

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Identificación de enfermedades que atacan al cultivo de
tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en la Comarca
Lagunera (ciclo agrícola 2006).**

POR

CÉSAR NICOLÁS AGUSTÍN

T E S I S

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

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

TORREÓN, COAHUILA

ABRIL DEL 2007

**TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER**

EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA

PRESIDENTE:

PhD. FLORENCIO JIMENEZ DÍAS

VOCAL:

ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO

VOCAL:

ING. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ

VOCAL SUPLENTE:

Dr. ADRIÁN VEGA PIÑA

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS**

M. C. VICTOR MARTÍNEZ CUETO

TORREÓN, COAH.

ABRIL DEL 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**IDENTIFICACIÓN DE ENFERMEDADES QUE ATACAN AL CULTIVO DE
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN LA COMARCA LAGUNERA
(CICLO AGRICOLA 2006).**

POR

CÉSAR NICOLÁS AGUSTÍN

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

ASESOR PRINCIPAL:

PHD. FLORENCIO JIMENEZ DÍAS

ASESOR:

Dr. ADRIÁN VEGA PIÑA

ASESOR:

ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO

ASESOR:

ING. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS**

M. C. VICTOR MARTÍNEZ CUETO

TORREÓN, COAH.

ABRIL DEL 2007

AGRADECIMIENTOS

A Dios: por darme la oportunidad de vivir en este mundo y tener fuerza, confianza y esperanzas para lograr culminar uno de mis sueños mas anhelados, gracias por estar conmigo en todos momentos de mi vida, además por darme la alegría de compartir con mi familia y mis amigos.

A mi Alma Mater: por permitir realizar mis estudios en su ámbito profesional, y por proporcionarme los elementos necesarios durante mi formación como profesionista y ser uno de tantos más que pondrán tu nombre en alto.

Al PhD. Florencio Jiménez Díaz:

Con todo respeto que se merece, por la confianza y gran paciencia que tuvo conmigo para la realizar este trabajo además por compartir sus experiencias y dejarme formar parte de este proyecto.

Al ingeniero José Alonso Escobedo:

Por confiar en mí como alumno y persona para realizar este proyecto, gracias por todo su apoyo y esfuerzo brindado. Por sus consejos, recomendaciones y enseñanzas dentro y fuera del salón de clases.

Al ingeniero Javier López Hernández:

Por participar en la corrección de este trabajo y por su apoyo recibido en este trabajo, gracias por su amistad.

Al Dr. Adrián Vega Piña y a la M.C. Yazmín I. Chew Madinaveitia:

Por compartir sus conocimientos y experiencias conmigo y por su invaluable colaboración en este proyecto.

A todo el personal del departamento de **parasitología** por su amistad y por ser buenas personas gracias que dios los bendiga.

A mis compañeros de carrera:

Yohana, Elvia, Candelario, Juan Pablo, Alejandro, Juan José, Antonio, Alfredo, Alberto, Carlos, Julio, Miguel, Oscar, Mariano, Bardomiano, José, Brígido, Evaristo y Herminio, gracias por sus vidas.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Con el más profundo y eterno amor, admiración y respeto que se merecen, dedico este pequeño y humilde tributo porque gracias a ellos que siempre me apoyaron pude realizar esto que antes era un sueño y ahora es una realidad.

A mi papá Espiridion Nicolás Dionisio:

Le doy gracias por haberme inculcado el respeto hacia las de más personas y por haberme enseñado hacer responsable en mis actos y por su infinito apoyo que dios te bendiga.

A mi mama Ma. de la Paz Agustín Alonso:

Por haberme dado la vida y por los desvelos y sacrificios que hicieron posible una de las metas más deseadas de mi vida. Por ese amor, apoyo y comprensión en aquellos momentos que mas lo necesite que dios te bendiga.

Mil gracias les doy por ser unos padres maravillosos y por esa confianza que siempre me tuvieron.

A mis hermanos:

Agustín, Alejandro, Ignacio, Gilberto, Sulpicio y Ninfa les doy gracias por estar con migo en las buenas y en las malas y sobre todo por compartir buenos momentos de felicidad en la vida que dios los bendiga les deseo lo mejor.

A mis cuñadas (o):

Herlinda, Rosario, Sofía y Gregorio; a ellos que me apoyaron moralmente para poder llegar a la meta deseada y por compartir buenos momentos dios los bendiga.

A mis sobrinos:

Amayrani Lizeth, Brayan Jaret, Walter Ignacio, Kevin Edilberto, Evelyn Sofía y Xochitl Jocelyn; a ellos que son el orgullo y futuro de la familia dios los bendiga.

A mi familia, primos y tíos:

A ellos que de una u otra forma me han brindado su apoyo en mi formación profesional.

RESUMEN

El tomate es la hortaliza que ocupa la mayor superficie sembrada en México, en la Comarca Lagunera es importante por la gran cantidad de jornales que genera. Durante el ciclo agrícola primavera-verano del 2006 se seleccionaron 5 lotes de tomate ubicados en la parte central de la región con el fin de conocer las principales enfermedades que afectan a este cultivo, para la cual se seleccionaron tres predios comerciales de tomate con cinco fechas de siembra. En cada lote se etiquetaron dos líneas de 100 plantas de tomate, realizando visitas cada 15 días para determinar el número de plantas con síntomas de enfermedades y la severidad de las mismas. Las enfermedades se identificaron visualmente en el campo mediante observación de síntomas y se colectaron muestras para su análisis en el Laboratorio del Campo Experimental de la Laguna. Para la identificación de enfermedades virosas se utilizó el método ELISA. Las enfermedades fungosas que se presentaron fueron la cenicilla ocasionada por *Leveillula taurica*, el tizón temprano por *Alternaria solani*, y la marchitez de plantas por *Fusarium oxisporum*. Las enfermedades virosas presentes fueron el Virus del Mosaico del Tabaco, Virus Mosaico del Pepino, y geminivirus. La punta morada, enfermedad ocasionada por un fitoplasma se presentó en uno de lotes. No se detectaron enfermedades ocasionadas por bacterias en el tomate en los lotes inspeccionados en la Comarca Lagunera. Las enfermedades de mayor incidencia y severidad en todos los lotes fueron la cenicilla y el tizón temprano.

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS.	i
DEDICATORIAS.	ii
RESUMEN.	iii
ÍNDICE.	iv
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	v
I.- INTRODUCCIÓN.	1
1.1. Objetivo	3
1.2. Hipótesis	3
II.- REVISIÓN DE LITERATURA.	4
2.1. Importancia del cultivo de tomate a nivel mundial	4
2.2. Importancia del cultivo de tomate a nivel nacional	5
2.3. Importancia del cultivo de tomate en la Comarca Lagunera	7
2.4. Consumo per cápita	8
2.5. Generalidades del cultivo	9
2.5.1. Origen del tomate	10
2.5.2. Descripción taxonómica	11
2.5.3. Clasificación taxonómica	11
2.5.4. Ciclo vegetativo	11
2.5.5 Anatomía y botánica	13
2.5.6. Valor nutricional	16
2.6. Enfermedades que atacan al cultivo de tomate	17
2.7. Enfermedades fungosas del cultivo de tomate	18
2.8. Enfermedades virales del cultivo de tomate	22
2.9. Enfermedades ocasionadas por bacterias	28
2.10. Especies de nematodos que dañan al tomate	30
2.11. Enfermedades ocasionadas por fitoplasmas	31
III. MATERIALES Y MÉTODOS.	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	37
V. CONCLUSIONES.	56
VI. RECOMENDACIONES.	57
VI. LITERATURA CITADA.	61

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

		Pág.
Cuadro 1	Principales países productores de tomate.-----	4
Cuadro 2	Superficie y producción de tomate en la Comarca Lagunera.-----	8
Cuadro 3	Valor nutricional del tomate por cada 100g.-----	17
Cuadro 4	Lotes comerciales de tomate utilizados para la determinación de enfermedades.-----	37
Cuadro 5	Virus presentes en los lotes de cultivo de tomate.-----	54
Figura 1	Principales Estados productores de tomate en México.---	5
Figura 2	Incidencia y severidad de <i>Leveillula taurica</i> del tomate en la PP. San Andrés municipio de Matamoros, Coah., primera fecha de transplante.-----	38
Figura 3	Incidencia y severidad de <i>Alternaria solani</i> en la PP. San Andrés municipio de Matamoros, Coah., primera fecha de transplante.-----	39
Figura 4	Comportamiento de <i>Paratrioza cockereli</i> en la PP. San Andrés municipio de Matamoros, Coah., primera fecha de transplante.-----	39
Figura 5	Comportamiento de los (VMP y VMT) en la PP. San Andrés municipio de Matamoros, Coah., primera fecha de transplante.-----	40
Figura 6	Incidencia y severidad <i>Fusarium oxisporum</i> en la PP. San Andrés municipio de Matamoros, Coah., primera fecha de transplante.-----	40
Figura 7	Comportamiento de <i>Leveillula taurica</i> en la PP. San Andrés municipio de Matamoros, Coah., segunda fecha de transplante.-----	42
Figura 8	Comportamiento de <i>Alternaria solani</i> en la PP. San Andrés municipio de Matamoros, Coah., segunda fecha de transplante.-----	43
Figura 9	Comportamiento de los (VMP y VMT) en la PP. San Andrés municipio de Matamoros, Coah., segunda fecha de transplante.-----	43
Figura 10	Comportamiento de <i>Fusarium oxisporum</i> en la PP. San Andrés municipio de Matamoros, Coah., segunda fecha de transplante.-----	44
Figura 11	Comportamiento de <i>Paratrioza cockereli</i> en la PP. San Andrés municipio de Matamoros, Coah., segunda fecha de transplante.-----	44
Figura 12	Comportamiento de <i>Leveillula taurica</i> en el tomate de la PP. 20 de Noviembre municipio de Fco. I. Madero, Coah.-----	46
Figura 13	Comportamiento de <i>Alternaria solani</i> en el tomate de la PP. 20 de Noviembre municipio de Fco. I. Madero, Coah.-----	47

Figura 14	Comportamiento de los (VMP, VMT y geminivirus) en la PP. 20 de Noviembre municipio de Fco. I. Madero, Coah.-----	47
Figura 15	Comportamiento de <i>Paratrioza cockereli</i> de tomate en la PP. 20 de Noviembre municipio de Francisco I. Madero, Coah.-----	48
Figura 16	Comportamiento de <i>Leveillula taurica</i> en la PP. Jaboncillo municipio de Fco. I. Madero, Coah., primera fecha de transplante.-----	49
Figura 17	Comportamiento de <i>Fusarium oxiporum</i> en el tomate de la PP. Jaboncillo municipio de Fco. I. Madero, Coah., primera fecha de transplante.-----	50
Figura 18	Comportamiento de los (VMP, VMT y geminivirus) en el tomate de la PP. Jaboncillo municipio de Fco. I. Madero, Coah., primera fecha de transplante.-----	50
Figura 19	Comportamiento de <i>Leveillula taurica</i> en la PP. Jaboncillo municipio de Fco. I. Madero, Coah., segunda fecha de transplante.-----	52
Figura 20	Comportamiento de <i>Alternaria solani</i> en el tomate de la PP. Jaboncillo municipio de Fco. I. Madero, Coah., segunda fecha de transplante.-----	52
Figura 21	Comportamiento de los (VMP, VMT y geminivirus) del tomate en la PP. Jaboncillo municipio de Fco. I. Madero, Coah., segunda fecha de transplante.-----	53
Figura 22	Condiciones ambientales en el año 2006. A). Temperaturas máximas y mínimas de cada mes. B). Precipitación acumulada y promedio mensual de la humedad relativa en la Comarca Lagunera.-----	55

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) se considera como una de las hortalizas más importantes, debido principalmente al alto consumo per cápita por su valor nutritivo, ya que es un componente de la mayoría de alimentos preparados. Dentro de las hortalizas es la de mayor superficie en México ocupando el número uno en exportación, obteniendo para México altas divisas y al mismo tiempo siendo un cultivo de importancia social al requerir un gran número de jornales por hectárea para su cultivo.

Este cultivo es afectado por diferentes tipos de enfermedades, entre las cuales se encuentran las de etiología fungosa, bacteriana y viral. Existen hongos que se consideran comúnmente habitantes del suelo, cuyo daño principal es la destrucción del sistema radicular o de los haces vasculares, lo cual ocasiona el debilitamiento y muerte de la parte aérea, y en ocasiones la ausencia total del fruto. Dentro de este mismo grupo, los hongos que atacan al follaje se encuentran presentes en la mayoría de las áreas agrícolas, ocasionando daños con incidencia y severidad, que puede variar de acuerdo a la ocurrencia de consideraciones climáticas.

En años recientes las enfermedades bacterianas han aumentado su incidencia debido en ocasiones a la producción de semillas en zonas contaminadas y a la falta de prácticas culturales dirigidas a su prevención. Los virus han aumentado su prevalencia debido a la presencia de insectos vectores, los cuales presentan una excelente capacidad de adaptación y multiplicación

bajo las diferentes condiciones climáticas, encontrando especies de insectos emergentes y que llegan a considerarse como una limitante para el cultivo, por su daño como plaga, y porque sirven de vectores de diferentes fitopatógenos. Los nematodos se consideran como los microorganismos presentes en el suelo, que afectan directamente a la raíz al causar diferentes tipos de lesiones que evitan la absorción de nutrimentos.

El conocimiento de las diferentes enfermedades que atacan al tomate, bajo las condiciones de la comarca lagunera se considera de gran importancia, ya que esto permitirá conocer su etiología y definir las mejores estrategias de control con el fin de minimizar su daño e incrementar la productividad del cultivo.

1.1. Objetivos

Conocer las enfermedades que atacan al cultivo de tomate bajo las condiciones de la comarca lagunera durante el ciclo agrícola 2006.

Hipótesis

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es atacado por diferentes enfermedades que varían en incidencia y severidad de acuerdo a las condiciones climáticas de cada año en la región lagunera.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia del tomate a nivel mundial

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada (FAO, 2002).

Según datos de la FAO y 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 (Cuadro 1) (FAO, 2003).

Cuadro 1. Principales países productores de tomate.

Países	Producción de tomate año 2002 (toneladas)
China	25,466,211
Estados Unidos	10,250,000
Turquía	9,000,000
India	8,500,000
Italia	7,000,000
Egipto	6,328,720
España	3,600,000
Brasil	3,518,163
Irán	3,000,000
México	2,100,000
Grecia	2,000,000
Federación de Rusia	1,950,000
Chile	1,200,000
Portugal	1,132,000
Ucrania	1,100,000
Marruecos	881,000
Nigeria	879,000
Francia	870.000

2.2. Importancia del tomate a nivel nacional

México ocupa mundialmente el décimo lugar como productor de jitomate o tomate rojo, pero es el tercer comercializador de esta hortaliza en el mundo, con volúmenes de exportación cercanos a las 600 mil toneladas anuales, la mayor de cuya parte tiene como destino los Estados Unidos de Norteamérica (Pérez, *et al.*, 2005).

Según cifras del Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la producción total mexicana de jitomate durante los últimos diez años (1991-2000) fue de 19 millones de toneladas, concentrándose el 70% de la producción en los Estados de Sinaloa (39.9%), Baja California (14.7%), San Luis Potosí (7.9%) y Michoacán (6.7%) (Figura 1) (FAO, 2001).



Figura 1. Principales Estados productores de tomate en México.

Las áreas de siembra dedicadas al cultivo del jitomate representan porcentajes importantes en los diversos estados productores de hortalizas. Sinaloa, Estado productor de hortalizas por excelencia, actualmente dedica una superficie de 30 mil hectáreas aproximadamente para este cultivo. Aún cuando ha existido una disminución del 36.7% en la superficie sembrada durante los últimos 10 años, se ha compensado con los elevados rendimientos que en la actualidad se obtienen por hectárea (32.6% en el 2000, muy superior al 29.6% obtenido en 1991) (FAO, 2001).

Es importante destacar que el cultivo del jitomate representó en los últimos diez años poco más del 50% de la producción total de hortalizas producidas en Sinaloa. Durante el periodo analizado, la superficie sinaloense dedicada a la siembra de este cultivo representó el 33.5% respecto al total nacional. San Luis Potosí el 9.3%, Baja California el 8.8% y Michoacán el 7.7% (FAO, 2002).

En México el tomate esta considerado como la especie hortícola más importante por la superficie sembrada que ocupa, y como la primera en su valor de producción. A esta hortaliza de fruto se le encuentra en los mercados durante todo el año, y se consume tanto en fresco como procesada (puré). Es, además, una fuente rica en vitaminas (Azpetia, 1994).

El jitomate es la aportación vegetal más extendida mundialmente de México. La aceptación que tiene en las diversas culturas del mundo se evidencia por ser el segundo producto hortícola para consumo en el planeta.

Es un importante generador de divisas y de empleos, sobre lo cual se registra un requerimiento total de 140 jornales por hectárea, cuyas actividades se distribuyen en labores de cultivo y cosecha, en selección, empaque y ventas de producto (Linares, 1999).

La producción mexicana de jitomate durante los últimos 10 años fue de 9 millones de toneladas, con un rendimiento promedio de 25 ton/ha en una superficie cultivada cercana a las 80,000 ha, con un precio que durante el año 2000 promedió los \$3 836.00 / ton. Aproximadamente, el 10% del producto se exporta y el resto los mexicanos lo consumen, por que lo han integrado a su dieta alimenticia en forma abundante. Sinaloa ocupa el primer lugar como productor de jitomate, ya que el 40% de la producción nacional se cultiva en ese Estado, seguido de Baja California, San Luis Potosí y Michoacán, entidades que, participan con el 30% del total nacional. El Estado de Guanajuato también es importante en cuanto a la producción de esta hortaliza; donde se registra una superficie sembrada de 2 ,000 hectáreas (Pérez, *et al.*, 2005).

2.3. Importancia del tomate en la Comarca Lagunera

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 el valor de la producción y alrededor de 5 hectáreas se cultivan 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).

Cuadro 2. Superficie y producción de tomate en la Comarca Lagunera

Años	Total (Has)		Producción (Ton)	Valor \$
	Semb.	Cosech.		
2001	905	905	16,321	34,321,063
2002	568	568	11,287	28,217,500
2003	541	541	17,516	59,554,400
2004	861	861	24,882	49,679,707

Fuente: Siglo de Torreón

2.4. Consumo per cápita

En México, el jitomate representa la principal hortaliza que se cultiva ya que es la que más superficie ocupa, la más importante por su volumen en el mercado nacional y la que más divisa genera por su exportación. Debido a una gran versatilidad como alimento y agradable sabor, el jitomate forma parte de una gran variedad de platillos de la cocina mexicana, pudiendo ser consumido crudo o cocido, en ensaladas, sopas, purés, jugos, etc., no obstante lo anterior, el consumo per cápita en México es apenas de 13.2 Kg. al año mientras que en los EUA el consumo per cápita es de 25.5 Kg. al año y en España de 31.8 Kg. al año (Alviter y Granados, 2005).

El jitomate ocupa un lugar preponderante en relación al desarrollo económico y social de la agricultura a nivel nacional, reportándose que requiere de 140 jornales por hectárea. En lo que respecta a superficie sembrada, existen

más de 90,000 ha de las que aproximadamente el 33% se sitúan en el Estado de Sinaloa (Cook, 2003).

El consumo del jitomate se ha ido incrementando gradualmente, a pesar de la drástica reducción del ingreso propiciado por la agudización de la crisis económica. Este producto mantiene su tendencia en incremento continuo en el consumo promedio de los mexicanos, porque además de las características señaladas gran parte del jitomate producido se destina a la agroindustria y parte de su consumo es como producto transformado (Cook, 2003).

2.5. 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, este último relacionado con un inhibidor en el desarrollo de cierto tipo de cánceres. Es un refrescante y poderoso aperitivo, por lo que se utiliza como ingrediente en muchísimos platillos, el cual puede consumirse de muchas maneras en fresco, puré, deshidratado, en salsas, en 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 pequeña como una uva, que se da en distintas selvas del país. Comparado con otros vegetales, los frutos de tomate son menos perecederos y resistentes a daños de transporte (Berenguer, 2003).

2.5.1. Origen del tomate

El jitomate o tomate rojo (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es originario de una planta silvestre nativa de la vertiente occidental de los Andes, entre Perú y Ecuador. En América central se encuentran variedades silvestres que aun no se explotan a nivel comercial, México se considera a nivel mundial como el centro más importante de domesticación del tomate. Sin embargo la palabra tomate proviene del náhuatl “xitli” (ombligo) y “tinatlm” (tomati o tomatera) y es el nombre común que se le a 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 crecía como arvense entre los huertos. Durante el siglo **XVI** se consumían en México de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero para entonces ya había sido llevado a España y servía como alimento también en Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacias y así se mantuvieron en Alemania hasta el siglo **XIX**. Los Españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, de allí a otros países asiáticos y de Europa se difundió a Estados Unidos y Canadá (Marroquín, 2005).

2.5.2. Descripción taxonómica

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas. Los miembros de esta familia presentan haces bi colaterales. Las flores son radiales y con cinco estambres, el ovario contiene numerosos primordios similares, produciendo bayas polispermas (Esquinas y Nuez, 2001).

2.5.3. Clasificación taxonómica del tomate (Muñoz, 1995).

Reino	Vegetal
Subreino	Embriofitas
División	Antofitas
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Solaneas (Personate)
Familia	Solanácea
Subfamilia	Solanoideae
Tribu	Solaneae
Genero	<i>Lycopersicon</i>
Especie	<i>esculentum</i>
Nombre científico	<i>Lycopersicon esculentum</i>

2.5.4. 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 del mediterráneo (Bidwell, 1979).

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

Tipo industrial, los cultivares para la agroindustria son de hábitos determinados, de producción y maduración concentrada, los frutos con pedúnculo no articulado, 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 país como: Heinz 8773, Nema 1400, NK 4781 y Peto 9889 (Diez, 1999).

2.5.5. Anatomía y botánica

Esta planta silvestre 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 (FAO, 2001).

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

Tallo principal. Eje con un grosor que oscila entre 2-4cm 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 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 angulosas 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 invernaderos y a campo abierto (Ruiz, 2002).

Hojas. Compuesta e imparipinadas, con foliolos peciolados, lobulados y con bordes dentados, en número de 7 a 9 y recubiertas 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. El tomate pertenece a las familias de las solanáceas. Es una planta herbácea, perenne, pero se cultiva casi universalmente como una planta anual, por ser susceptible a daños por heladas y daños por enfriamiento (Almaguer, 1979).

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, de un ovario bi o pluricelular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimo, 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 del

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 córtex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (Garza, 1985).

Fruto. El fruto de tomate corresponde a una típica baya, generado 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 2 o 4 capas de células colenquimatosas (hipodermis). Esto le confiere una 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).

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 transplante daña la raíz pivotante y resulta en un sistema muy ramificado, en el cual dominan raíces adventicias las que 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).

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).

Semillas. 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 (Chamarro, 2001).

2.5.6. Valor nutricional.

Se puede apreciar la composición nutricional del fruto del tomate (Cuadro 3) (FAO, 2001).

Cuadro 3. Valor nutricional del tomate por 100 g de sustancia comestible

Componentes	Peso fresco %
Residuos (%)	6.0
Materia seca (g)	6.2
Energía (Kcal.)	20.0
Proteínas (g)	1.2
Fibra (g)	0.7
Calcio (Mg.)	7.0
Hierro (Mg.)	0.6
Caroteno (Mg.)	0.5
Tiamina (Mg.)	0.06
Riboflavina (Mg.)	0.04
Niacina (Mg.)	0.6
Vitamina C (Mg.)	23
Valor Nutritivo Medio (VNM)	2.39
VNM por 100 g de materia seca	38.5

Fuente: FAO.

2.6. Enfermedades que atacan al cultivo de tomate

El cultivo de tomate es atacado por un sin número de microorganismo, las cuales ocasionan enfermedades que varían en incidencia y severidad de acuerdo a la ocurrencia de condiciones climáticas. Los hongos son microorganismos fitopatógenos de mayor abundancia y distribución en las regiones agrícolas donde se establece este cultivo, estos pueden ser nativos del suelo y atacar a la raíz, o bien, encontrarse en la parte aérea y ocasionar daños en el follaje. Los virus en años recientes se han constituido como limitantes para el desarrollo de este cultivo en algunas regiones agrícolas, debido principalmente a la amplia adaptación de los insectos vectores. Las bacterias tradicionalmente se han encontrado, asociadas al tallo, hojas y frutos de tomate ocasionando daños de consideración. A continuación se presentan las principales enfermedades que atacan a este cultivo (Pérez, *et al.*, 2005).

2.7. Enfermedades fungosas del cultivo del tomate

En Sinaloa la Pudrición de la Corona del Tomate (PCT) causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Forl) provoca pérdidas hasta de 100%. En un muestreo reciente de 1, 800 ha (41 lotes), se estimó una incidencia del 16%. La estrategia más promisorio para el manejo de la PCT es el desarrollo de cultivares resistentes, pero los usados en México son susceptibles a Forl. Pero no se utilizan en México por sus características agronómicas indeseables para el mercado de exportación (Apodaca, *et al.*, 1998).

El cultivo de tomate es susceptible a muchas enfermedades, siendo Tizón temprano (*Alternaria solani*), Moho de la hoja (*Cladosporium fulvum*) Cenicilla (*Leveillula taurica*) y Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) las más importantes en el valle de Culiacán (Ramírez, 1998).

La cenicilla del tomate (*Leveillula taurica*) se caracteriza por tener la fase asexual o conidial (*Oidiopsis taurica*) la cual forma conidioforos hialinos, simples, septados, a veces en grupos de dos a tres; conidios hialinos de dos tipos: unos en forma de barril y otros piriformes de 13.5 x 55.7 μm y de 15.2 x 62.5 μm , respectivamente, pero sin formar una cadena. La fase sexual (*Leveillula taurica*) se caracteriza por formar cleistotecios con varias ascas y apéndices micelioides o carecer de ellos. Por su importancia y distribución, esta enfermedad ha causado daños en áreas hortícolas de los países situados en la región del Mediterráneo África y Asia, también se detectó en Estados Unidos,

en 1978, y en México, en 1980, en el Estado de Sinaloa. Ataca además del tomate a la berenjena, el chile, la papa, la cebolla, la alfalfa, la alcachofa y algunas otras especies de leguminosas, malváceas y euforbiáceas. Aparecen pequeñas mancha verde amarillentas, casi circulares en el haz de las hojas atacadas, después el centro de las lesión se deshidrata y se torna café; en el envés se observan fácilmente unas vellosidades blancas que son los conidioforos y los conidios del hongo, que salen a través de los estomas; en condiciones favorables, las lesiones pueden extenderse hasta unirse y deshidratar las hojas por completo (Anaya, *et al.* 1999).

Los daños que presenta la cenicilla son la reducción del área fotosintética y, en consecuencia de la longevidad de la planta, el rendimiento y la calidad de los frutos, que por lo general son pequeños y quemados por el sol. Para completar su ciclo de vida depende de las condiciones óptimas para su desarrollo como son temperatura de 26 °C en promedio y humedad relativa entre 52 y 75%, sobrevive el invierno en residuos de cosecha como micelio o conidio y como cleistotecio en el suelo (Anaya, *et al.* 1999).

El rendimiento y calidad del cultivo del jitomate pueden ser afectados por más de 35 enfermedades. La mayoría de ellas son producidas por hongos; la pudrición de cuello y raíz ocasionada por *Phytophthora capsici* Leo. Ha adquirido gran importancia en algunas regiones del país. Esta enfermedad fue descubierta por Galindo en 1956, atacando plantaciones de chile en los campos de Chapingo, Edo. de México, en años siguientes se encontró en calabacita en

la misma zona, a mediados de los noventa se reportó en jitomate en el mismo Estado (Lagunas, *et al.*, 2001).

El tizón temprano del tomate (*Alternaria solani*) se caracteriza por tener conidioforos oscuros simples, cortos o alargados, conidios oscuros, muriformes, obclavados, elípticos a ovoides, presentando en el ápice un apéndice filiforme simple o ramificado, no se forman en cadena. Su importancia y distribución es por atacar a cultivos como la papa, tomate, y berenjena, y se ha encontrado en Morelos, Sinaloa, Michoacán, San Luís Potosí, Guanajuato, Estado de México y otras pequeñas áreas en donde cultivan estas solanáceas, ocasionando tizones en hojas y pudriciones de frutos, también afecta pecíolos, flores y tubérculos en papa (Anaya, *et al.* 1999).

La enfermedad se presenta en hojas, tallos y frutos en cualquier época del desarrollo del cultivo, cuando ataca en estado de plántula, estas presentan una pudrición del cuello en el tallo a nivel del suelo (*damping-off*). Si se presenta en plantas desarrolladas, las hojas atacadas aparecen inicialmente con manchas circulares o angulosas café oscuro a negro. Las cuales aumentan de tamaño y forman anillos concéntricos, dándole a las lesiones una apariencia típica; estas manchas pueden coalescer y dañar todas las hojas. Los daños que ocasiona depende de la susceptibilidad de la planta y las condiciones de humedad ambiental, pero en algunas regiones ha llegado ocasionar pérdidas hasta de 30% en ocasiones favorables para su desarrollo, la enfermedad es más grave durante la fructificación (Anaya, *et al.* 1999).

En México el tizón temprano (*Alternaria solani*) (Ellis y Martín) es una de las principales enfermedades que atacan al jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), junto con el Tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary), la incidencia de *A. solani* ha incrementado los costos de producción en un 60%, por el uso de funguicidas (Gómez, *et al.*, 2001).

La pudrición de la corona del tomate causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Forl) Jarvis y Shoemaker, es una enfermedad importante en el mundo (Hartman y Fletcher, 1991; Jarvis, 1988). El patógeno causa clorosis en el follaje, marchitez y pudrición radical, las lesiones necróticas con frecuencia ascienden hasta 30 cm a partir del cuello de la planta y las plantas mueren generalmente al inicio de la maduración de los frutos (Apodaca, *et al.*, 2001).

En el Estado de Sinaloa se detectó la presencia de aislamientos patogénicos de Forl en 34 (85%) de 40 plantaciones de tomates muestreadas (1,883 ha), el 77-100% de los aislamientos evaluados de cada plantación fueron patogénicos en tomate. En este mismo Estado se siembran en promedio 23,000 ha de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) al año. La pudrición de la corona (PCT), causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Forl) disminuyó hasta el 50% del rendimiento en el campo; actualmente se desconoce la frecuencia de campos infestados con Forl en Sinaloa. Forl causa

la pudrición radical severa y lesiones necróticas extensivas en la base del tallo, marchitez y muerte de planta (Apodaca, *et al.*, 2001).

Uno de los problemas fitosanitarios limitantes de la producción del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a nivel mundial y nacional es el marchitamiento vascular ocasionado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fo), el cual tiene mayor incidencia en regiones de clima cálido, ocasionando grandes pérdidas económicas (Carrillo, *et al.*, 2003).

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es uno de los cultivos de mayor importancia en el norte de Sinaloa, México, pues contribuye significativamente a la economía regional por los empleos que generan tanto en campo como en las industrias. Por ello en los ciclos agrícolas 1991-92 y 1992- 93 se pronosticó el primer brote de tizón tardío mediante el sistema Blitecast, posteriormente, se validó a nivel semicomercial en tomate para industria (Félix, *et al.*, 2006).

2.8. Enfermedades virales en el cultivo de tomate

Los geminivirus son un importante grupo de virus de plantas que afectan al cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Se caracterizan por sus viriones isométricos geminados con genomas de ADN de cadena sencilla (Padidam *et al.*, 1995) y por ser transmitidos por mosquita blanca de la familia *aleyrodidae* principalmente por *Bemisia tabaci* Gennadius (biotipo A) y *B. argentifolii* Bellows y Perring también conocida como *B. tabaci* biotipo B (Holguín, *et al.*, 2004)

Virus del Chino del Tomate (VChT). Este virus pertenece a la familia Geminiviridae. En 1972, se le dió el nombre de “Chino” a esta enfermedad aparecida en jitomate. Anteriormente se había sugerido que esta enfermedad era producida por un fitoplasma; sin embargo, en 1987, se demostró que el “chino del jitomate” es una enfermedad de etiología viral y que no existe ningún organismo tipo fitoplasma involucrado en la misma. Es ocasionado por un geminivirus. La mayoría de los virus transmitidos por mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Genn), están clasificados dentro de los geminivirus; estos inducen la formación de inclusiones intranucleares y están asociados al floema. Se han reportado en regiones tropicales y subtropicales de México; en Morelos; Valsequillo, Puebla; Yurécuaro y Tanoato, Michoacán; Sinaloa y en Oaxaca. Se han tenido pérdidas hasta del 100% de la producción de jitomate por este virus (Bailón y Díaz, 1984).

Uno de los factores de mayor importancia que afecta al rendimiento y calidad del jitomate en México son las enfermedades virales. Se estima que su efecto sobre la producción es del 30%. En México se considera que más de 70,000 ha se encuentran afectadas hasta en un 50% por *geminivirus*. Entre los cultivos más afectados se encuentra el jitomate. Se han detectado *geminivirus* en 14 Estados de la Republica Mexicana, principalmente en las regiones de Guanajuato y México (Pérez, *et al.*, 2005).

En el Estado de Morelos el cultivo de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es afectado por una enfermedad conocida como “chino del jitomate” cuyo

vector es la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*. Se ha consignado que además de *T. vaporariorum*, *T. abutilonia* y *Bemisia tabaci* son vectores de virus de varilla flexible y geminivirus, las partículas de estos últimos en general están restringidas al floema, presentes en los núcleos de las células donde produce grandes agresiones (Velásquez, *et al.*, 1993).

La necrosis intravenal en hojas es una enfermedad que se presenta en el cultivo de tomate en Guanajuato. El agente causal de la enfermedad se transmitió mecánicamente y con síntomas sistémicos a las siguientes especies de la familia solanáceae: *Nicotiana glutinosa*, *N. tabacum* var. *xanthy*, *N. multivalis*, *N. physaloides*, *Physalis floridana*, *P. peruviana*, *Datura stramonium*, *D. metel*, y *Capsicum annum* CV. Mulato Roque (Garzón, 1993).

Virus Perforado de la Hoja del Jitomate (VPHJ). Este virus parece ser el agente causal de la “necrosis intravenal” en el cultivo de tomate presente en Celaya Gto. Los síntomas se inician con una clorosis en ciertas áreas de las nervaduras de las hojas cambiando luego de color amarillento y a una necrosis de un color café. En estas áreas hay desprendimiento de tejido y las hojas se deforman (Garzón, 1984).

Virus de la Mancha Anular del Tomate (VMAT). Este virus pertenece a la familia Comoviridae y al género *Nepovirus*. El VMAT es un virus poliédrico, de 28 nm de diámetro, que se transmite por el nemátodo *Xiphinema*. En algunos hospedantes, este virus también se transmite a través de las semillas. La

mancha anular del tomate se encuentra ampliamente distribuida en Norteamérica y se ha detectado también en otras partes del mundo. No es de menor importancia para la producción de tomate, y además, en su caso, infecta a muchas otras plantas hospedantes y ocasiona pérdidas particularmente importantes en muchos hospedantes perennes. Este virus produce sobre todo mosaicos y manchas anulares, a los que a veces acompañan varios grados de necrosis sistémica; sin embargo, en plantas hospedantes perennes, a menudo no causan síntomas característicos en el follaje, si no afecta la base de la planta (Bohórquez y Ramírez, 1991).

Virus Mosaico del Pepino (VMP). Este virus pertenece a la familia Bromoviridae y al género *Cucumovirus*. En caso de ataque severo por el VMP, las hojas de jitomate se deforman, quedando filiformes. Este virus se ha descrito anteriormente en cucurbitáceas (Díaz, 1991).

Virus Mosaico del Tabaco (VMT). Este virus pertenece al género *Tobamovirus*; sus partículas en forma de varilla rígida se han observado con el microscopio electrónico en *Nicotiana tabacum* var. *xanthi*. En Chile y tomate infectados con el VMT inclusiones citoplásmicas nucleares cuadradas están presentes; y cristales hexagonales en el citoplasma. Se ha reportado su presencia en el Valle de Culiacán, Sinaloa y en Yurécuaro y Tanoato, Mich. Las hojas afectadas por VMT muestran parches amarillos y otras verdes. Las áreas amarillas pueden secarse. Las plantas crecen poco, se quedan enanas, y la

producción es baja. Pueden relacionarse con el VMT mosaicos y/o necrosis en chile serrano (Ramírez, *et al.*, 1990).

Virus Jaspeado del Tabaco (VJT). Este virus pertenece a la familia Potyviridae y al género *Potyvirus*; se observa como una varilla flexible al microscopio electrónico y como inclusiones celulares granulosas y fibrosas vacuoladas extranucleares, en el microscopio compuesto, en tomate; presencia de cristales intranucleares, puede relacionarse con el VJT (en Chile). Se han observado en Chile, tomate y tabaco inclusiones del tipo citoplásmicas granulosas cerca del núcleo, casi de su mismo tamaño, e inclusiones nucleares de forma cuadrada, rectangular y de huso; además de cristales triangulares en el citoplasma. Se reporta la presencia de VJT en México; en el Valle de Culiacán; norte de Sinaloa y Yucatán. El VJT es muy importante en el plano mundial, debido al daño que provoca en la producción de cultivos de interés económico comprendidos principalmente en la familia de las solanáceas; en México se les registra como causal de pérdidas en el rendimiento de Chile, jitomate y tabaco. Plantas infectadas por el virus presentan: moteado típico con ligero enchinamiento de hojas y enchinamiento en forma de encrespamiento de la hoja (González, *et al.*, 1995).

El Virus Enanismo Arbustivo del Jitomate (VEAJ) es causante de la enfermedad llamada en Hidalgo, México "pinto del tomate". Se detectó desde 1965. Es un virus que pertenece al grupo de los tombusvirus, caracterizados por producir alteraciones específicas en las células infectadas de sus

hospedantes, por lo tanto estos síntomas internos resultan útiles para su diagnóstico (Cárdenas y Galindo, 1987).

La disminución del crecimiento del tallo presentada por las plantas de jitomate infectadas con el viroide planta macho (VPMJ) se debió a la disminución de los procesos de división y crecimiento celulares; esta alteración al parecer no se debió a una reducción significativa de ácido giberélico, ácido indolacético, o ácido 2,4-diclorofenoxiacético, ya que la aplicación de estos compuestos no contrarrestó el enanismo. La enfermedad planta macho del jitomate, causada por el viroide del mismo nombre (VPMJ), se ha encontrado sólo en México en los Estados de Morelos, México, Guanajuato y Michoacán. El principal efecto económico de la enfermedad es que las plantas cuando son infectadas antes de la floración, producen frutos pequeños y carecen de valor comercial (Solís y Galindo, 1994).

El Virus de la Marchitez Manchada del Tomate (VMMT) se detectó en México en 1985, afectando tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Sinaloa. Su incidencia es más alta en las siembras tempranas que ocurren en septiembre y llegan a provocar la eliminación de lotes completos. También ha sido detectado en Nayarit, Morelos, Michoacán y México ocasionando pérdidas en crisantemo, tabaco y/o tomate de cáscara. El uso de cultivares resistentes o tolerantes es una alternativa de control para este patógeno (Quintero, *et al.*, 1998).

Se describió el crecimiento cuantitativo de la enfermedad Virus “Permanente del Tomate” en tres fechas de transplante, utilizando el modelo matemático logístico. Dicha enfermedad se presenta en forma endémica en el Bajío y causa reducciones hasta del 60 % de la producción (Mejía, *et al.*, 1993).

2.9. Enfermedades ocasionadas por bacterias

La mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) es una de las enfermedades más importantes en los cultivos de tomate y chile en el Estado de Sinaloa, donde se localiza con una distribución general y una forma epidémica, ocasionando pérdidas importantes en la producción. 36 aislamientos de *X. campestris* pv. *vesicatoria* se obtuvieron de hojas y/o frutos de tomate y chile con síntomas típicos de la mancha bacteriana, colectadas en varias zonas hortícola del estado de Sinaloa (Carrillo, *et al.*, 2001).

El Estado de Sinaloa, México, es considerado una de las áreas agrícolas más importantes en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y chile (*Capsicum annuum* L). Uno de los principales factores limitantes en la producción de estos cultivos en esta región, ha sido la constante incidencia y severidad de la enfermedad conocida como mancha bacteriana, ocasionada por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. La mancha bacteriana se presenta cada año en forma endémica en todas las regiones hortícolas del mundo donde se cultivan tomate y chile, ocasionando pérdidas importantes en la producción (Carrillo, *et al.*, 2001).

El chancro bacteriano del tomate ocasionado por *Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis*, puede afectar a plántulas presentando síntomas de marchitez y necrosis. En plantas adultas se marchitan las hojas inferiores. En tallos, 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 (León, 1978).

La mancha negra del tomate ocasionada por *Pseudomonas syringae p.v. tomato*, al atacar al tomate ocasiona que en las hojas se formen manchas negras 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 manchas de 1 mm deprimidas. El viento, lluvia, gotas de agua y riegos por aspersión diseminan la enfermedad (Rincón, 2002).

La roña o sarna bacteriana ocasionado por *Xanthomonas campestris p.v. vesicatoria* provoca manchas negras en todas las parte aéreas de la planta igual que *Pseudomonas syringae*, pero en general más grandes y regulares. El diagnóstico en campo se distingue de *Pseudomonas syringae* por el tamaño de las manchas y si el ataque esta avanzado en fruto, por los grandes chancros pustulosos característicos (Blancard, 1996).

La bacteria *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* produce podredumbre blanca, 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 (Villareal y Fucikovsky, 1991).

2.10. Especies de nemátodos que dañan al tomate

Entre los factores fitopatológicos que limitan la producción de hortalizas, se encuentran los nematodos fitopárasitos. Los síntomas causados por éstos, pueden ser: a) subterráneos, así podemos observar en las raíces lesiones necróticas, agallas, excesivas proliferación de raíces, supresión del crecimiento de las mismas, así como pudriciones de bulbos, tubérculos y rizomas; b) síntomas aéreos como retardo y detención del crecimiento (achaparramiento), clorosis, marchitez, falta de vigor, caída prematura de hojas y frutos, necrosis de los tejidos foliares y deformación de hojas y tallos. Si bien es cierto que los nematodos tienen por si solo capacidad para inducir enfermedades en las plantas. Las especies de nematodos fitoparasitos de mayor importancia económica en hortalizas, están comprendidas en los siguientes géneros: *Heterodera*, *Globodera*, *Meloidogyne*, *Nacobbus* y *Ditylenchus*. En México, *Meloidogyne incognita*, *Globodera rostochiensis* y *Nacobbus aberrans* son considerados los más importantes y son los que mayor atención han recibido (Anaya, et al. 1999).

2.11. Enfermedades causadas por fitoplasmas

La “punta morada” es un complejo de la papa, que como enfermedad se reportó desde 1974, en los Estados de México, Puebla, Hidalgo y Tlaxcala, causando fuertes reducciones de rendimiento y calidad del tubérculo de la papa que en frecuentes casos llegó a ser hasta del 95 %, los síntomas mencionados se caracterizan por una brotación anormal de tallos en tubérculos, y la coloración morada en las hojas apicales, asociado con una coloración oscura de la pulpa, lo cual demerita drásticamente su calidad. En los últimos años, esta enfermedad ha causado daños similares en Nuevo León y León, Guanajuato, y los síntomas descritos coinciden con los reportados por diferentes investigadores en los años 50 y 80. En México no existían estudios sobre el agente causal y el vector de esta enfermedad, sólo por sintomatología, se le relacionaba con la “punta morada” reportada en EU (Cadena, 2000).

Este complejo ha sido observado en otras solanáceas como tomate y chile. El vector de punta morada se llama comúnmente Psílido del tomate, pero algunos lo llaman también “pulgón saltador” y otros “salerillo”. Se han usado tres nombres comunes para este insecto: psílido del tomate, psílido de la papa y psílido de la papa y del tomate. La Sociedad Americana de Entomología actualmente reconoce dentro de los Nombres Comunes de Insectos y Organismos sólo el primero (Avilés, *et al.*, 1999).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La Comarca Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de los Estados Unidos Mexicanos. Se encuentra ubicada entre los meridianos 102° 50' y 103° 40' longitud Oeste, y los paralelos 25° 25' y 26° 30' latitud Norte a una altura de 1120 msnm; en los Estados de Durango y Coahuila. Sus límites son, al norte la Sierra de Baicuco y la ahora extinta Laguna de Mayrán, las sierra de las Delicias, Tlahualilo y de la Campana; al sur la Sierra de Jimulco y sierras de menor importancia como son las de San Carlos, España y las Noas; al este por las sierras del Rosario, del Sarnoso y del Vinagrillo, y, al oeste por las sierras de Bermejillo y Mapimí (Gutiérrez, 1947; Lazos, 1930).

El presente trabajo se llevo a cabo en el ciclo agrícola 2006, en huertos de tomate ubicados en los. Municipios de Matamoros y Francisco I. Madero, Coahuila, para el efecto, se seleccionaron 3 lotes comerciales de tomate, siendo estos la PP. San Andrés, Municipio de Matamoros, Coahuila con dos fechas de transplante una del 6 de febrero y la otra del 10 de Abril, la PP. 20 de Noviembre. Municipio de Francisco I. Madero con fecha de transplante del 15 de Mayo y la PP. Jaboncillo. Municipio de Francisco I. Madero con dos fechas de transplante del 5 de Marzo y 24 de Abril (cuadro 4).

Durante todo el desarrollo de la planta y en cada lote bajo estudio se etiquetaron dos hileras de 100 plantas de tomate, en donde se realizaron conteos para determinar el número de plantas con síntomas de enfermedades (incidencia de enfermedades) y al mismo tiempo se tomaron lecturas de la

severidad de las enfermedades presentes utilizando una escala visual en donde 0 = tejido sano, 1 = del 1 al 25% del follaje con síntomas, 2 = 26 – 50% del follaje con síntomas, 3 = 51 – 75% de follaje con síntomas y 4 = 76 – 100% del follaje con presencia de síntomas.

La identificación de plantas enfermas se realizó mediante la observación de signos (presencia de micelio y esporas de hongos) en las partes vegetativas de las plantas y de síntomas (lesiones necroticas, deformación de hojas o cambio de color), además se recolectaron 2 hojas compuestas de las plantas en bolsas de plástico convenientemente etiquetadas estas con lugar, fecha y cultivo, las cuales fueron colocadas en una hielera para facilitar su conservación, para transportarlas al Laboratorio de Fitopatología del Campo Experimental de la Laguna, donde se realizaron observaciones del tejido directamente bajo el microscopio estereoscopio y posteriormente al microscopio compuesto con el fin de lograr una identificación precisa en base a la morfología de las estructuras de los hongos presentes, basándose en las citas taxonómicas de (Barnett y Hunter, 1972).

Así mismo se elaboró medio de cultivo en base a Papa-Destrosa-Agar (PDA) y se sembraron piezas de tejido de hojas infectadas en 7 cajas petri, las cuales posteriormente, se colocaron en una cámara de incubación a 25°C durante 5 días. Posteriormente se tomaron muestras del crecimiento de hongos y se colocaron en portaobjetos para su observación al microscopio compuesto y utilización de claves correspondientes.

De las plantas muestreadas con presencia de síntomas semejantes a los ocasionados por las enfermedades virosas, se tomaron 10 muestras de las hojas más jóvenes (partes terminales de la punta de crecimiento) y se colocaron en bolsas de plástico etiquetándose con lugar, fecha y nombre del lote y conservándose en una hielera para su traslado al Laboratorio de Fitopatología del Campo Experimental de la Laguna donde se colocaron en un congelador a 17 °C, hasta su procesamiento por el método ELISA.

Las muestras se congelaron y se procesaron en el mes Diciembre 2006 se por el método ELISA utilizando gammaglobulina y conjugados (gammaglobulina más la enzima fosfatasa alcalina de la empresa comercial Agdia) para los siguiente virus: Virus Mosaico del Pepino (VMP), Virus Mosaico de la Alfalfa (VMA), Virus de la Marchitez Manchada del Tomate (VMMT), Virus Y de la Papa (VYP), Virus del Mosaico del Tabaco (VMT) y geminivirus. El método ELISA se desarrolló siguiendo los siguientes pasos utilizando antisueros para cada virus.

1.- Primeramente en cada pozo de un plato de poliestireno se colocaron 120 microlitros de gammaglobulina en dilución de 1 a 10 mililitros con solución salina amortiguadora, procediendo posteriormente a incubar en una cámara húmeda a 37 °C durante 3 a 4 horas.

2.- Después del proceso anterior, el plato se extrajo de la incubadora, se vació su contenido y se lavó 4 veces con una solución amortiguadora salina más el

detergente tween, dirigiendo el chorro al centro de cada pozo. Al final se vació su contenido y quedó listo para el siguiente paso.

3.- Posteriormente, en un mortero se colocó 1 gramo de tejido de tomate con síntomas de virosis y se agregaron 10 ml de solución de extracción (APÉNDICE) procediendo a macerarlo completamente utilizando la mano del mortero. La savia extraída se pasó a través de dos capas de manta de cielo y se agregaron 120 microlitros de la misma en cada pozo del plato por duplicado. El plato se incubó toda la noche a 4 °C.

4.- A continuación se lavó el plato siguiendo el procedimiento del paso 2.

5.- Posteriormente se elaboró una dilución de conjugado de cada antisuero (gammaglobulina más la enzima fosfatasa alcalina) con 1 microlitro de gammaglobulina en 10 microlitros de solución amortiguadora de conjugado (APÉNDICE). Después se depositaron 120 microlitros de esta solución en cada pozo, y se incubaron durante 3 – 4 horas en una cámara húmeda.

6.- Se procedió a lavar el plato siguiendo el procedimiento del paso 2.

7.- Posteriormente se elaboró una solución de dietalonamina más el sustrato de la enzima fosfatasa alcalina (P-nitrofenil-fosfato) y se colocaron 120 microlitros de esta en cada pozo del plato, permaneciendo en incubación a temperatura ambiente tapados con papel durante una hora.

8.- Por último la reacción se evaluó visualmente considerando positivo los pozos que mostraron una coloración amarilla las soluciones amortiguadoras se presentan en el apéndice.

Cuadro 4. Lotes comerciales de tomate utilizados para la identificación de enfermedades.

Lote	Fecha de siembra	Municipio	Tipo de tomate
PP. San Andrés	6 de Febrero	Matamoros, Coah.	Saladette
PP. San Andrés	10 de Abril	Matamoros, Coah.	Saladette
PP. 20 de Nov.	3 de Abril	Francisco I. Madero, Coah.	Saladette
PP. Jaboncillo	5 de Marzo	Francisco I. Madero, Coah.	Saladette
PP. Jaboncillo	24 de Abril	Francisco I. Madero, Coah.	Saladette

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El comportamiento de las enfermedades en cada lote y fecha de siembra se presenta a continuación.

Lote de la PP. San Andrés Municipio de Matamoros, Coah., primera fecha de transplante 6-Feb-06

Enfermedades fungosas

La enfermedad de mayor incidencia detectada en este lote fue la cenicilla (*Leveillula taurica*) (figura 2), la cual fue observada por primera vez a los 94 días después del transplante (ddt), observándose un 5% de plantas afectadas, posteriormente la enfermedad aumentó a un 46% a los 108 ddt, llegando hasta un 100% en la observación realizada a los 121 ddt. La mayor severidad alcanzada por esta enfermedad en esta fecha de transplante, se ubico en el grado 3 (figura 2).

La marchitez por *Fusarium oxisporum* se presentó a los 108 ddt con una incidencia de 3% aumentando a un 12% de plantas enfermas en la última observación a los 156 ddt (figura 6). La máxima severidad alcanzada fue el grado 3 (figura 6).

El tizón temprano ocasionado por el hongo *Alternaria solani* fue la enfermedad que siguió en incidencia, observándose por primera ocasión a los 121 ddt, con una incidencia de 22%, aumentando a un 36%, a los 141 ddt y alcanzando el 45% en la observación final a los 156 ddt, (figura 3). La severidad mayor de esta enfermedad presentó el grado 1 (figura 3).

Enfermedades por fitoplasma

En este lote los síntomas de “punta morada” producida por (*Paratrysoza cockerelli*) se observaron por primera vez a los 94 ddt con una incidencia de 5% de plantas enfermas, aumentando a 12% a los 108 ddt y continuando con incidencias de 15%, 22% y 32% a los 121, 141 y 156 ddt respectivamente (figura 4). La máxima severidad se estableció en el grado 1 (figura 4).

Enfermedades virosas

La presencia de los virus (VMP y VMT) se detectaron por primera ocasión a los 121 ddt con una incidencia de 5%, incrementándose a 8% a los 141 ddt y alcanzando su mayor incidencia a los 156 ddt, (figura 5). La máxima severidad alcanzó el grado 1 (figura 5).

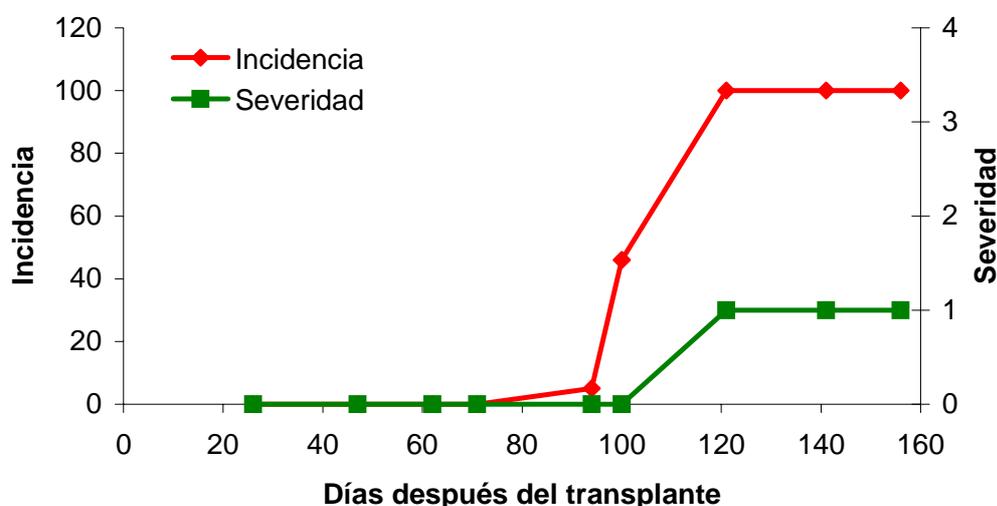


Figura 2. Incidencia y severidad de *Leveillula taurica* del tomate en la PP. San Andrés. Municipio de Matamoros, Coah., primera fecha de transplante 6-Feb-06.

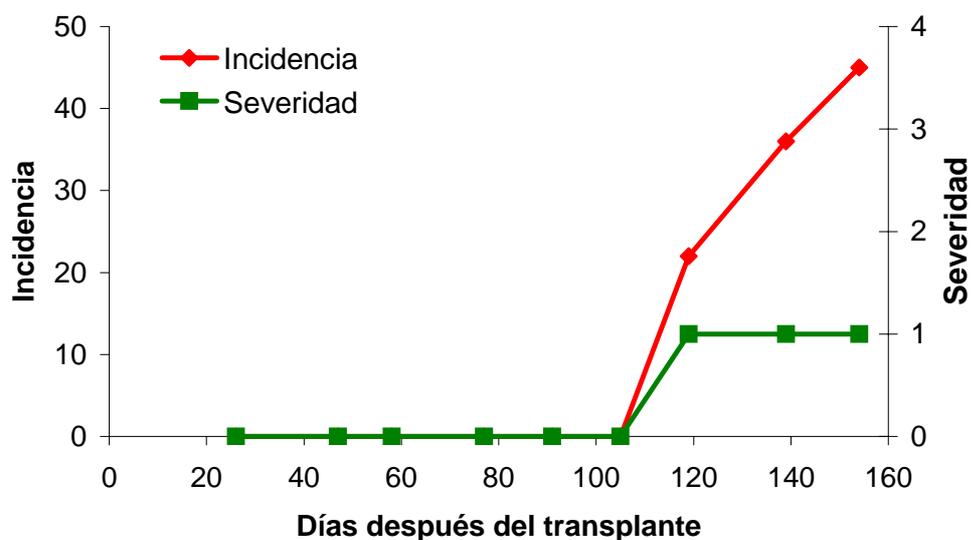


Figura 3. Incidencia y severidad de *Alternaria solani* del tomate en la PP. San Andrés. Municipio de Matamoros, Coah., primera fecha de transplante 6-Feb-06.

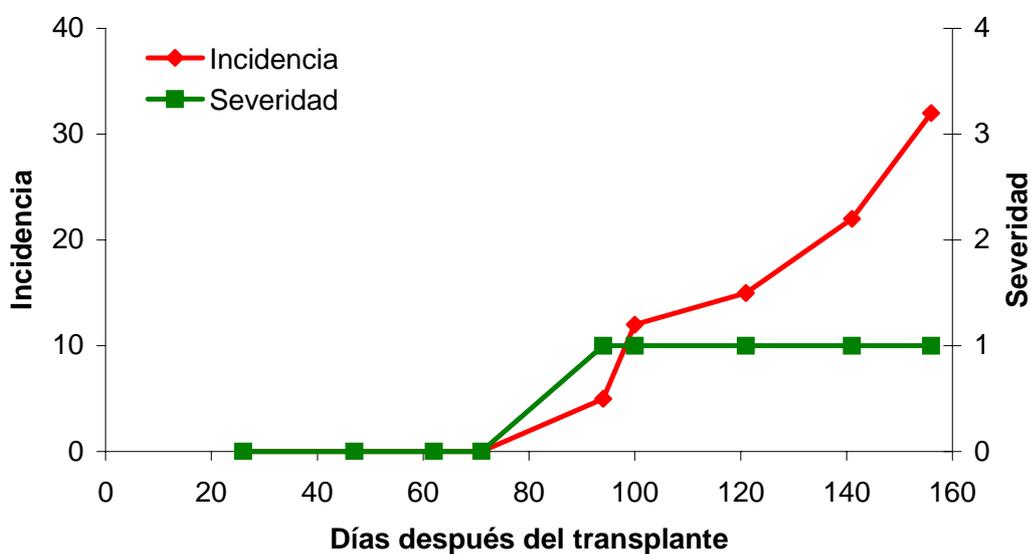


Figura 4. Comportamiento de *Paratrypa cockereli* en la PP. San Andrés. Municipio de Matamoros, Coah., primera fecha de transplante 6-Feb-06.

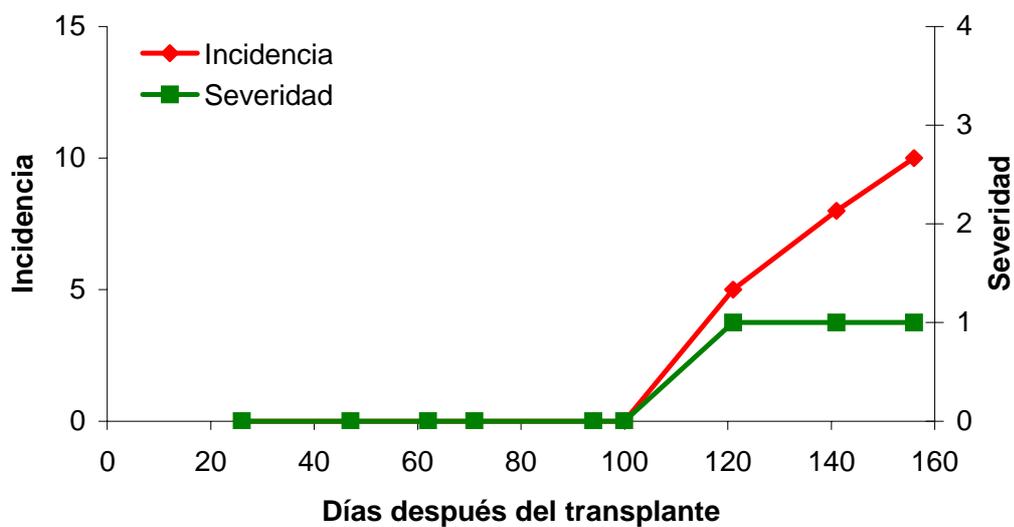


Figura 5. Incidencia y severidad de los (VMP y VMT) en la PP. San Andrés. Municipio de Matamoros, Coah., primera fecha de transplante 6-Feb-06.

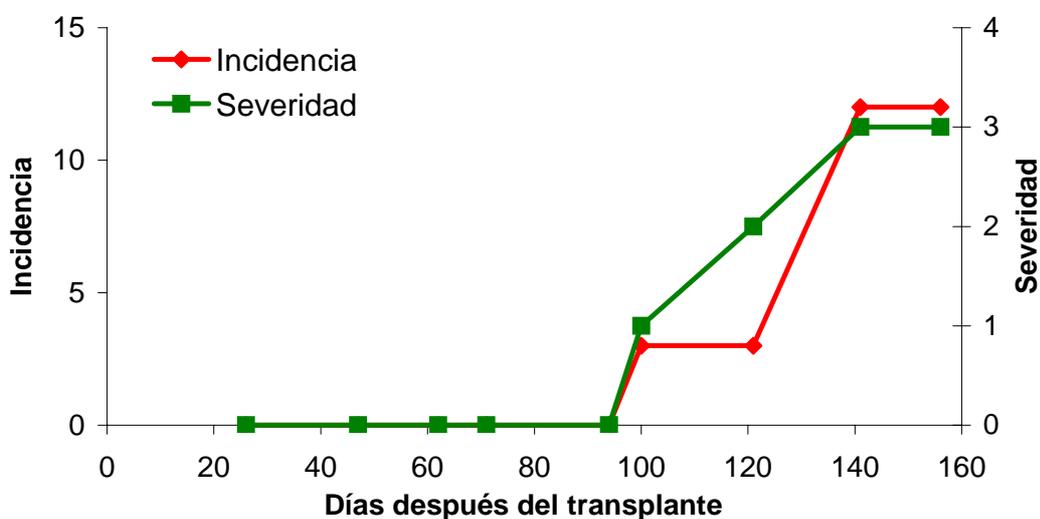


Figura 6. Incidencia y severidad de *Fusarium oxysporum* en la PP. San Andrés. Municipio de Matamoros, Coah., primera fecha de transplante 6-Feb-06.

**En el lote de la PP. San Andrés Municipio de Matamoros, Coah.,
segunda fecha de transplante 10-Abr-06**

Las enfermedades de mayor incidencia que se presentaron en este lote de tomate fueron cenicilla (*Leveillula taurica*) y tizón temprano (*Alternaria solani*), los cuales alcanzaron un 100% de plantas enfermas, seguido de los virus (VMP y VMT) con un 36% de plantas con síntomas al final del ciclo. *Fusarium oxisporum* y “punta morada” presentaron una incidencia final de 15% y 12% respectivamente.

Enfermedades fungosas

Leveillula taurica se observó por primera ocasión a los 33 ddt con una incidencia de 2%, incrementándose a 19% a los 47 ddt. Posteriormente se presentó un severo incremento hasta alcanzar 56%, 85% y 100% a los 60, 80 y 90 ddt, permaneciendo así hasta los 144 ddt (figura 7). Alcanzando una severidad final de grado 3 (figura 7).

La marchitez por *Fusarium oxisporum* se presentó por primera ocasión a los 96 ddt con un 5% de plantas enfermas, alcanzando un 15% a los 144 ddt (figura 10). La severidad final fue de grado 2 (figura 10).

Alternaria solani se presentó por primera ocasión a los 60 ddt incrementándose paulatinamente hasta alcanzar un 84% a los 110 ddt para alcanzar su mayor valor de 100% a los 130 ddt y 144 ddt (figura 8). La mayor severidad se ubico en el grado 2 (figura 8).

Enfermedades virosas

La presencia de los virus (VMP y VMT) se observaron por primera ocasión a los 110 ddt con una incidencia de 10% de plantas enfermas, alcanzando un 36% en la observación final a los 144 ddt (figura 9). La mayor severidad observada alcanzo el grado 1 (figura 9).

Enfermedades por fitoplasma

La presencia de “punta morada” se detectó a los 60 ddt con una incidencia de 1%, incrementándose a 2%, 5% y 10% a los 80 ddt, 96 ddt y 110 ddt respectivamente. La incidencia final fue de 12% (figura 11). Con un valor de la severidad se establecida en el grado 1 (figura 11).

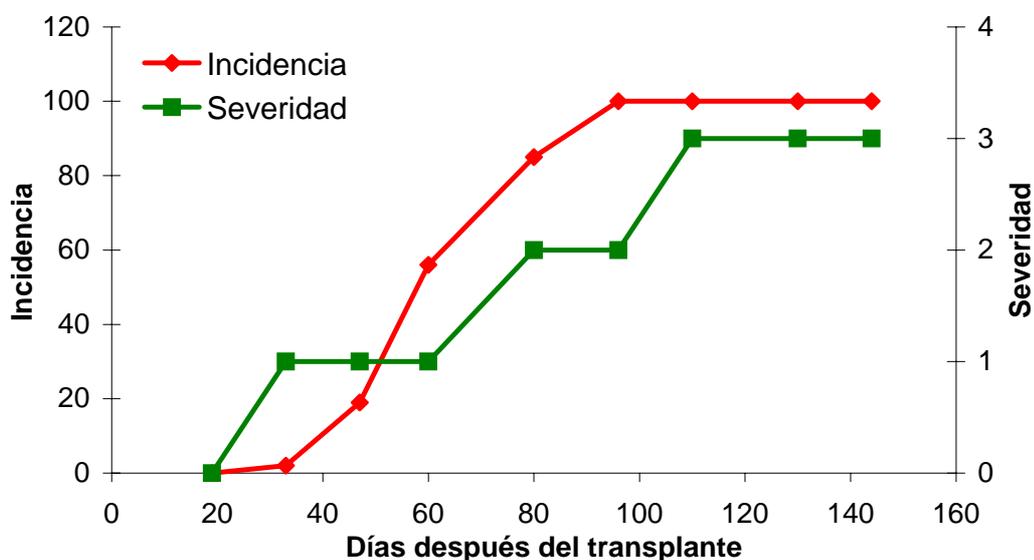


Figura 7. Comportamiento de *Leveillula taurica* en la PP. San Andrés. Municipio de Matamoros, Coah., segunda fecha de trasplante 10-Abr-06.

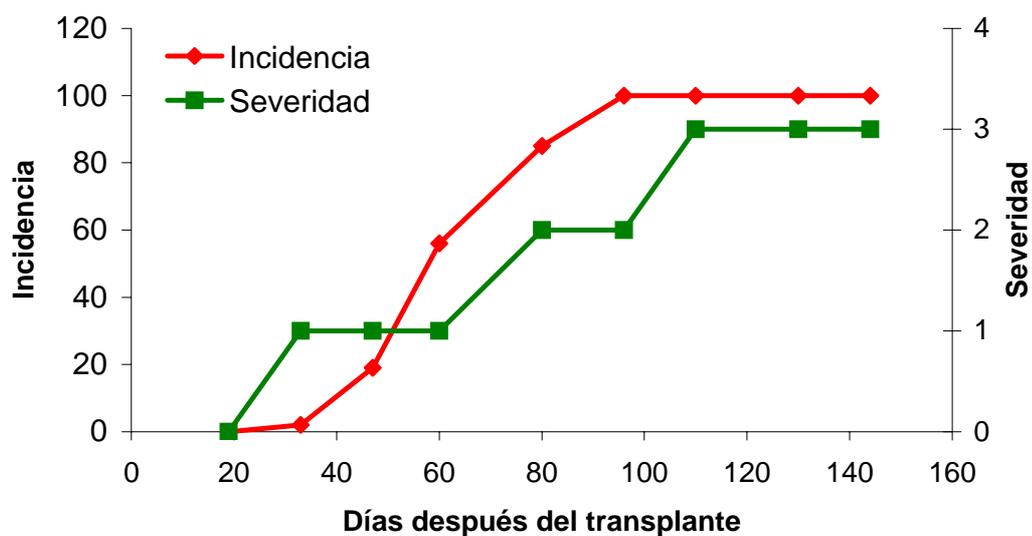


Figura 8. Comportamiento de *Alternaria solani* en la PP. San Andrés. Municipio de Matamoros, Coah., segunda fecha de transplante 10-Abr-06.

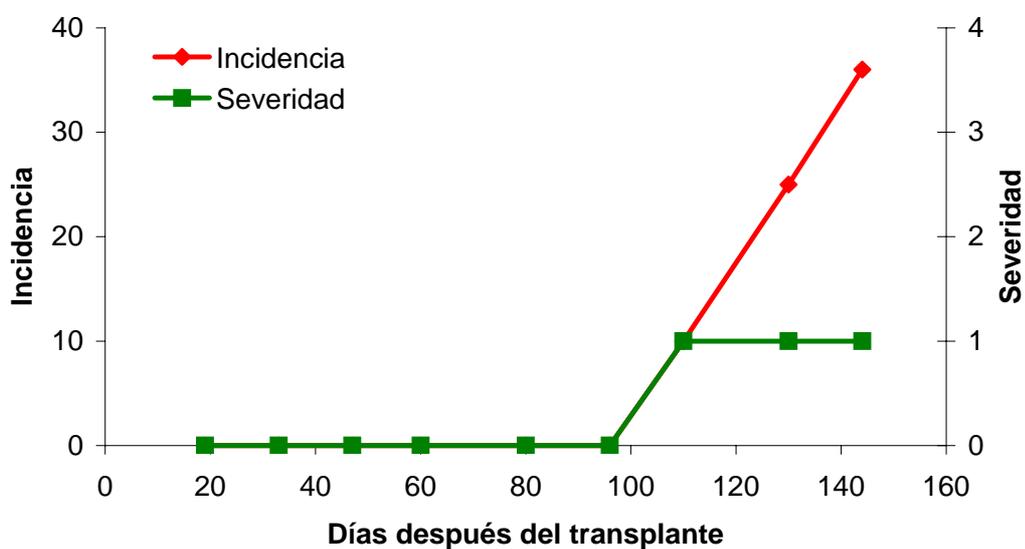


Figura 9. Comportamiento de los (VMP y VMT) en la PP. San Andrés. Municipio de Matamoros, Coah., segunda fecha de transplante 10-Abr-06.

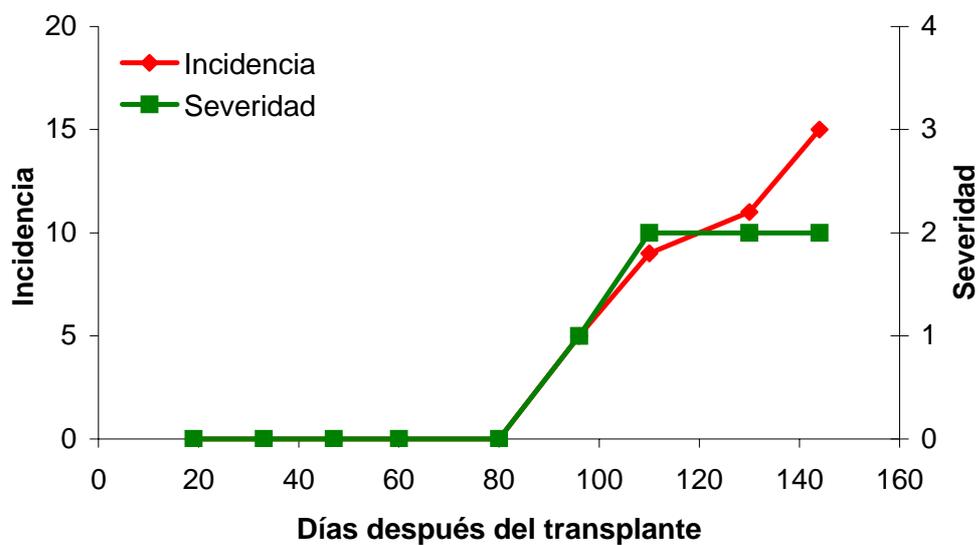


Figura 10. Comportamiento de *Fusarium oxysporum* en la PP. San Andrés. Municipio de Matamoros, Coah., segunda fecha de transplante 10-Abr-06.

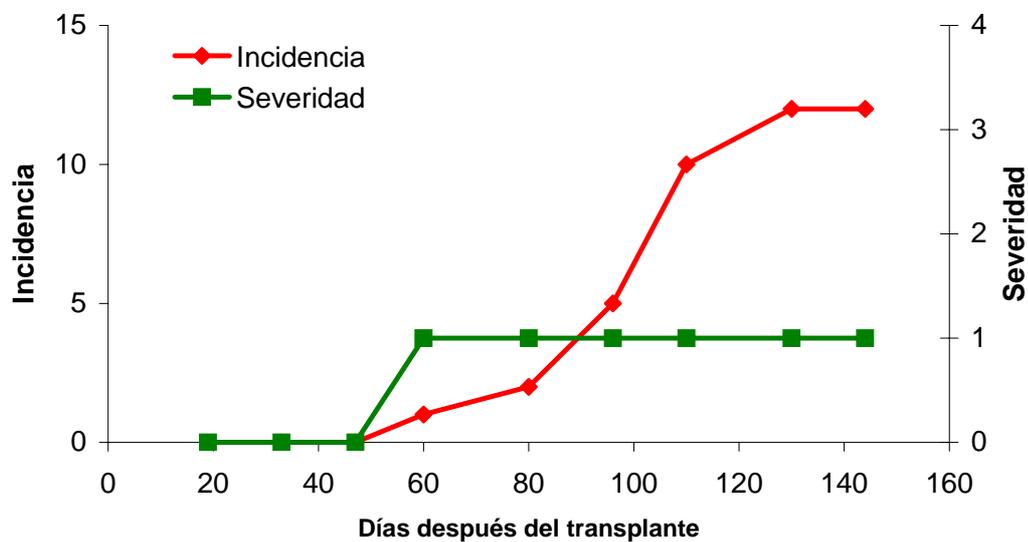


Figura 11. Comportamiento de *Paratrypa cockereli* en la PP. San Andrés. Municipio de Matamoros, Coah., segunda fecha de transplante 10-Abr-06.

Lote de la PP. 20 de Noviembre Municipio de Francisco I. Madero, Coah., con fecha de transplante 3-Abr-06

La máxima incidencia de enfermedades registradas en este lote fue de 100% para cenicilla (*Leveillula taurica*), 91% para tizón temprano (*Alternaria solani*), 36% para los virus (VMP, VMT y geminivirus) y 5% para punta morada. La marchitez por *Fusarium* no se presentó en este lote.

Enfermedades fungosas

La cenicilla (*Leveillula taurica*) se observó por primera ocasión a los 54 ddt con un 5% de plantas enfermas aumentando a un 16 y 25% a los 68 y 88 ddt, respectivamente. La enfermedad se incrementó a un 56% a los 103 ddt, registrando un severo aumento hasta el 100% final a los 152 ddt (figura 12). La severidad se ubicó en el grado 3 (figura 12).

El tizón temprano (*Alternaria solani*) se registró por primera vez a los 88 ddt con un 10% de plantas enfermas, aumentando a 25% a los 103 y 117 ddt, alcanzando un valor final de 91% de plantas enfermas a los 152 ddt (figura 13), la severidad se estableció en el grado 2 (figura 13).

Enfermedades virosas

Los virus (VMP, VMT y geminivirus) se observaron a los 88 ddt con un 12% de incidencia, aumentando a 16% a los 103 ddt y 22% a los 117 ddt. La incidencia final fue de 36% a los 152 ddt (figura 14). La severidad final se mantuvo en el grado 1 (figura 14).

Enfermedades por fitoplasma

La presencia de “punta morada” ocasionada por *Paratrioza cockereli* se detectó a los 88 ddt con 2% de plantas afectadas, aumentando a un 3% a los 117 ddt y alcanzando una incidencia final de 5% a los 152 ddt (figura 15). La severidad se estableció en el grado 1 (figura 15).

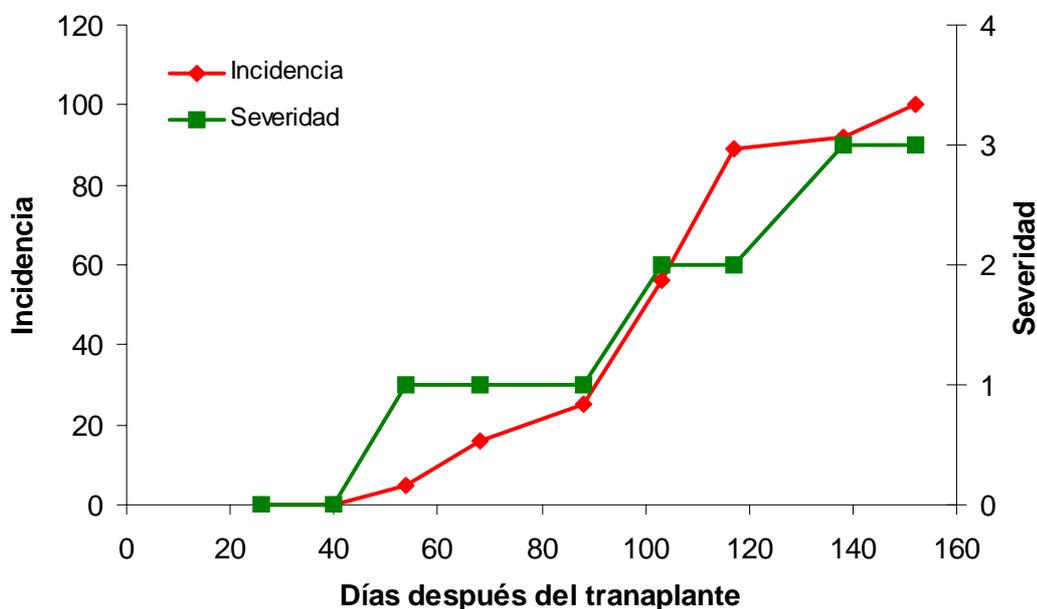


Figura 12. Comportamiento de *Leveillula taurica* en el tomate de la PP. 20 de Noviembre. Municipio de Francisco I. Madero, Coah., con fecha de transplante 3-Abr-06.

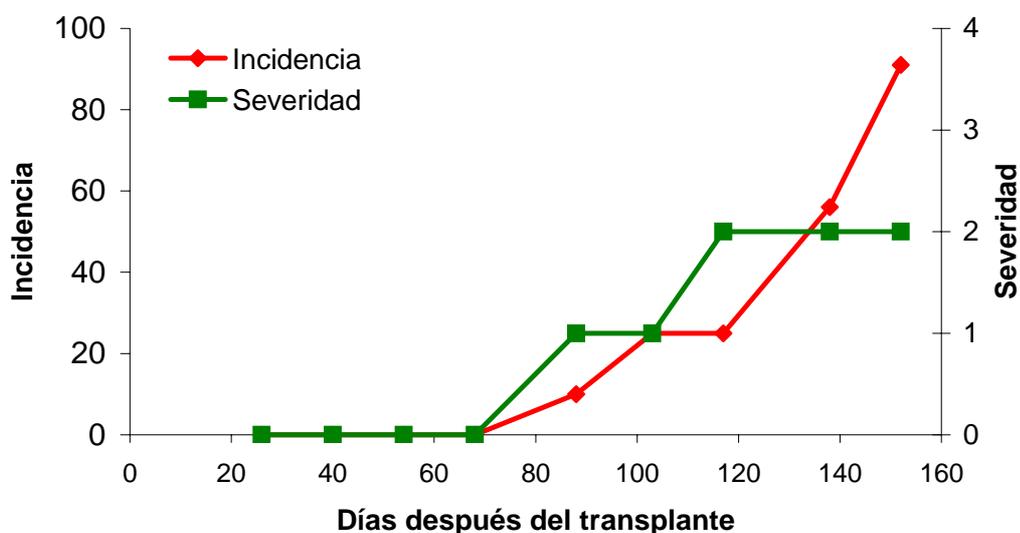


Figura 13. Comportamiento del *Alternaria solani* en el tomate de la PP. 20 de Noviembre. Municipio de Francisco I. Madero, Coah., con fecha de transplante 3-Abr-06.

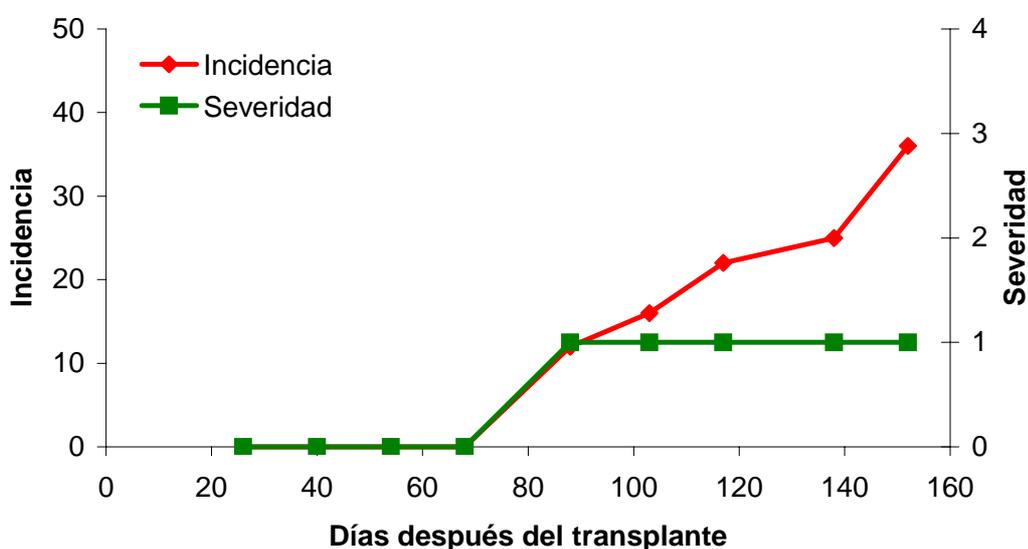


Figura 14. Comportamiento de (VMP, VMT y geminivirus) en el tomate de la PP. 20 de Noviembre. Municipio de Francisco I. Madero, Coah., con fecha de transplante 3-Abr-06.

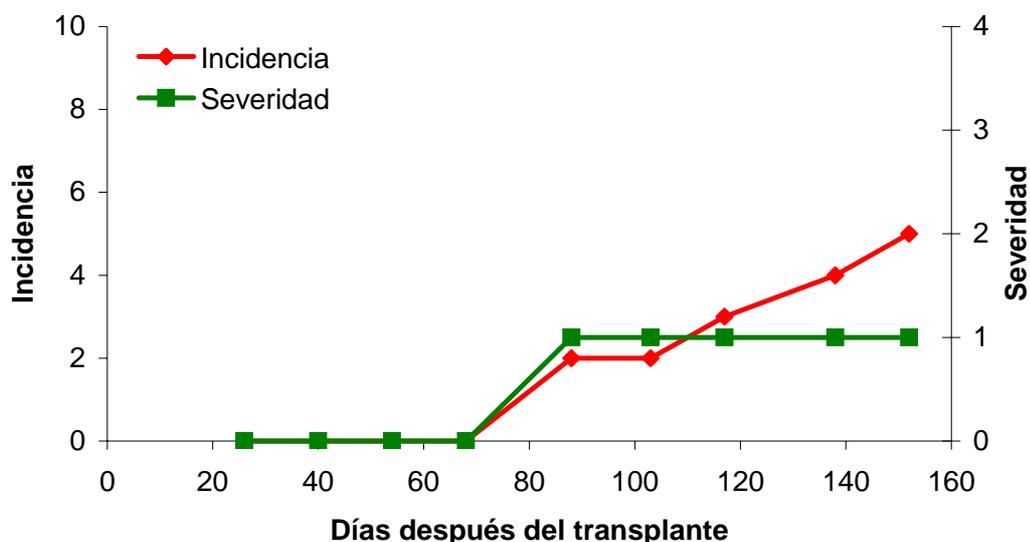


Figura 15. Comportamiento de *Paratrysoza cockereli* en la PP. 20 de Noviembre.

Municipio de Francisco I. Madero, Coah., con fecha de trasplante 3-Abr-06.

Lote de la PP. Jaboncillo Municipio de Francisco I. Madero, Coah., primera fecha de trasplante 5-Mar-06

En este lote las enfermedades que se presentaron fueron la cenicilla (*Leveillula taurica*), tizón temprano (*Alternaria solani*) y los virus (VMP, VMT y geminivirus) en una incidencia final de 100%, 100% y 82% respectivamente.

Enfermedades fungosas

En este lote la cenicilla (*Leveillula taurica*) fue observada por primera vez con un 1% de incidencia a los 59 ddt, aumentando a 29% a los 73 ddt. Se notó un rápido incremento a los 87 ddt, 107 ddt y 122 ddt con 62%, 80% y 100% respectivamente, conservándose así hasta los 176 ddt (figura 16). La severidad final alcanzó el grado de 4 (figura 16).

El tizón temprano se detectó a los 73 ddt con una incidencia de 12%, aumentando a 26% a los 87 ddt. Se observó un incremento severo a los 107 ddt, 122 ddt, y 136 ddt con 62%, 90% y 100% de plantas enfermas respectivamente, conservándose así hasta los 176 ddt (figura 17). La severidad final se ubicó en el grado 4 (figura 17).

Enfermedades virosas

Los síntomas de los virus (VMP, VMT y geminivirus) aparecieron a los 59 ddt con un 1% de plantas enfermas, incrementándose a 12% a los 73 ddt y 32% a los 87 ddt. A los 107 y 122 ddt se incrementó a 45% y 59% respectivamente, alcanzando una incidencia final de 82% a los 176 ddt (figura 18). La severidad se estableció en el grado 2 (figura 18).

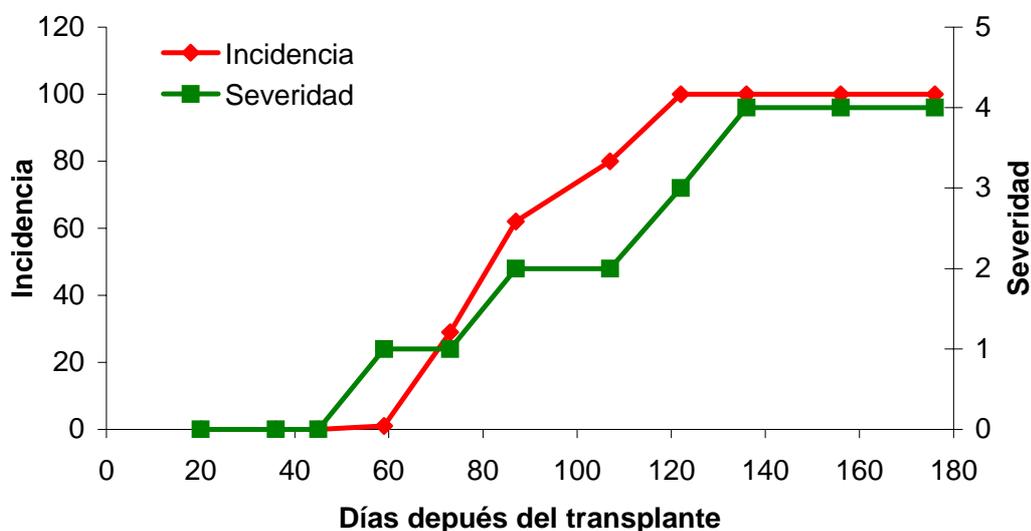


Figura 16. Comportamiento de *Leveillula taurica* en el tomate de la PP. Jaboncillo. Municipio de Francisco I. Madero, Coah, primera fecha de transplante 5-Mar-06.

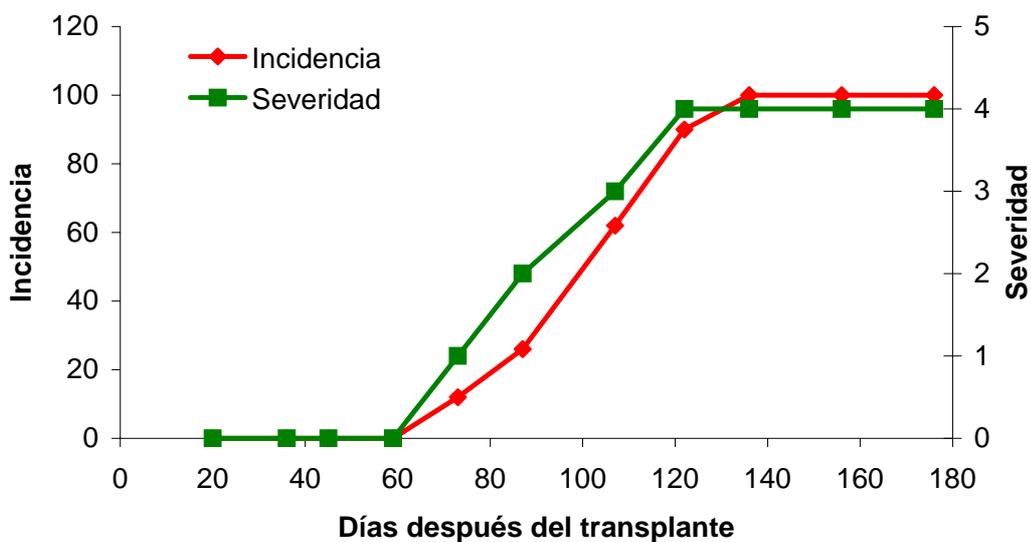


Figura 17. Comportamiento de *Alternaria solani* en el tomate de la PP. Jaboncillo. Municipio de Francisco I. Madero, Coah., primera fecha de transplante 5-Mar-06.

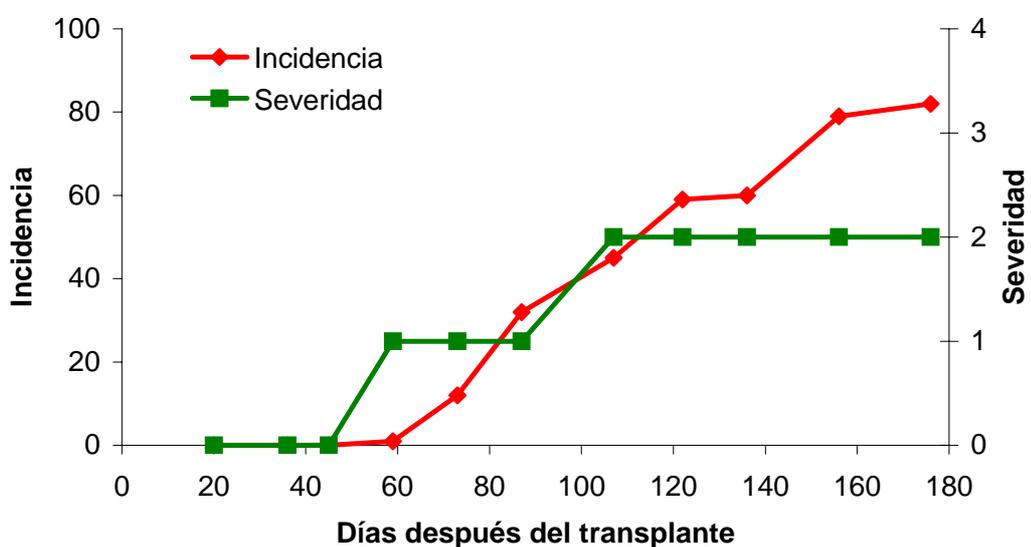


Figura 18. Comportamiento de los (VMP, VMT y geminivirus) en el tomate de la PP. Jaboncillo. Municipio de Francisco I. Madero, Coah., primera fecha de transplante 5-Mar-06.

**Lote de la PP. Jaboncillo Municipio de Francisco I. Madero segunda
fecha de transplante 24-Abr-06**

En este lote la incidencia final de cenicilla (*Leveillula taurica*), tizón temprano (*Alternaria solani*) y los virus (VMP, VMT y geminivirus) fue de 100%, 100% y 65% respectivamente.

Enfermedades fungosas

En este lote la cenicilla (*Leveillula taurica*) se detectó por primera ocasión a los 33 ddt con un 6% de plantas con síntomas, incrementándose rápidamente a un 62% a los 46 ddt para subir a 85% a los 66 ddt. A los 81 ddt se incrementó a 95% para alcanzar un 100% a los 95 ddt y permanecer de esa manera a los 150 ddt (figura 19). La severidad alcanzo el grado 4 (figura 19).

El tizón temprano (*Alternaria solani*) se detectó a los 66 ddt con una incidencia de 19%, aumentando a un 45 y 56% a los 81 y 95 ddt respectivamente. A los 115 ddt alcanzó un 95% para llegar al 100% a los 129 ddt (figura 20). La severidad se ubicó en el grado 3 (figura 20).

Enfermedades virosas

Los síntomas de los virus (VMP, VMT y geminivirus) se observaron por primera ocasión a los 81 ddt con un 12% de incidencia aumentando a 34% a los 95 ddt y a 56% a los 115 ddt. A los 129 y 150 ddt se incrementó la incidencia a 60% y 65% respectivamente (figura 21). La severidad se estableció en el grado 1 (figura 21).

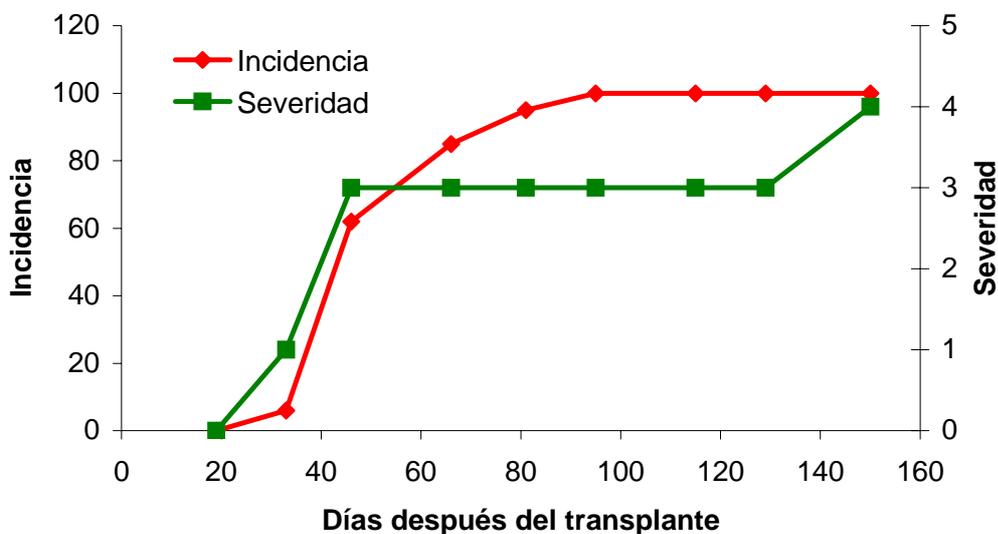


Figura 19. Comportamiento de *Leveillula taurica* en el tomate de la PP. Jaboncillo. Municipio de Francisco I. Madero, Coah., segunda fecha de transplante 24-Abr-06.

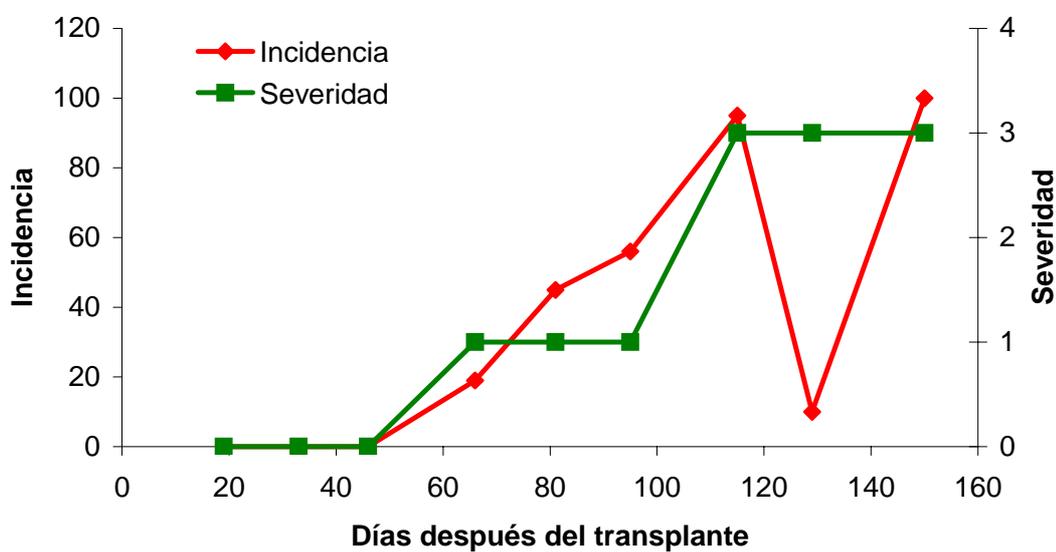


Figura 20. Comportamiento de *Alternaria solani* en el tomate de la PP. Jaboncillo. Municipio de Francisco I. Madero, Coah., segunda fecha de transplante 24-Abr-06.

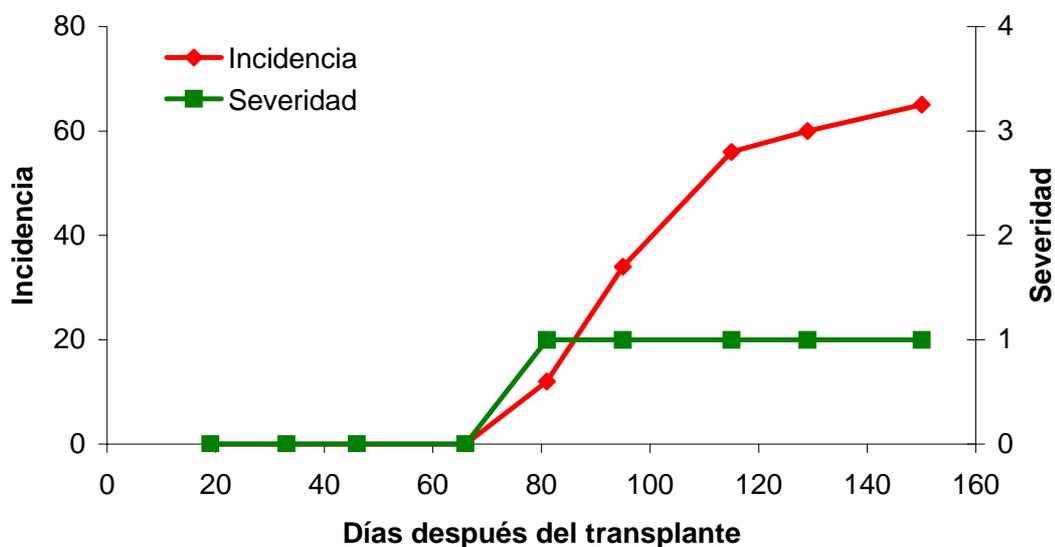


Figura 21. Comportamiento de (VMP, VMT y geminivirus) del tomate en la PP. Jaboncillo. Municipio de Francisco I. Madero, Coah., segunda fecha de trasplante 24-Abr-06.

Identificación de los virus presentes

Los virus que se encontraron presentes en el cultivo del tomate durante el ciclo agrícola 2006 en la Comarca Lagunera fueron el Virus Mosaico del Pepino, Virus Mosaico del Tabaco y geminivirus (cuadro 5).

Cuadro 5. Virus presentes en el cultivo del tomate en cada uno de los lotes.

LOTE	FECHA DE TRANSPLANTE	VIRUS IDENTIFICADOS
PP. San Andrés	6 de febrero	VMP, VMT
PP. San Andrés	10 de Abril	VMP y VMT
PP. 20 de Noviembre	3 de Abril	VMP, VMT y geminivirus
PP. Jaboncillo	5 de Marzo	VMP, VMT y geminivirus
PP. Jaboncillo	24 de Abril	VMP, VMT y geminivirus

VMP= Virus del Mosaico del Pepino

VMT= Virus del Mosaico del Tabaco

Geminivirus= Virus Chino del Tomate

En la (figura 22), se presentan las condiciones de clima prevalecientes durante el ciclo agrícola 2006. Se puede observar que la primera lluvia significativa en el cultivo ocurrió en mayo, sin embargo en este mes se alcanzó la temperatura máxima más alta de 37°C. En junio se presentó una precipitación significativa que mostró efecto sobre la temperatura observándose una disminución de la temperatura máxima. Junio y Julio se consideran muy favorables para la cenicilla. La máxima precipitación fue de 92mm y ocurrió en agosto y septiembre favoreciendo una disminución de la temperatura, lo que resultó favorable para el desarrollo del hongo *Alternaria* spp. en la fase final del cultivo.

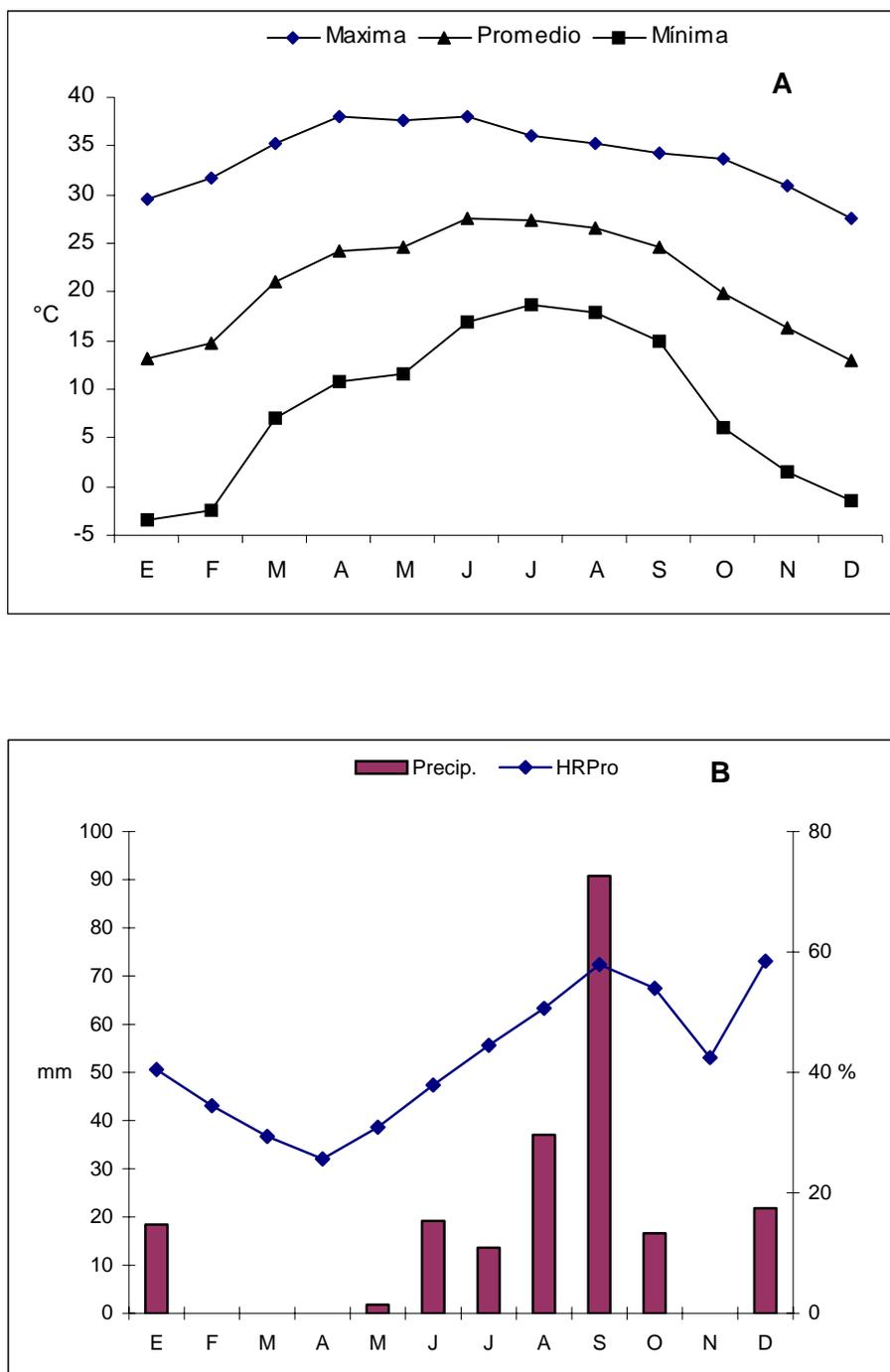


Figura 22. Condiciones ambientales en el año 2006. **A).** Temperaturas máximas y mínimas de cada mes. **B).** Precipitación acumulada y promedio mensual de la humedad relativa en la Comarca Lagunera.

V. CONCLUSIONES

De las observaciones realizadas en el presente trabajo se pueden obtener las siguientes conclusiones:

1.- Las enfermedades fungosas presentes en el cultivo del tomate en los lotes bajo estudio en la región Lagunera en el ciclo 2006, fueron la cenicilla *Leveillula taurica*, el Tizón temprano *Alternaria solani* y Marchitez de plántulas *Fusarium oxisporum*.

2.- Las enfermedades virosas presentes en el tomate fueron Virus Mosaico del Tabaco (VMT), Virus Mosaico del Pepino (VMP) estos se presentaron en todos los lotes y geminivirus solo en dos de los predios utilizados para esta investigación.

3.- Entre las enfermedades ocasionadas por fitoplasmas presentes en el tomate, se encontró la “punta morada” en un solo lote.

4.- No se detectaron enfermedades ocasionadas por bacterias en ninguno de los lotes inspeccionados.

5.- Las enfermedades de mayor incidencia y severidad detectadas fueron la cenicilla del tomate *Leveillula taurica*, seguida del tizón temprano y *Alternaria solani*.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los agricultores, efectuar inspecciones a intervalos regulares para diagnosticar de manera correcta las enfermedades que atacan al tomate, para lograr un control adecuado y oportuno.

Se sugiere monitorear con regularidad la incidencia de enfermedades fungosas en este cultivo, relacionando las condiciones climáticas, para establecer un programa más efectivo de control de enfermedades fungosas del follaje en la etapa de crecimiento de las plantas.

En el caso de virosis es altamente recomendable monitorear la presencia y manejo de insectos vectores.

En caso de la enfermedad de “punta morada” se recomienda monitorear y manejar oportunamente las primeras infestaciones del psilido *Paratrioza cockerelli* (Sulc), con la finalidad de evitar infecciones tempranas que disminuyen el rendimiento.

APÉNDICE

Soluciones amortiguadoras utilizadas en el método ELISA (Inmunosorbencia con enzimas conjugadas).

1.- Solución amortiguadora de cubrimiento.

Carbonato de sodio anidro.-----1.59 g.

Bicarbonato de sodio.-----2.93 g.

Ácido de sodio.-----0.2 g.

Disolver en 1000 mililitros de agua destilada, ajustar el pH a 9.6 y almacenar a 4 °C.

2.- Solución amortiguadora salina.

Cloruro de sodio.-----8.0 g.

Sulfato de sodio dibárico.-----1.15 g.

Sulfato de potasio monobirico.-----0.2 g.

Cloruro de potasio.-----0.2 g.

Disolver en un litro de agua destilada y checar el pH a 7.4.

3.- Solución amortiguadora de extracción.

Sulfato de sodio.-----1.3 g.

Polquiniilpyrrolidona (PM= 40,000).-----20. 0g.

Ácido de sodio.-----0.2 g.

Albúmina de huevo grado II.-----2.0 g.

Disolver en un litro de solución amortiguadora salina, ajustar el pH a 7.4 y almacenar a 4 °C.

4.- Solución amortiguadora de conjugada.

Albúmina de suero de bovino.-----2.0 g.

Polquinilpyrrolidona (PM=40,000).-----2.0 g.

Ácido de sodio.-----0.2 g.

Disolver en un litro de solución amortiguadora salina en el detergente TWEEN 20, ajustar el pH a 7.4 y almacenar a 4 °C.

5.- Solución amortiguadora del sustrato.

Cloruro de magnesio.-----0.1 g.

Ácido de sodio.-----0.2 g.

Dietanolamina.-----97.0 ml.

Se ajusta el volumen final a un litro con agua destilada con un pH de 9.8 y se almacena a 4 °C.

VII. LITERATURA CITADA.

- Almaguer, R. G. 1979. Fisiología General. Serie Textos Agronómicos Universidad Autónoma de Chapingo, México, D. F. p. 370.
- Alviter, D. P. y D. Granados, S. 2005. Construcción y manejo de invernaderos en la producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) para el valle del mezquital, Hidalgo. pp. 13-18. [En línea]. <http://www.chapingo.uruza.edu.mx/Vol5-Num1-2006.pdf>. [Fecha de consulta 15/01/07].
- Avilés, M. C. G., J. A. Garzón, T., A. Marín. J., P. H. Caro. M. 1999. El psilido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc): biología, ecología y su control, en la región del Bajío. en: XIII Congreso Nacional de Fitopatología. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Resúmenes. Soc. Mex. de Fitopatología, A.C. pp. 21-35.
- Anaya, R, S. y J. Romero, N. 1999. Hortalizas Plagas y enfermedades, Editorial Trillas, Primera edición, México. pp. 25-78.
- Apodaca, S. M. A., E. Zavaleta, M., R. García, E., S. Osada, K. y J. G. Valenzuela, U. 1998. Evaluación de ocho genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) contra *Fusarium oxysporum* f: sp. *Radicis-lycopersici*. en Sinaloa México. Rev. Mex. de Fitopatología 16: 91-95.
- Apodaca, S, M. A., E. Zavaleta, M., R. García, E., S. Osada-Kawasoe y José G. Valenzuela-Ureta. 2001. Frecuencia de campos infestados con *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* en Sinaloa, México, y su control. Rev. Mex. de Fitopatología 18: 1-13.
- Apodaca, S. M. Á., E. Zavaleta, M., S. Osada, K., R. García, E. y J. G. Valenzuela, U. 2001. Comparación de técnicas para evaluar *in vitro* la patogenicidad de *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* y efecto de la temperatura. Rev. Mex. de Fitopatología 19: 197-199.
- Azpetia, H. F. 1994. Rendimiento y Fenología de Genotipos de Tomate. (*Lycopersicon esculentum* Mill.) evaluados bajo condiciones de altas temperaturas en invernaderos. Tesis de licenciatura. UAAAN Saltillo, Coahuila, México. p.79.
- Bailón, G. H. y B. Díaz, V. 1984. "Efecto de la fecha de transplante en la incidencia del "virus del chino" en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Bajo condiciones de riego (1981-1982) en Zacatepec, Morelos." en: Memoria del XI Congreso Nacional de Fitopatología. San Luis Potosí, San Luis Potosí, México. p. 37.

- Barnett, H. L. y B. B. Hunter. 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Third edition Burgués Publishing Co. U.S.A. pp. 1-241.
- 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. pp. 147-74.
- Bidwell, R. G. 1979. Fisiología Vegetal. AGT EDITOR, S. A. México, D. F. pp. 782-93.
- Blancard, D. 1996. Enfermedades del tomate. Observar, Identificar, Luchar. INRA, Ediciones Mundi-Prensa. pp. 151-155.
- Bohórquez, D. F. J. y J. Ramírez V. 1991. "Enfermedades del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) no reportadas en Yurécuaro, Michoacán." En: Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitopatología. Puebla de los Ángeles, Puebla, México. p. 43.
- Cadena, H. M. A. 2000. Asociación de *Paratrypanoxylon cockerelli* Sulc. con enfermedades en papa (*Solanum tuberosum*) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mil.) en México. In: XI congreso Nacional de Fitopatología. San Luis Potosí, S. L. P. Resúmenes. Soc. Méx. De Fitopatología, AC. pp. 79-87.
- Cárdenas, S. E. y J. Galindo, A., 1987. Ultraestructura de planta de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) infestada por el virus enanismo arbustivo del jitomate. Rev. Mex. de Fitopatología 5: 83-90.
- Carrillo, F. J. A., L. Sánchez, B., R. S. García, E., R. Allende, M. e I. Márquez, Z. 2001. Razas de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye presentes en el estado de Sinaloa, México. Rev. Mex. de Fitopatología 19: 248-253.
- Carrillo, F. J. A., R. S. García, E., R. Allende, M., I. Márquez, Z., S. Millan, O., y G. Gaxiola, E. 2001. Sensibilidad a cobre de cepas de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye, en Sinaloa, México. Rev. Mex. de Fitopatología 19: 72-73.
- Carrillo, F. J. A. T. J. Montoya, R., R. S. García, E., J. E. Cruz, O., I. Márquez, Z., y A. J. Sañudo, B. 2003. Razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Zinder y Hansen, en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México. Rev. Mex. de Fitopatología 21: 123-126.
- Chamarro, L. L. 2001. Anatomía y Fisiología de la Planta, en: F. Nuez (Ed.) El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa. México. pp. 43-87

- Cook, R. 2003. Giannini Foundation of Agricultural Economics. U. C. Coperative Extension Economist in the ARE department at UC. Davis. <http://www.rics.ucdavis.edu/postharvest2/pubs/AREUpdateU5N31HH.pdf> [Fecha de consulta 10/01/07]
- Díaz, P. R. 1991. Sintomatología e incidencia de virosis en tomate del norte de Yucatán, y efecto de diferentes tiempos de cobertura, en su incidencia y severidad de la enfermedad y producción de tomate. en: Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitopatología. Puebla de los Ángeles, Puebla, México. p. 48.
- Diez, J. M. 1999. Tipos Varietales. En: F. Nuez (Ed.) El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa México. pp. 95-129.
- Esquinas A. J. y F. Nuez V. 2001. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. En: F. Nuez (ed.) El cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México. pp. 13-23
- Félix, G. R., C. A. Gálvez, F. y R. Trinidad, C. 2006. Aplicación de los sistemas blitecast y tomcast en manejo de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) Mont. De Bary, en papa (*Solanum tuberosum* L) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el norte de Sinaloa, México. Rev. Méx. de Fitopatología 22: 259-270.
- Garza, F. J. 1985. El Cultivo del Tomate. Ed. AEDOS. Segunda Edición. México, D. F. p. 125.
- Garzón, T. J. A. y F. Delgadillo. S. 1984. Enfermedad del permanente del jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Celaya Guanajuato. en: Memorias del XI Congreso Nacional de Fitopatología. San Luis Potosí, San Luis Potosí, México. Memoria 55. pp. 76-80.
- Garzón, T. J. A. 1993. La necrosis intervenal, enfermedad del tomate (*Lycopersicon esculentum* Karst ex Fawwll (Mill)). en Guanajuato. Rev. Méx. de Fitopatología 11: pp. 80-84.
- 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. [Fecha de consulta 10/01/07].
- González, L. R., E. Delgadillo, V., J. Rodríguez. y L. Rodríguez, J. 1995. Efectos de la fertilización con Mn y Zn en el contenido de clorofila a y b en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Infestados por los virus marchitez manchada del tomate y jaspeado del tabaco en

- invernadero. en: Memorias del XXII Congreso Nacional de Fitopatología. Guadalajara, Jalisco, México. Memoria. 75. pp. 45-48.
- Gómez, R. O., E. Zavaleta M., E. Cárdenas, S., G. Valdovinos, P., y V. A. González, H. 2001. Histopatología de *Alternaria solani* en jitomate asociado con cempazúchil (*Tagetes erecta* L.) y alegría (*Amaranthus hypochondriacus* L.). Rev. Méx. de Fitopatología 19: 182 - 186.
- Gutiérrez, G. G. 1947. El algodnero en la Comarca Lagunera. Tesis. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Méx. p. 36.
- Holguín, P. R. J., R. Vázquez, J., H. mejía, R., y R. F. Rivera, B. 2004. Geminivirus en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y rango de hospedante en Baja California Sur, México. Rev. Mex. de fitopatología 22: 107-108.
- Lagunas, L. J., E. Zavaleta, M., S. Osada, K., S. Aranda, O., I. Luna, R. y H. Vaquera, H. 2001. *Bacillus firmus* como agente de control biológico de *Phitophthora capsici* Leo. en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Rev. Méx. de Fitopatología 19: 57-58.
- Lazos, H. 1930. La Comarca Lagunera. Tesis. Escuela Nacional de Agricultura. p.7.
- León, G. H. M. 1978. Enfermedades de cultivos en el Estado de Sinaloa, Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México. pp. 213-218.
- Linares, P. O. 1999. Análisis de la Producción y Comercialización del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en México y el mundo. Monografía. Saltillo, Coahuila. México. p. 64.
- Marroquín, J. 2005. Etimología del tomate [En línea]. <http://www.etimologias.dechile.net/?tomate>. [Fecha de consulta 15/01/07].
- Mejía, A. C., J. A. Garzón, T. y R. Terrones, R. 1993. Descripción del crecimiento de la enfermedad "permanente del tomate" en el Bajío, mediante la función logística. Rev. Méx. de Fitopatología 11: 124-131.
- Muñoz, R. M. 1995. Desarrollo de ventajas competitivas en la agricultura. El caso del tomate rojo. SAGARPA. CIESTAAM. UACH: México. p.120.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (FAO). 2001. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia. [En línea]. <http://www.fao.org>. [Fecha de consulta 12/01/07].

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (FAO). 2002. cultivos sin suelo, Hortalizas en Clima Mediterráneo. Compendio de Horticultura 3ª ED. De Horticultura, SL. Sustrato [En línea]. <http://www.fao.org>. [Fecha de consulta 12/01/07]
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (FAO). 2003. Comercio alimentario agrícola. Cumbre alimentaria. Copenhague, Senegal. [En línea]. <http://www.fao.org>. [Fecha de consulta 05/01/07].
- Pérez. M. L. y E. Rico J. 2005. Virus fitopatógenos en cultivos hortícolas de importancia económica en el Estado de Guanajuato, México. Quinta edición, universidad de Guanajuato. Instituto de Ciencias Agrícolas. p. 64
- Quintero, B. J. A., E. Zavaleta, M., P. Sánchez, G., H. F. Alvizo, V., E. Moctezuma., H. S. Azpiroz, R. y J. G. Valenzuela, U. 1998. Resistencia al virus de la marchitez manchada del tomate (TSWV) en 38 cultivares de *Lycopersicon esculentum* Mill. Rev. Méx. de Fitopatología 16: 92-99.
- Ramírez, V. J y V. C. López. 1990. "Enfermedades del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en: Yurécuaro y Tonoato, Michoacán, México." En: Memorias del XVII Congreso Nacional de Fitopatología. Culiacán, Sinaloa, México. p. 57.
- Ramírez, V. 1998. Evaluación de la actividad biológica de amistar 50 WG (Azoxystrobin) para el control de tizón temprano (*Alternaria solani*) moho de la hoja (*Cladosporium fulvum*) y cenicilla (*Oidiopsis taurica*) en cultivo de tomate en el valle de Culiacán, Sinaloa. Rev. Méx. de Fitopatología 16: 109.
- Resumen económico Comarca Lagunera 2001 – 2004. El siglo de Torreón. pp. 31-40.
- Rincón, S. L. 2002. Bases de la fertirrigación de solanáceas y cucurbitáceas cultivadas en invernadero bajo planteamiento de Producción Integrada. en: 12º Symposium Internacional. Ecología y Producción Integrada en Cultivos Hortícolas en Invernadero. PHYTOMA. Es. N° 135. pp. 38-46.
- Ruiz, R. J. D. 2002. Poda en hortalizas. Apuntes de producción de hortalizas II. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México. p. 78.

- 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>. [Fecha de consulta 12/01/07].
- Solís, G. N. y J. Galindo, A. 1994 Alteraciones fisiológicas, metabólicas y estructurales en plantas de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) infectadas con el viroide planta macho. Rev. Méx. de Fitopatología 12: 81-88.
- Velásquez, M. J. J., E. Obregón D. y E. Cárdenas, S. 1993. Inclusiones inducidas por el agente causal del chino del jitomate transmisible por *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). Rev. Méx. de Fitopatología 11: 146-147.
- Villareal, L. G. y Z. Fucikovsky, L. 1991. Supervivencia y dispersión de *Erwinia carotovora* subs. *atroseptica* y *E. carotovora* subs. *carotovora* en el Valle de Toluca, México, en Revista Latinoamericana de la papa, 4: pp. 52-61.