados Brix el genotipo Andre y Adela ambos al 12.5% fueron estadísticamente iguales al tratamiento Adela al 50% los que presentaron mayor contenido de sólidos solubles para esta variable los niveles de vermicomposta superaron a los tratamientos con solución nutritiva.

5.- En la variable espesor de pulpa aunque no se encontró diferencia significativa el tratamiento que presentó el mayor espesor fue Andre al 37.5% de vermicomposta. Al no existir diferencias significativas se puede recomendar el nivel 50% de vermicomposta y el genotipo Andre.

6.- De acuerdo a estos resultados los tratamientos Andre al 12.5 y 50% de la mezcla vermicomposta-arena pueden ser ampliamente recomendados para la producción comercial bajo condiciones de invernadero ya que en rendimiento

fueron estadísticamente iguales al genotipo Adela al que se le agregó la solución nutritiva y con esto se puede comprobar que la vermicomposta se puede considerar un medio de crecimiento para producción orgánica en invernadero, además de reducir costos de producción en cuanto a manejo de fertilizantes aplicados al cultivo, por ser un abono orgánico que cubre las necesidades nutrimentales (Gómez-Fuentes, 2003).

Investigación 11. Producción de siete híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en otoño invierno del 2001-2002 en la Comarca Lgunera. López E., J. I.2003.

En comparaciones realizadas de 7 híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero durante el periodo de 2001-2002 se concluyó que existían diferencias altamente significativas para las variables de calidad de fruto entre los híbridos para peso de fruto, diámetro polar diámetro ecuatorial, sólidos solubles y numero 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 presento durante el desarrollo del cultivo fue la mosquita blanca (*Bemisia argentifolli* Bellos & Perring y *Tríaleurodes abutilonea*) y las enfermedades fueron: el tizón temprano (*Alternaría solani*) y la cenicilla (*Leiveillula tauríca*) (López-Espinosa,2003).

VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anónimo. 2005. El Cultivo de tomate. [En Línea] junio de 2005.
www.agrobit.com.ar/Info_tecnica/Alternativos/horticultura/AL_000014ho.htm.
[Fecha de consulta: 2 de junio 2005].
- Aguilar, C. P. 2002. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México 46 p.
- Almaguer R. , G. 1979. Fisiología General. Serie Textos Agronómicos Universidad Autónoma de Chapingo, México. D. F. 370p.
- Alvarado R., B y J. T. Trumble. 1999. Manejo integrado de plagasen el cultivo del Tomate en Sinaloa. pp. 435-456. En: Anaya R. Y N. Romero (Ed.) Hortalizas, Plagas y Enfermedades. Editorial trillas México. D.F.
- Anónimo, 2005. El cultivo del tomate. [En línea].
<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate2.htm>. [Consulta 25 Enero de 2005].
- Anónimo. 2003. Todo sobre hortalizas. [En Línea]. Horticom (http://www.horticom.com/publicac/juego_v/hi14.html). [Consulta: 4 de marzo de 2005].

- Anónimo. 2005. Fertirrigación de cultivos en invernadero. [En Línea] [.http://www.fertiberia.com/fertirrigacion/guiadeabonado/Tomatefertlargo.html](http://www.fertiberia.com/fertirrigacion/guiadeabonado/Tomatefertlargo.html) [Consulta: 12 Enero de 2005].
- Ávalos-García, L. C. 2003. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate en vericomposta bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coah, México. 92 pp.
- Barrenque O., J. R. 1991. Evaluación de ácidos húmicos, (Huitron) y del fertilización foliar (foltron plus) en el sistema de conducción del tomate (*Lycopersicon esculentum*). Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. México.
- Belda, J. E. y J. Lastre. 1999. Reglamento Específico de Producción Integrada de Tomate Bajo Abrigo: resumen de aspectos importantes. Laboratorio y Departamento de Sanidad Vegetal de Almería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Andalucía España. 1-9 pp.
- Benavides-Mendoza, A., Ramírez, H. y Robledo-Torres, V. 2004. El efecto de tres fumigantes de suelo y dos cepas de bacterias sobre la productividad de fresa (*Fragaria xanannassa*): (con 3 figuras y 2 cuadros). Pitón. Vol. No.1, 91-102 p. ISSN 0031-9457.
- Berenguer J., J. 2003. Manejo del Cultivo de tomate en Invernadero. En: Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. Editores. Castellanos, J. Z. Y J. J. Muñoz, R. Celaya, Guanajuato, México.. 147-174 pp.

- Bidwell R., G. 1979. Fisiología Vegetal. AGT EDITOR, S. A. México, D. F. 782 p.
- Burgueño C., H. 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero. En: Memorias del 1^{er} 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. 1999. Fertilización. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México..169-186 pp.
- Calderon S., F. 2002. Requerimientos nutricionales de un cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en la Sábana de Bogotá. [En línea] www.drcalderonlabs.com/Cultivos/Tomate/RequerimientosNutricionales.htm Bogotá, Colombia. [Fecha de consulta: 5 de diciembre de 2005].
- Carvajal M., A. Cerda y V. Martínez. 2000. Modification of the response of saline stressed tomato plants by the correction of action disorders. Plant Growth Regulation. Journal Edafol & Biol. 37-47 pp.
- Castellanos J., Z. 2003 Manejo de la fertirrigación en suelo. p.109-129. En: J.J.Muñoz-Ramos y J.Z. Castellanos (Eds). Manual de producción hortícola en invernadero. INACAPA. México, D.F.
- Castellanos, J. Z. 2003. Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero, INIFAP. Celaya, Guanajuato, México. 1-3 pp.

Castro B., F.; Locascio S, .J. y Olson S., M. 1989. Tomato response to foliar nutrient and bioestimulant applications. Proceeding of the ann meeting of the florida state. Horticultural Society. Vol. 1. 45-95 pp.

Centro Nacional de Investigaciones, Relación Agua-Suelo-Planta- Atmósfera (CENID-RASPA). 2000. Datos climatológicos históricos de 1975 al 2000. Gómez Palacio, Dgo. Méx.

Chamarro, L., J. 1999. Anatomía y fisiología de la planta, pp: 43-87. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.

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.

Chávez-Carmona, J. J. 2004. Efecto de cuatro niveles de composta en híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero, en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coah, México, 84 pp.

Cobarrubias-Álvarez, D.. 2004. comportamiento de diferentes genotipos de tomate bajo condiciones forzadas. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coah, México, 85 pp.

Cotter, D.J., and R., E. Gomez. 1981. Cooperative extension service. 400 H11 pp. 4. U. New México, USA.

Cuartero, J. y R. Fernández-Muñoz, 1999. Tomato and salinity. *Sciencia Horticulture*. 78. . 83-125 pp.

Cuartero, J. y M. Báugena. 1990. Híbridos de tomate para cultivo en fresco. Pp. 196-211. cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa México.

De León Roblero, W. R. 2004. Evaluación de compostas y substrato inertes en tomate bola bajo invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coah, México. pp 98.

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

Esquinas A., J. y F. Nuez V. 1999. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate, pp: 13-23. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.

Esquinas A., J. y Nuez V., F. 2001. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate, pp: 13-23. En: F. Nuez (ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México. Reimpresión

Estrada Sánchez, M. C. 2005. Características de producción de genotipos de jitomate en la comarca lagunera. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coah, México. 88 pp.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. 2000. Cultivos Sin Suelo, Hortalizas En Clima Mediterráneo. Compendio de Horticultura 3 ED. De Horticultura, SL. Sustrato. [En línea]. <http://www.fao.org>. [Consulta: 24 de septiembre de 2005].

- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. 2001. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia. 45-52 pp.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. 2003. Comercio Alimentario Agrícola. Cumbre alimentaría. Copenhague, Senegal. 27-32 pp.
- Ferreira C., C. 2002. El CO₂ elemento indispensable para la producción de vegetales. Asociación interregional de investigación y Experimentación Hortícola. [En Línea]. <http://www.ediho.es/horticom/tem-aut/flores/co2.html>. [Consulta: julio de 2005].
- Fitzpatrick E., A. 1984. Suelos, su formación clasificación y distribución. 1ª. Ed. En Español Cia. Editorial continental, S.A. de C.V. México. D.F. 24-46 pp.
- García-Dolores, E. 2004. Evaluación de cuatro híbridos de tomate de larga vida en anaquel bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. . Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coah. México, 78 pp.
- Garza F., J. 1985. El Cultivo de Tomate, Ed. AEDOS. Segunda Edición. México, D. F. 125 pp.
- Gebhart, C. y W. Matthews. 1988. Tomate órgano de consumo. [En línea]. http://www.uc.cl/sw_educ/hortalizas/html/tomate/organo_consumo_tomate.html. [Consulta enero 2006].

- Geisenberg, C. y K. Stewart. 1986. Manejo del cultivo intensivo con suelo. Pp.191-225 En: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México.
- Gómez-Fuentes, L. 2003. Comparación de dos genotipos de tomate vericomposta-arena bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. . Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coah, México. 92pp.
- González, R. A. 1991. Efectos de diferentes sistemas de podas, sobre rendimiento y calidad del fruto del tomate. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 1-51 pp.
- González, Y., C. Bolívar y A. Martínez. 2004. Guía práctica productos fitosanitarios. Editor: MUNDI PRENSA LIBROS S.A. Barcelona, España. Pp 325.
- Hernández Simón, I. A. 2003. Evaluación de rendimiento y calidad de 18 genotipos de Tomate, bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. . Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coah, México. 92 pp.
- Hernández-Contreras, L. A. 2004. Producción de cuatro híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coah, México. 72 pp.

Himelrick D., G. and E. Boyhan G., 1998. Evaluation of metam-potassium as Fumigant and Potassium Source for Tomato. JOURNAL OF PLANT NUTRITION. Vol 2. P.p. 253-261.

Huber D., M. 1980. The role of mineral nutrition in defense in "Plant Disease: and advanced treatise". (J. G. horsfall and E. B. Cowlingeds). Academic press, New York, U. S. A.

Hunziker A., T. 1979. South America Solanaceae: a synoptic survey. *In*: Hawker, J. G.; Lester, R. N.; Skidding, A.D. (Eds.) The Biology and taxonomy of the Solanaceae. Academic Press, New York& London: 4985.

Imas, P. 1999. Manejo de nutrientes por fertirriego en Sistemas frutihortícolas. pp. IPI International Potash Institute. Presentado en el XXII Congreso Argentino de Horticultura. [En Línea]. Infoagro. 2001. (<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>, 2001). [Consulta: abril 2005].

Infoagro. 2002. El cultivo de tomate de primavera en invernadero. Fuente: Documentos Técnicos Agrícolas. Estación Experimental "Las Palmerillas". Caja Rural de Almería. [En Línea]. <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>. [Consulta: 5 febrero 2005].

Jenkins J., A. 1948. Origen and domestication of cultivated Tomatoes. Genetic. Rosources of Tomatoes and Wild Relatives. 5:3.. 34-47 pp.

Kerby, T. A.; K. G Cassman., and M. Keerly. 1990. Genotypes and plant densities for narrow row cotton systems Y. Height, nodles earliness, and location of yield. *Crop Sci* 30:644-649.

Lacasa, A. y J. Contreras. 1999. Las plagas. , Pp: 401-409. *En*: F. Nuez (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 E., J. I. 2003. Producción de siete híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en otoño invierno del 2001- 2002 en la comarca lagunera. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coah. Méx. 103 pp.

López J., M. Dories., N. Tremblay and 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. [En Linea]. Horticultural Research Center, Plant Science Department, Laval University, Sainte-Foy, QC, G1K 7P4, Canada. And Agriculture and Agric-Food Canada, 430 Boulevard Gouin, Saint Jean-sur-Richelieu, QC, J3B 3E6, Canada. <http://www.icia.es/eventos/wqq96/boa/session4.html>. [Consulta: marzo 2005].

- López-Espinosa, J. I. 2003. Producción de siete híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero en otoño–invierno en la comarca lagunera. . Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coah. México, 2003. 104 pp.
- Magán C., J.J. 2002. Sistemas de cultivo en sustrato: a solución perdida y con recirculación del lixiviado. Cultivos sin Suelo II. Curso Superior de Especialización. Estación Experimental las Palmerillas- Caja Rural de Almería pp. 173 - 205.
- Maroto, B. J. 1995. Horticultura herbácea especia. Cuarta edición. Editorial Mundiprensa. Madrid, España. Pp.355-399.I.
- Márquez-Cano, C. 2004. Producción orgánica de tomate cereza (Cherry) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis de Doctorado en Ciencias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coah. México. 94 pp.
- Marroquín, J. 2005. Etimología del Tomate [En línea]. <http://etimologias.dechile.net/?tomate>. [Consulta Julio de 2005].
- Meja G., H. S. R. Anaya y J. Romero N. 1998. Diagnósis comparativa de la mosquita blanca *Bemisia tabaci* Gen y *B. argentifolli* B. Y P. (Homoptera:Aleyrodidae). En: Anaya R. S. (ed). Hortalizas Plagas y Enfermedades 1ed. Ed. Trillas. Méx. D. F. pp.132-146.

- 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.
- Morgan, L. 2001. Greenhouse extremes, part one: minimizing the effects of high temperatures. The Growing Edge Volume 12: 3 425-430 pp.
- Nuez V., F. 2001. Desarrollo de nuevos cultivares. Pp 626-669. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del tomate, Editorial Mundi-Prensa, México.
- Ortega A., L. D. 1999. Mosquita blanca vectores de virus en hortalizas. Pp. 149-150. En: Anaya R. S. (ed). Hortalizas Plagas y Enfermedades Ed. Trillas. México. D. F.
- Pérez, J., G. Hurtado., V. Aparicio., Q. Argueta y A. Larín M. 1996. CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL. Guía Técnica Programa de Hortalizas y Frutales, Cultivo de Tomate, San Andrés, La Libertad El Salvador, C.A. [en Línea]. www.frutasyhortalizas.com.co/portal/includej/guia.php. [Consulta: 14 de abril de 2005]
- Pilatti R., A. y A. Bouzo C. 2000. Efecto del bajado de plantas sobre la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en invernadero Invest. Agr. Prod. Prot. Veg. Vol. 15 (1-2).
- Ramírez, R., D.Morales y E. Álvarez. 1992. Uso eficiente del fósforo y potasio por el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). [En Línea]. FONAIAP. Centro

Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Apdo. 4653. Maracay 2101, Venezuela. http://www.redpav-fpolar.info.ve/agrotrop/v41_1-2/v411a030.html [Consulta: Agosto 2004].

Resh H., M. 1997. Cultivos hidropónicos. 4ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España. Pp225.

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. Aspectos geográficos de la horticultura de ciclo manipulado en España. [En Línea]. <http://www.agrariamanresa.org/redsemillas/Documentos/TrabajoManuelCastello>. [Consulta: 16 de marzo de 2005].

Ríos J., A. 2002. Evaluación para rendimiento y calidad de fruto de los híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis de 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.

Ritchie J., T. 1971. Dryland evaporative flux in a subhumid climate
Micrometeorological influences. *Agrow. J.* 63: 51-53.

Rodríguez D., N. 2002. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en otoño- invierno en la Comarca Lagunera. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coah. Méx. 93 pp.

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, 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., A. 1999. Manejo del cultivo extensivo para industria. Pp. 257-308. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.

Rodríguez G., R. C., D. Jasso, y D. Martínez. 1996. Efecto de Dosis de Hidrogel en el rendimiento de tomate bajo riego. Pp. 85-97. *Agraria*. 12 (2): 85- 97.

Ruiz R., J. D. 2002. Poda en hortalizas. Apuntes de producción de hortalizas II. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México. Pp78.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2001. Resumen Agrícola Región Lagunera. Delegación en la

Región Lagunera, Sub-delegación de Planeación y Desarrollo Rural. Torreón, Coahuila. [en Línea]. <http://www.sagarpa.gob.mx>. [Consulta: 22 de abril 2005].

Sánchez Del C., F. y J.C. Vázquez R. 2000. Doseles Escamiformes Para la Producción de Jitomate en Ambientes No Restrictivos. Memoria. XVIII Congreso Nacional de Fitotecnia Irapuato, Gto. Méx. pp,181.

Sánchez C. M., A. 1991. Enfermedades del tomate, enfermedades de las hortalizas, dir. V.J. Ramírez, UAS, México.

Sánchez Del C., F. y J.C. Vázquez R. 2001. Doseles Escamiformes Para la Producción de Jitomate en Ambientes No Restrictivos. Memoria. XVIII Congreso Nacional de Fitotecnia Irapuato, Gto. Méx. pp,181.

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.

Sanz, M. A, A.Blanco., E. Monge y J. Valdez J. 2001. Caracterización de la deficiencia de calcio en la planta de tomate utilizando parámetros fisiológicos. ITEA Vol. 97: 1. Pp 26-38.

Stevens M., A. y C., M. Rick. 1986. Genetics and breeding. *En*: " Atherton, J. G. And J. Rudich" Ediciones The tomato crop. Chapman and Hall, London, New York. Pp. 35-102.

Torres, G. M. 1996. Efecto de la nutrición foliar en la calidad del fruto en cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 118 pp.

Trevor Suslow, V. y M. Cantwell, 2002. Recomendaciones para Mantener la Calidad Poscosecha. Pp. 2- 4 Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, CA 95616. Pelayo C. por Clara Pelayo Depto. Biotecnología. CBS. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México, D.F. [En Línea]. <http://rics.ucdavis.edu/postharvest2/Produce/ProduceFacts/Espanol/Tomate.shtml>. [Consulta enero de 2005].

Trigui M., S.F. Barrington, and L. Gauthier, 1999. Effects of humidity on tomato (*Lycopersicon Esculentum* cv. Truss) water uptake, yield, and dehumidification cost Canadian Agricultural Engineering. Vol. 41-3. Pág. 135-140.

United States Department of Agriculture Agricultural (USDA) 1991. Marketing Service. United States Standards for grades of fresh Tomatoes. As a march 30, 2005. Pág. 3. [En Línea]. www.usda.gov . [consulta marzo de 2005].

United States Department of Agriculture Agricultural (USDA). 2005. Marketing Service. United States Standards for grades of fresh Tomatoes. As of October 1, 1991. Pág. 3. [En Línea]. www.usda.gov . [consulta julio de 2005].

Van Haeff, J. M. 1983. Manuales para educación agropecuaria. Tomates. Tercera impresión. Editorial Trillas, México, D. F. Pp. 11-16.

Villareal, R. L., (1980), Tomato in The Tropics. Westviw Press, Inc. Colorado: 4-18.
Sistema Agropecuario de Consulta (SIACON) 1980-2001, Boletín informativo: SAGARPA, D.F., México.

Villela J., G. 1993. Glasshouse crop production. *En*: Atherthon J. G. Rudich, J. (Ed. The Tomato crop Chapman and hall. London: 581-623.)

Wendet C., W. and L. L., Ray. 2003. Influence of row spacing on the yield and soil moisture utilization of several upland cotton varieties. Proc. Beltwide cotton production Res. Conf. Pp. 25-28.

Williams D., E. 1990. A review of sources for the study of nahualt plant classification. *Adv. Econ. Bot.* 8. pp. 249-270.

Wolk J., O. D. W., Krechman y D. G., Ortega. 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. [Conference of Press].

Zelinski L., J. 1995. Interaction of water and nitrogen on the growth and development of Tomato. Conf. Vol. 2. Pp. 1109-1114.

Zhao, J. Z., Y. X. Li; H. L. Collins., L. Gusukuma-Minuto; F. L. Mau R., D. G. Thompson and A. Shelton M. 2002. Monitoring and characterization of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) resistance to spinosad. J. Econ. Entomol. 95:430-436.