

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**“Supervivencia de *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr. f.sp. *lycopersici*
(Sacc.) W.C. Snyder & H.N. Hans. en materia orgánica en la Comarca
Lagunera de Coahuila”**

POR

NICOLÁS ARCOS LÓPEZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2009

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**"Supervivencia de *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr. f.sp. *lycopersici*
(Sacc.) W.C. Snyder & H.N. Hans. en materia orgánica en la Comarca
Lagunera de Coahuila"**

POR

NICOLÁS ARCOS LOPÉZ

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA

ASESOR PRINCIPAL:



Ph. D. VICENTE HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

ASESOR:



Ph. D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA

ASESOR:



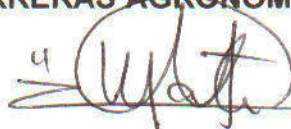
Ph. D. ARTURO PALOMO GIL

ASESOR:

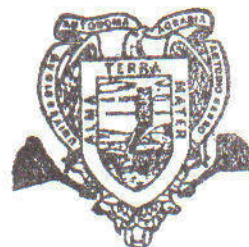


M.C. VICTOR MARTINEZ CUETO

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS**



M.C. VICTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

MARZO DE 2009

TORREÓN, COAHUILA

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

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA

PRESIDENTE:



Ph. D. VICENTE HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL:



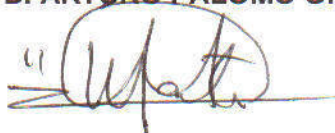
Ph. D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA

VOCAL:



Ph. D. ARTURO PALOMO GIL

VOCAL SUPLENTE:

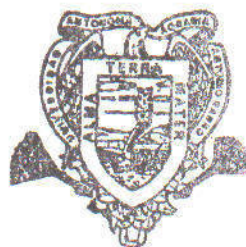


M.C. VICTOR MARTÍNEZ CUETO

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRÓNOMICAS:**



M.C. VICTOR MARTINEZ CUETO



Coordinación de la División
de Carreras Agrónomicas

TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2009

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme sabiduría, paciencia y fuerzas en mi vida para salir adelante, pero sobre todo, la oportunidad de vivir.

A MI ALMA MATER por adoptarme, criarme y enseñarme dentro de sus aulas con sus profesores, y por proporcionarme los elementos necesarios durante mi formación, los cuales siempre estarán presentes en mi vida “GRACIAS”.

A MI ASESOR Ph. D. Vicente Hernández Hernández con todo el respeto que se merece, por la confianza y paciencia que tuvo conmigo para realizar este trabajo, por compartir sus experiencias y dejarme formar parte de este proyecto.

A los integrantes del comité revisor: Ph. D. Vicente Hernández Hernández, Ph. D. Vicente De Paul Alvarez Reyna, Dr. Arturo Palomo Gil y al MC. Víctor Martínez Cueto, quienes con su ayuda afinaron el presente trabajo con sus sugerencias y correcciones.

A MIS COMPAÑEROS DE CARRERA, por su amistad y compañía brindada en el transcurso de mis estudios: Guillermo, Cristian, Alfredo, Juan G. Esteban, Domitila, Ananias, Agustín, Edgar, María del Rosario, Francisco M. René, Miguel, Javier, Estefany y José Luis.

A TODOS MIS MAESTROS por su valioso tiempo que invirtieron en mí, y sus valiosos conocimientos que me brindaron en esta etapa de mi vida.

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 Nicolás Arcos Peñate:

Por su esfuerzo y sacrificio que realizó para heredarme por lo que el más anhelo para mi una, profesión, así mismo por su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida, que dios te bendiga.

A mi mama:

Una mujer sufrida y abnegada, a la que di tristezas y alegrías, que siempre dijo que con voluntad se abre camino, la que dio todo sin pedirme nada, a la que he perdido para siempre. Que en paz descanse.

A mis hermanos:

María, Juana, Edelmiro, Hilda Esperanza y Braulio Samuel, por todo el apoyo que cada uno de ustedes me ha brindado.

A mi novia Anita Santiago Hernández:

Por su amor, confianza, apoyo y comprensión, la cual me ha dado fuerzas para seguir adelante, pero sobre todo por el cariño y amor que siempre me has dado.

RESUMEN

El presente trabajo se llevo acabo en el laboratorio de fitopatología del Campo Experimental de la Laguna (CELALA). Se evaluó la supervivencia y la fase hibernante de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* en materia orgánica. Para establecer tratamientos, se colocó una capa de la materia orgánica correspondiente (estiércol, residuos de maíz y alfalfa) de modo que cubriera todo el diámetro de la caja y tuviera un espesor de 0.5 cm; sobre la materia orgánica y en el centro, se colocó un trozo de PDA de 0.7 cm de diámetro conteniendo al hongo. En los tratamientos con agua se agregaron 20 ml de agua destilada esterilizada, con lo cual los tratamientos se mantuvieron húmedos hasta el final del experimento. Cada tratamiento se evaluó el diámetro del crecimiento del hongo a las 72, 120 y 180. Se utilizó el diseño experimental completamente al azar con seis repeticiones. La separación de medias, fue realizada mediante la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS). Los resultados obtenidos son similares en las dos primeras evaluaciones, aunque las diferencias se reducen. El testigo presentó el mayor desarrollo, seguido por los tratamientos en húmedo y al final los tratamientos en seco. Se observa que aunque los tratamientos en húmedo son iguales, los residuos de alfalfa son ligeramente mejores para el desarrollo del hongo.

Palabras claves: *Fusarium oxysporum*, materia orgánica.

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE	v
I.- INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	5
1.2 Hipótesis	5
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1 pérdidas causados por organismos dañinos	7
2.2 Marchitamiento vascular causado por patógenos del suelo	8
2.3 Hongos que producen marchitamiento	9
2.4 Características de la enfermedad	10
2.4.1 Organismo causal	11
2.4.2 Ciclo de la enfermedad	11
2.4.3 Condiciones favorables	11
2.5 <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i>	12
2.5.1 Taxonomía	12
2.5.2 Importación y distribución	12
2.5.3 Morfología	12
2.5.4 Síntomas de la enfermedad	13
2.5.5 Medidas de control	14
2.5.5.1 Control químico	15
2.5.5.2 El control biológico	16
III.- MATERIALES Y MÉTODOS	19
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
V.- CONCLUSIONES	26
VI.- LITERATURA CITADA	27
VII.- APÉNDICE	31

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	Pág.
Cuadro 1. Principales países productoras de tomate. (FAO, 2003)	1
Cuadro 2. Evaluación del desarrollo de <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> en materia orgánica. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.	21
Cuadro 3. Evaluación del desarrollo de <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> en materia orgánica. A las 72 horas. UAAAN-UL. Torreón Coah. 2008.	24
Cuadro 4. Evaluación del desarrollo de <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> en materia orgánica. A las 120 horas. UAAAN-UL. Torreón Coah. 2008.	24
Cuadro 5. Evaluación del desarrollo de <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> en materia orgánica. A las 168 horas. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.	25
Cuadro A.1 Análisis de varianza del desarrollo de <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> en materia orgánica a las 72 horas. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.	31
Cuadro A.2 Análisis de varianza del desarrollo de <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> en materia orgánica a las 120 horas. UAAA-UL. Torreón, Coah. 2008	31
Cuadro A.3 Análisis de varianza del desarrollo de <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> en materia orgánica a las 168 horas. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.	31
Figura 1. Síntomas característicos de <i>F. oxysporum</i> .	13
Figura 2. Manchas marrones en los haces vasculares.	14

I INTRODUCCIÓN

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

Según la FAO y 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 como se observa en el Cuadro1.

Cuadro 1. Principales países productoras de tomate (FAO, 2003)

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
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	1,000,000
Marruecos	881,000
Nigeria	879,000
Francia	870,000

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 a exportación cercanos a las 600 mil toneladas

anuales. Cuya mayor parte tiene como destino los Estados Unidos Norteamérica (Pérez y Rico, 2005).

Según las cifras del servicio de información estadística Agroalimentaria y pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la producción total mexicana de tomate 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%) (FAO, 2001).

Es importante destacar que el cultivo de tomate represento en los últimos diez años poco mas 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 represento 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).

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

En Sinaloa la Pudrición de la Corona del Tomate (PTC) causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Forl) provoca perdidas hasta de 100%. En un muestreo reciente de 1,800 ha, (41 lotes), se estimo una incidencia de 16%. La estrategia mas promisoría para el manejo de la PTC 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).

La pudrición de la corona del tomate causado por *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (Forl) Jarvis y Shoemaker, es una enfermedad importante en el mundo. 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 maduración de los frutos (Apodaca *et al.*, 2001).

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

Los suelos de la Comarca Lagunera se encuentran infestados con algunos de los fitopatógenos importantes de muchas áreas agrícolas del mundo como *Fusarium oxysporum* y sus formas especiales, *Macrophomina phaseolina*, *Phymatotrichopsis omnivora*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae* y posiblemente *Pythium* spp. La importancia de estos fitopatógenos radica en: rango amplio de hospederos, lo cual implica que afecta a los

principales cultivos de la región; supervivencia en el suelo por periodos prolongados (varios años) aún en ausencia de cultivos, debido a su capacidad para formar estructuras de resistencia y subsistir como saprófitos. Esta última condición resulta controversial con la recomendación que se hace para el manejo de estos fitopatógenos, consistente en la adición de materia orgánica para favorecer el desarrollo de la microflora antagonica, particularmente *Trichoderma*, género reconocido por su antagonismo a la mayoría de los fitopatógenos del suelo previamente mencionados.

Además, otros hongos como *Alternaria*, *Aspergillus*, *Curvularia* y *Penicillium* también persisten en el suelo como saprófitos y ocasionalmente, si el estado de la planta y condiciones ambientales los favorecen, pueden afectar a los cultivos.

En la Comarca Lagunera, anualmente se incorpora materia orgánica al suelo, ya sea como estiércol o en forma de residuos de cosecha (de hortalizas, forrajes, algodónero), cuyo efecto sobre los hongos del suelo se desconoce. Por esta razón se inicio este estudio con los siguientes objetivos:

1.1. Objetivos

- Determinar la supervivencia de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* en materia orgánica.
- Identificar la fase hibernante de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* en materia orgánica.

1.2. Hipótesis

- *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* sobrevive en residuos de materia orgánica.
- *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* hiberna en materia orgánica como micelio y clamidosporas.

II REVISIÓN DE LITERATURA

Fusarium oxysporum f.sp. *lycopersici* y *F. oxysporum* f.sp. *melonis* son fitopatógenos importantes a nivel mundial, nacional y regional de tomate y melón, respectivamente, en donde causan marchitez vascular que resulta en muerte de la planta. Las formas especiales de *F. oxysporum* se desarrollan mejor en suelos ácidos que en neutros o alcalinos (Fry, 1982; Jones *et al.*, 1991). La mayoría de las especies del genero *Fusarium*, sobreviven en el suelo como esclerocios y clamidosporas, generalmente asociados a residuos vegetales (Webster, 1980).

M. phaseolina sobrevive en el suelo como esclerocio o picnidio y como saprófito en tejido vegetal (Hooker, 1981; Hall, 1991), no obstante, es un competidor pobre en el suelo (Sinclair y Shurtleff, 1975).

P. omnivora comúnmente sobrevive como rizomorfo en raíces parcialmente descompuestas y como esclerocios en el suelo y además, se considera un buen saprófito facultativo en restos vegetales (Streets, 1973; Streets y Bloss, 1969). El hongo es común en suelos alcalinos y no produce esclerocios en suelos ácidos (Fry, 1982).

R. solani persiste en el suelo como micelio en reposo y como esclerocios, sin embargo, puede subsistir igualmente como saprófito en materia vegetal (Webster, 1980; Jones *et al.*, 1991). En su ciclo de vida es igualmente eficiente para sobrevivir como saprófito o parásito.

V. dahliae permanece en el suelo principalmente como microesclerosis en residuos de plantas infectadas y también como saprófito (Webster, 1980). Sin embargo, se considera un competidor pobre en el suelo

(Agrios, 1999; Jones *et al.*, 1991), el hongo se desarrolla mejor en suelos alcalinos (Fry, 1982).

Trichoderma spp subsiste en el suelo como clamidosporas, como parásito de otros organismos, pero mayormente como saprófito (Webster, 1980). La importancia de este hongo consiste en su utilización para el control biológico de fitopatógenos del suelo.

No obstante que los principales fitopatógenos del suelo subsisten como saprófitos, una de las recomendaciones más antiguas y todavía considerada para su control es la adición de materia orgánica como estiércol, abonos verdes y residuos vegetales con el propósito de modificar la estructura física del suelo, activar la población de organismos antagonistas o incluso liberar compuestos químicos con acción fungicida o fungistática (Streets y Bloss, 1969; Hall, 1991; Herrera y Samaniego, 2002).

2.1 Pérdidas causados por organismos dañinos

Globalmente, las pérdidas de la producción agrícola debido a insectos plaga, maleza y enfermedades de las plantas constituye un 30% del total de la producción. Sin embargo, en los países desarrollados de Europa y America del Norte estas pérdidas llegan a ser de hasta un 25% del rendimiento agrícola. En los países económicamente menos desarrollados, pueden ascender hasta el 50% de la producción. Entre los patógenos causantes de estas enfermedades se encuentran diversas especies de bacterias, nematodos y virus, pero son los hongos los que ocasionan más de un tercio de las pérdidas de cultivos de importancia económica (Whipps y Lumsden, 2001).

Algunos fitopatógenos como *Fusarium*, *Botrytis* y *Rhizoctonia*, responsables de enfermedades de hortalizas (pepino, espinaca, lechuga y tomate), plantas oleaginosas (soya) y ornamentales (begonias, gerberas), se han dispersado en los últimos años debido a los cambios introducidos en los sistemas de cultivo como monocultivo, explotaciones intensivas, (Chet, 1993).

2.2 Marchitamiento vascular causado por patógenos del suelo

Es una enfermedad ampliamente distribuida y destructiva, espectacular y alarmante, ya que se manifiesta en un marchitamiento más o menos rápido, empardecimiento y muerte de hojas y tallos suculentos de las plantas, lo cual da como resultado la muerte. El marchitamiento se debe a la presencia y actividad del patógeno en el tejido vascular, xilemático de las plantas. En pocas semanas el patógeno puede ocasionar la muerte de plantas completas o de sus órganos que se localizan por arriba del punto de invasión vascular en la mayoría de las plantas anuales y algunas perennes, aunque en algunas plantas de este último grupo no mueren sino hasta después de varios años a partir del momento en que fueron infectadas por el hongo. Comúnmente, el patógeno continúa propagándose internamente en forma de micelio o conidios a través de los haces vasculares hasta que muere toda la planta. En tanto la planta infectada continúe viviendo, el hongo se limita al tejido vascular (xilema) y algunas células circunvecinas y nunca sale a la superficie de la planta; incluso tampoco produce esporas al exterior. Solo cuando la enfermedad ocasiona la muerte de una planta infectada, el hongo se propaga hacia otros tejidos y esporula en la planta muerta o sobre la superficie de ésta (Agrios, 1999).

2.3 Hongos que producen marchitamiento

Entre los géneros de hongos que producen marchitamiento se encuentran *Fusarium* y *Verticillium*, cada uno de ellos ocasiona enfermedades graves y de amplia distribución ya que atacan varias especies de cultivos importantes (Agrios, 1999).

Las formas especiales de *F. oxysporum* producen marchitamiento vascular en diferentes plantas como hortalizas anuales, plantas herbáceas perennes de ornato, plantas de cultivo, maleza; algunas de las más conocidas son: *F. oxysporum* f. *lycopersici*; que ataca tomate, *F. oxysporum* f. *niveum*; en cucurbitáceas, *F. oxysporum* f. *conglutinans*; en la col, *F. oxysporum* f. *cubense*; en plátano, *F. oxysporum* f. *vasinfectum*; en el algodón, *F. oxysporum* f. *dianthii*; en clavel, *F. oxysporum* f. *chrysanthemi*; en crisântemo (Agrios, 1999).

Similarmente, *Verticillium* ocasiona el marchitamiento vascular de plantas de ornato, hortalizas, plantas de cultivo, malas hierbas anuales, árboles frutales y forestales y de maleza perenne, etc. Este hongo tiene dos especies, *Verticillium albo-atrum* y *Verticillium dahliae* ambas presentes en E.U.A. y la última en México; y atacan a centenares de clases de plantas produciendo marchitamiento y pérdidas de montos variables (Agrios, 1999).

Los dos patógenos afectan a las plantas a través de sus raíces, en las que penetran directamente o a través de heridas. Muchos nematodos parásitos que viven en el suelo, habitualmente incrementan la incidencia de marchitamiento por *Fusarium* y *Verticillium*, debido a que proporcionan un mayor número de puntos efectivos de penetración. Tan pronto como llega a la raíz de la planta, el micelio del hongo se extiende hasta los vasos

xilemáticos, donde forma microesclerocios (en el caso de *Verticillium*) o conidios (en el caso de ambos), subsecuentemente el micelio y esporas del hongo ascienden en la planta a través de sus vasos xilemáticos, siendo llevados por el transporte de agua. *Fusarium* hiberna en el suelo o restos de plantas en forma de esporas asexuales de pared gruesa denominadas clamidosporas o bien en forma de micelio o conidios en los restos vegetales. *Verticillium* hiberna en el suelo en forma de microesclerocios o en forma de micelio en plantas perennes y en restos vegetales. Ambos hongos producen únicamente esporas asexuales en la naturaleza; son organismos saprófitos, y una vez que se introducen en un terreno de cultivo, se establecen ahí por tiempo indefinido, aunque su número poblacional varía en forma considerable, dependiendo de la susceptibilidad y tiempo de cultivo de la planta en campo. *Fusarium* y *Verticillium* se propagan en el suelo en menor grado en forma de micelio que se desarrolla en las raíces o restos de plantas; su diseminación es principalmente en forma de micelio, esporas o esclerocios llevados por agua del suelo, equipo agrícola, trasplantes, tubérculos, semillas de algunas plantas, esquejes de plantas infectadas y, en algunos casos, en forma de esporas o esclerocios llevados por el viento (Agrios, 1999).

2.4 Características de la enfermedad

Esta enfermedad se encuentra distribuida en todo el mundo causando grandes pérdidas en el cultivo de tomate. El hongo sobrevive en restos de cultivo de una temporada a otra y posee estructuras de resistencia que le permiten perdurar en el suelo por espacio de 6 años. Es favorecido por

temperatura cálida (20°C) asociada a alta humedad relativa. El hongo penetra en la planta a nivel del suelo ya sea por el tallo o raíces superficiales, luego por los haces vasculares es trasladado a toda la planta. Existen tres razas del hongo.

2.4.1 Organismo causal

El organismo causal es el hongo perteneciente a la clase Deuteromycota denominado *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Éste presenta numerosas estructuras llamadas esporodoquios donde se agrupan las esporas. Existen dos tipos de conidios, los macroconidios que son hialinos, septados, generalmente con tres septas y microconidios más pequeños hialinos, unicelulares. Posee células de paredes engrosadas que actúan como estructuras de resistencia denominadas clamidiosporas que pueden ser terminales o intercalares.

2.4.2 Ciclo de la enfermedad

F. oxysporum f.sp. *lycopersici* es un patógeno de tomate y de otras solanáceas, sobrevive en restos vegetales o como clamidiosporas que perduran por varios años en el suelo. La trasmisión a distancia se da mayoritariamente por semilla, plantas infectadas y maquinaria. Localmente se propaga por el agua de riego o aire así como trasplante con material afectado (Anaya y Romero 1999).

2.4.3 Condiciones favorables

Es un hongo de temperatura cálida; el desarrollo óptimo se presenta a 20 °C con un rango de 12 a 28°C. Esta temperatura acompañada de alta humedad relativa, días cortos de baja intensidad lumínica favorecen el

desarrollo de la enfermedad. Otros factores son suelos ácidos, arenosos, con bajo pH, pobres en nitrógeno y alto suministro de potasio. Las heridas ocasionadas a las raíces por maquinaria o nematodos como es el caso de *Meloidogyne* incógnita aumentan la susceptibilidad al marchitamiento y favorece el desarrollo del hongo (Anaya y Romero, 1999).

2.5 *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*

2.5.1 Taxonomía:

Dominio: *Eukarya*

Reino: Hongos

División: Deuteromycota

Clase: Hyphomycetes

Genero: *Fusarium*

Especie: *F. oxysporum* (Agrios, 1999).

2.5.2 Importancia y distribución

Se encuentra distribuida en El Bajío, Sinaloa, Morelos, México y otras de menor importancia; ataca únicamente al tomate (Herrera-Estrella y Carsolio, 1998).

2.5.3 Morfología

El micelio de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* es incoloro al principio, pero conforme madura adquiere un color crema o amarillo pálido y bajo ciertas condiciones adquiere una tonalidad rosa pálido o algo púrpura. Produce tres tipos de esporas asexuales: microconidios, que tienen de una a dos células y son las esporas que el hongo produce con un mayor frecuencia y en mayor abundancia en todas las condiciones; son las esporas que el hongo forma con más frecuencia en el interior de los vasos de las plantas

hospedantes que ha infectado. Macroconidios, que son las esporas típicas de "*Fusarium*", están constituidos de 3 a 5 células, se adelgazan gradualmente y encorvan hacia ambos extremos. Aparecen con gran frecuencia sobre la superficie de plantas, destruidas por el patógeno y por lo común se forman en grupos similares a esporodoquios. El último tipo de espora son las clamidosporas, constituidas por una o dos células, son de pared gruesa y son esporas redondas que se forman terminal o intercaladamente en el micelio mas viejo o en los macronidios del hongo. Estos tres tipos de esporas se forman en los cultivos del hongo y quizá también en el suelo, aunque cabe decir que solo las clamidosporas sobreviven en este ultimo sustrato durante más tiempo (Agrios, 1999).

2.5.4 Síntomas de la enfermedad

Lo primero que se observa en el campo es un amarillamiento en las hojas basales, las que posteriormente se marchitan pero permanecen adheridas a la planta. Esta sintomatología va progresando hacia la parte superior de la planta y a veces solo toma un sector de la misma (Figura 1.) (Agrios, 1999).

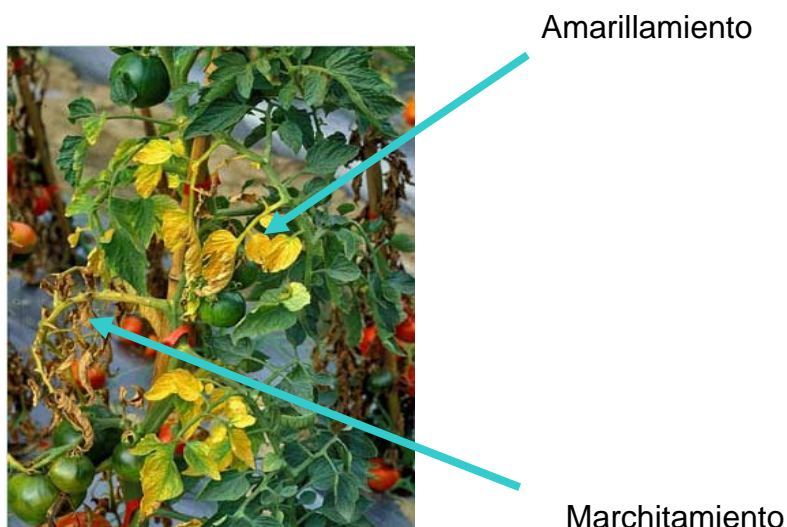


Figura 1. Síntomas característicos de *F. oxysporum*

Al inicio las plantas muestran marchitez en las horas mas calurosas del día recuperándose al final del mismo pero finalmente se marchitan y mueren. Las raíces principales y la base del tallo presentan necrosis vascular. En cortes transversales del tallo, cerca de la base de la planta infectada, se puede observar un anillo de color café en el área de los haces vasculares, y el avance de la decoloración hacia la parte superior de la planta depende de la severidad de la enfermedad (Figura 2) (Agris, 1999).



Figura 2. Manchas marrones en los haces vasculares

2.5.5 Medidas de control

El control de los fitopatógenos del suelo por medio de prácticas convencionales es difícil. El tratamiento con productos químicos a veces resulta deficiente, e incrementa los costos de producción, contribuye a la contaminación ambiental y deteriora la biota del suelo. La eficacia de la rotación de cultivos es reducida, por su amplio rango de hospedante y por sobrevivir en el suelo por medio de esclerocios, bajo condiciones climáticas adversas, durante largos periodos (Hernández, 2002).

El uso de variedades de tomate resistentes al hongo es el único método práctico para controlar la enfermedad en el campo. En la actualidad se dispone de variedades con resistencia. La mayoría de ellas son totalmente resistentes al hongo, pero en condiciones subóptimas para que se produzca la infección producen buenos rendimientos aun en suelos sumamente infestados. El hongo se encuentra tan ampliamente distribuido y

es tan persistente en el suelo que la rotación de cultivos y esterilización de los almácigos, aun cuando siempre sean métodos seguros, tiene limitantes. La esterilización del suelo es demasiado costosa para que se lleve a efecto en el campo, pero siempre debe practicarse en el caso de plantas de tomate cultivadas en invernadero. El uso de semilla y de transplantes sanos es obligatorio. El tratamiento con agua caliente de la semilla sospechosa de estar infectada, debe efectuarse antes de que se siembren (Agrios, 1999).

2.5.5.1 Control químico

El principal método de control que se emplea habitualmente contra los microorganismos causantes de las enfermedades de las plantas cultivadas es el uso de agentes químicos. Los productos químicos, aunque actúan rápidamente, por lo general son caros y constituyen un grupo de sustancias altamente tóxicas cuya persistencia en el medio ambiente conlleva graves problemas ecológicos como la contaminación de agua subterránea y entrada en la cadena alimenticia, la cual comprende gran cantidad de organismos, incluyendo en último término a los humanos (Cook y Baker, 1993).

Lo anterior es considerado un grave problema en el tratamiento de muchas enfermedades, ocasionando un incremento en la dosis de fungicida y uso de compuestos menos específicos que resultan dañinos a microorganismos benéficos para las plantas como son las micorrizas. Por otra parte, las restricciones al uso de fungicidas químicos para tratar las infecciones de los productos almacenados son mayores que las impuestas en el campo, lo que hace difícil el control de estas enfermedades (Wilson et al., 1991).

La tendencia actual es la reducción de la aplicación de agroquímicos al suelo en la agricultura. Algunos como el bromuro de metilo, han sido prohibidos. A mediados de la década de los ochenta en algunos países miembros de la Unión Europea (Suecia, Dinamarca y Holanda), se decidió disminuir el empleo de sustancias químicas en la agricultura hasta en un 50% en un periodo de 10 años. Para lograrlo fue necesario el desarrollo de nuevos métodos de control de enfermedades de plantas que puedan sustituir a los agentes químicos (Hjeljord y Tronsmo, 1998).

2.5.5.2 El control biológico

Un método alternativo al uso de químicos, es el control biológico, que se basa en el empleo de organismos o productos, con capacidad para reducir la población del agente causante de la enfermedad o evitar sus efectos (Hjeljord y Tronsom, 1998).

Estos organismos conocidos como “agentes de control biológico” (ACB), pueden ser patógenos hipovirulentos que compiten por espacio y nutrientes con las cepas silvestres; variedades de plantas resistentes a la enfermedad, u otros organismos que interfieran con la supervivencia del patógeno o con sus mecanismos para provocar la enfermedad (Whipps y Lumsden, 2001).

La principal ventaja que poseen los agentes de control biológico frente a los químicos es que debido a su complejo modo de acción, resulta improbable la aparición de cepas resistentes del patógeno. Además estos agentes de biocontrol suelen ser microorganismos pertenecientes a la flora autóctona, por lo que son compatibles con el medio ambiente. En algunos

casos han resultado una alternativa real, siendo efectivos contra enfermedades para las que no existe control químico, como por ejemplo el mal del pie del trigo causado por o el tizón del castaño y la hernia de las brasicáceas producidas por *Cryphonectria parasitica* y *Plasmodiophora brassicae* respectivamente (Whipps y Lumsden, 2001).

A pesar de la investigación desarrollada, el control biológico tiene aun limitaciones. La principal es que además, de ser relativamente más caro, lento e imprevisible, en numerosas ocasiones el efecto no es suficiente para reemplazar a los agentes químicos en su totalidad (Chet e Inbar, 1994).

Mucha de las limitaciones que presenta el control biológico podría resolverse con un mayor conocimiento de los agentes de control como de los mecanismos que estos ejercen. Potenciar tales mecanismos mediante la obtención de cepas mejoradas que las hagan mas competitivas frente a los agentes químicos es, en la actualidad la línea de investigación mas desarrollada.

El biocontrol actualmente ocupa un lugar importante en las prácticas de manejo de enfermedades de las plantas causadas por patógenos del suelo, principalmente *Fusarium* (Herrera-Estrella y Carsolio, 1998).

Trichoderma ssp bajo condiciones de laboratorio presenta distintos grados de inhibición en *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* y *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* (Borda y Arbelaéz, 1993; Elias et al., 1993).

Cuando *Trichoderma* ssp, se aplica al suelo sobre *Fusarium* spp, se obtienen buenos resultados cuando crece sobre varios sustratos, entre ellos, salvado del trigo, paja de arroz, cáscara de arroz, aserrín o paja de cebada

controla a *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* que ocasiona pudrición en el cultivo de fresa (Moon et al., 1995; Stefanova y Sandoval 1995).

Al evaluar suelo enriquecido con clamidiosporas de *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* y *F. oxysporum* f. sp. *melonis* y determinar el potencial de *T. harzianum* como agente de biocontrol, se observo que el antagonista reduce significativamente la germinación de clamidiospora de ambas especies (Sivan y Chet 1989). La concentración de *Fusarium* en la rizosfera es inversamente proporcional al número de conidios de *Trichoderma* y tiene efecto sobre la supervivencia del patógeno en la rizosfera de suelo no tratado. Sin embargo, en suelos modificados con glucosa y aspargina la inhibición se nulifica lo que indica que la inhibición de la germinación puede ser el resultado de competencia (Sivan y Chet, 1993).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en dos etapas: la primera en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL) y la segunda en el laboratorio de fitopatología del Campo Agrícola Experimental de la Laguna (CELALA), dependiente del Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ubicado en el Boulevard Prof. José Santos Valdez 1200 pte., en Matamoros, Coahuila.

3.2 Localización geográfica de la Comarca Lagunera

La Región Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México. Se encuentra ubicada entre los meridianos 101° 40' y 104° 45' de longitud Oeste, y los paralelos 25° 05' y 26° 54' de latitud Norte. La altitud de esta región sobre el nivel del mar es de 1,139 m. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas. El clima de verano va desde semi- calido a calido-seco y en invierno desde semi-frío a frío, mientras que los meses de lluvia son de mediados de junio a mediados de octubre (Santibáñez, 1992).

3.3 Recolección de materia orgánica

La materia orgánica (estiércol, maíz y alfalfa) fue colectada en el Campo experimental de la UAAA-UL; cada muestra fue llevada en bolsas de plástico para facilitar el traslado al laboratorio donde se utilizaron dichas muestras.

3.4 Aislamiento de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*

3.4.1 Sitio de muestreo

El aislamiento de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* se realizó de cultivo de tomate la primera semana de julio del 2008 en Cd. Juárez, Durango. La identificación de las plantas enfermas se realizó mediante la observación de signos (presencia de micelio esporas del hongo) en las partes vegetativas de la planta. Las muestras de plantas se colocaron en bolsas de plástico convenientemente etiquetadas para facilitar su conservación y transporte al Laboratorio de Fitopatología del Campo Experimental de la Laguna.

3.4.2. Aislamiento en laboratorio

Para aislar al patógeno se tomaron trozos de raíz y tallo de 0.5 cm de diámetro de plantas enfermas, se desinfectaron con hipoclorito de sodio, se lavaron con agua destilada esterilizada y asépticamente se colocaron en cajas de petri con medio de cultivo de Papa-Destrosa-Agar (PDA); en caja se colocaron cinco trozos de tejido. Las cajas se colocaron en incubadora a 24°C para favorecer el desarrollo del hongo.

3.4.3. Purificación del hongo

Una vez aislado el hongo, asépticamente se transfirieron plantas de hifa a varias cajas petri (cuatro) para obtener un cultivo puro; las cajas se colocaron en incubadora a 24°C.

3.4.4. Multiplicación del fitopatógeno

Del cultivo puro, se transfirieron puntos de hifa a ocho cajas petri con PDA para la multiplicación del hongo; las cajas se colocaron en incubadora a 24°C.

3.5 Establecimiento del experimento

El experimento se estableció en el Laboratorio de Fitopatología del Campo Experimental de la Laguna, dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, (INIFAP), ubicado en Matamoros de la Laguna Coahuila.

3.6 Tratamientos

Para establecer los tratamientos, se colocó una capa de la materia orgánica correspondiente de modo que cubriera todo el diámetro de la caja y tuviera un espesor de 0.5 cm; sobre la materia orgánica y en el centro, se colocó un trozo de PDA de 0.7 cm de diámetro conteniendo al hongo. En los tratamientos con agua se agregaron 20 ml de agua destilada esterilizada, con lo cual los tratamientos se mantuvieron húmedos hasta el final del experimento. Los tratamientos a evaluarlos se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Evaluación de desarrollo de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* en materia orgánica. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.

No.	Tratamientos
T1	Estiércol del ganado vacuno + <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>
T2	Resíduos de alfalfa + <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>
T3	Residuos de maíz + <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>
T4	Estiercol del ganado vacuno + H ₂ O + <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>
T5	Residuos de alfalfa + H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>
T6	Residuos de maíz +H ₂ O + <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>
T7	Testigo (PDA) + H ₂ O+ <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>

3.7 Variable a evaluar

En cada tratamiento se evaluó el diámetro de crecimiento del hongo a las 72, 120 y 168 horas.

3.8 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con seis repeticiones; cada repetición fue una caja de petri con el tratamiento respectivo. Se realizó el análisis de varianza (ANVA) con el paquete del SAS; para la separación de medias se uso la prueba de diferencia.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Aislamiento de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*

El hongo aislado de plantas enfermas se identificó por la presencia de macroconidios multicelulares, de forma de hueso, microconidios unicelulares, semi circulares y clamidosporas terminales e intercalares. El micelio de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* es incoloro al principio, pero conforme madura adquiere un color crema o amarillo pálido o algo púrpura. Estas características son distintivas del fitopatógeno (Agrios, 1999; Toussoun y Nelson, 1976).

4.2. Purificación

El cultivo puro del hongo se logró de puntas de hifa y se confirmó mediante la observación de las características mencionadas previamente, de acuerdo a lo reportado por Toussoun y Nelson (1976).

4.3. Multiplicación

La multiplicación del hongo se logró en 7 días, tiempo en el cual el diámetro de la caja petri se cubrió por completo. Enseguida, las cajas se mantuvieron en refrigeración hasta su uso.

4.4. Evaluación a las 72 horas

Como era de esperar, el testigo (Tratamiento 7) mostró un mayor desarrollo del hongo, ya que tuvo condiciones favorables de humedad, nutrición y consecuentemente, fue diferente al resto de los tratamientos.

El hongo se desarrolló bien en los tratamientos de materia orgánica en húmedo, los cuales fueron diferentes y superiores a los tratamientos de materia orgánica en seco. En este ultimo caso, el hongo permaneció vivo pero no creció. El análisis de varianza detectó diferencia altamente

significativa entre tratamientos (Cuadro A.1, Apéndice A). La separación de medias de los tratamientos se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Evaluación del desarrollo de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* en materia orgánica a las 72 horas. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.

No.	Tratamientos	Medias (cm)
T7	Testigo PDA+ <i>F. o. f. sp. lycopersici</i>	1.18 a
T5	Residuos de alfalfa + H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	1.40 b
T4	Estiércol de ganado de vacuno + H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	1.01 b
T6	Residuos de maíz + H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	0.96 b
T3	Residuos de maíz + <i>F. o. f.sp. lycopersici</i>	0.70 c
T2	Residuos de alfalfa + <i>F. o. f. sp. lycopersici</i>	0.70 c
T1	Estiércol de ganado vacuno + <i>F. o. f. sp. lycopersici</i>	0.70 c

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (MDS, 0.01)

4.5 Evaluación a las 120 horas

Se encontró una tendencia similar a la de la evaluación a las 72 horas. El mayor crecimiento fue el del testigo, seguido por los tratamientos en húmedo y al final, los tratamientos en seco los cuales mostraron el menor desarrollo del hongo. Se encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos (Cuadro A.2, Apéndice A). La separación de medias se presenta en el Cuadro 4. Se aprecia claramente la diferencia entre los tres grupos.

Cuadro 4. Evaluación del desarrollo de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* en materia orgánica a las 120 horas. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.

No.	Tratamientos	Medias (cm)
T7	Testigo PDA+ <i>F. o. f. sp. lycopersici</i>	3.03 a
T5	Residuos de alfalfa + H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	1.45 b
T4	Estiércol de ganado de vacuno +H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	1.26 b
T6	Residuos de maíz + H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	1.06 b
T3	Residuos de maíz + <i>F. o. f. sp. lycopersici</i>	0.80 c
T2	Residuos de alfalfa + <i>F. o. f. sp. lycopersici</i>	0.80 c
T1	Estiércol de ganado vacuno + <i>F. o. f. sp. lycopersici</i>	0.80 c

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, 0.01)

4.6 Evaluación a las 168 horas

Se mantiene la tendencia mostrada en las evaluaciones de 72 y 120 horas, aunque la diferencia se reduce. El testigo sigue presentando el mayor desarrollo, seguido por los tratamientos en húmedo y al final los tratamientos en seco. Se notó que aunque los tratamientos en húmedo son iguales, los residuos de alfalfa son ligeramente mejores para el desarrollo del hongo.

Los resultados indicaron diferencia altamente significativa entre tratamientos (Cuadro A. 3, Apéndice A). La separación de medias realizadas mediante la prueba de la DMS se presenta en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Evaluación del desarrollo de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* en materia orgánica a las 168 horas. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.

No.	Tratamientos	Medias (cm)
T7	Testigo PDA+ <i>F. o. f. sp. lycopersici</i>	3.95 a
T5	Residuos de alfalfa + H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	1.60 b
T4	Estiércol de ganado de vacuno+ H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	1.30 b
T6	Residuos de maíz + H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	1.26 b
T3	Residuos de maíz + <i>F. o. f. sp. lycopersici</i>	0.80 c
T2	Residuos de alfalfa + <i>F. o. f. sp. lycopersici</i>	0.80 c
T1	Estiércol de ganado vacuno + <i>F. o. f. sp. lycopersici</i>	0.80 c

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (MDS, 0.01)

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se desarrolló este trabajo y de las observaciones realizadas, se concluye que:

- *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* sobrevive en materia orgánica pero solo crece en condiciones de alta humedad.
- *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* sobrevive como micelio y clamidosporas en materia orgánica.

VI. LITERATURA CITADA

- Agrios, G. N. 1999. Fitopatología. 2da. Edición, Editorial Limusa. México. pp. 425-423.
- Anaya, R. S. y J. N. Romero. 1990. Hortalizas. Plagas y enfermedades. Primera edición. Editorial Trillas, México. pp. 34-36.
- Apodaca, S. M., A. M. Zavaleta, R. E. García, S. K. Osada, y J. G. Valenzuela. 1998. Evaluación de ocho genótipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) contra *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*. Sinaloa, México. Rev. Mex. de fitopatología 18:1-13
- Apodaca, S. M., A. M. Zavaleta, R. E. García, S. K. Osada-Kawasoe, y J. G. Valenzuela-Ureta. 2001. Frecuencia de campos infestados con *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* en Sinaloa, Mexico, y su control. Rev. Mex. de fitopatología 18:1-13
- Apodaca, S. M., A. M. Zavaleta, R. E. García, S. K. Osada, J. G. Valenzuela, U. 200. 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.
- Borda, F., y G. Arbelaez. 1993. determinación de antagonismo del aislamiento T95 de *Trichoderma harzianum* sobre *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* en plantas de pepino cohombro. Agronomía Colombiana 10:45-52.
- Carrillo, F. J. A., T. J. Montoya, R., R.S. Garcia, E., J. E. Cruz, O., I. Marquez Z., 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.
- Chet, I. and J. Inbar. 1994. Biological control of fangal pathogens. Appl. Biochem. Biotechnol. 48:3743.
- Chet, I. 1993. Biotechnology in Plant Disease Control. Wiley-Interscience, New York, 372 p.
- Cook, R. J. and K. F. Baker. 1993. The nature and practice of biological control of plant. Pathogens. 58:142-152.
- Elias, R., O. Arcos, y G. Arbeláez. 1993. Estudio del antagonismo de algunas de algunas de *Trichoderma* aisladas de suelos colombianas en el control de *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani*. Agronomia Colombiana, 10:52-61.

- Fry, W. E. 1992. Principles of plant disease Management. Academic Press. New York, U.S.A. 378 pp.
- Hall, R. 1991. Compendium of bean disease. APS Press. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, U.S.A. 125 pp.
- Hernández, H. V. 2002. Manejo integrado de enfermedades en el cultivo del algodón. Memorias del IV curso regional de aprobación en el control de plagas del algodón. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna. Departamento de Parasitología. Comisión Nacional de Sanidad Agropecuaria. Dirección General de Sanidad Vegetal. Sistema Nacional de aprobación Fitosanitaria. Torreón, Coahuila, México. 20-22 de mayo del 2002.
- Herrera-Estrella, A. y C. Carsolio. 1998. Medio ambiente, control biológico y hongos parásitos. Avance y perspectiva 17:195-205.
- Herrera, P. T., y G. J. Samaniego A. 2002. Enfermedades del nogal. En CELALA. 2002. tecnología de producción en nogal pecadero. pp 117-206. SAGADERPA. INIFAP. CIRNOC. CELALA. Matamoros, Coahuila, Mexico. Noviembre del 2002.
- Hjeljord, L., and A. Tronsmo. 1998. *Trichoderma* and *Gliocladium* in biological control: an overview. En *Trichoderma & Gliocladium*. Vol. 2 Harman, G. E. and C.P. Kubicek, (eds). London, pp. 131-152.
- Hooker, W. J. 1981. Compendium of potato diseases. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, U.S.A. 125 pp.
- Jones, J. B., J. P. Jones, R. E. Stall, and T. A. Zitter 1991. Compendium of tomato diseases. APS Pres, The American Phytopathological Society. St. paul Minnesota. U.S.A. 73 pp.
- Moon, B. J. H. S. Chung, and H. C. Park. 1995 on antagonism of *Trichoderma* species to *Fusarium oxysporum* f.sp. *fragariae*. V. Biological Control of *Fusarium* Wilt of strawberry by a mycoparasite, *Trichoderma harzianum*. Korean Journal Plant Pathology. 11:298-303.
- FAO. 2001. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia. [En línea]. <http://www.Fao.org>. [Fecha de consulta 5/10/08].
- FAO. 2002. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Cultivos sin suelo, Hortalizas de Clima Mediterráneo. Compendio de Horticultura 3ª ED. Dee Horticultura, SL. Sustrato [En línea]. <http://www.Fao.org>. [Fecha de consulta 8/10/05].
- FAO. 2003. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Comercio alimentario agrícola. Cumbre alimentaria.

Copenhague, Senegal. [En línea]. <http://www.Fao.org>. [Fecha de consulta].

- Pérez, M. L., y E. J. Rico. 2005. Hongos Fitopatógenos en cultivos hortícolas de importancia económica en el estado de Guanajuato, México. Quinta edición, Universidad de Guanajuato. Instituto de Ciencias Agrícolas. pp. 58
- SAGARPA. 2001. Secretaria de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Resumen agrícola Regional Lagunera. Delegación en la Región Lagunera, Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural Torreón, Coahuila. [En línea]. <http://www.Sagarpa.gob.mx>. [Fecha de consulta 13/12/08].
- Sinclair, J. B., and M. C. Shurtleff, (editors) 1975. Compendium of soybean diseases. The America Phytopathological Society, Inc. St. Paul, Minnesota. U.S.A. 69 pp.
- Sivan, A., I. Chet. 1989. The possible role of competition between *Trichoderma harzianum* and *Fusarium oxysporum* on rhizosphere colonization. *Phytopathology* 79:198-203.
- Sivan, A., y I. Chet. 1993. Integrated control of *Fusarium* crown and root rot. of tomato with *Trichoderma harzianum* in combination with methyl bromide or soli solarization. *Crop protection* 12:380-386.
- Stefanova, N. M. and R. I. Sandoval. 1995. Efectividad de biopreparados de *Trichoderma* spp., en el control de fitopatogenos de suelo. *Boletín técnico* 2:10-22.
- Streets, R. B. 1973. Diseases of the cultivated plants of the Southwest the University of Arizona Press. Tucson, Arizona, U.S.A. 390 pp.
- Streets, R. B. and H. E. Bloss, 1969. *Phymatotrichum* toot rot. Monograph No. 8 The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, U.S.A. 38 pp.
- Toussoun, T. A., and Nelson P. E. 1976. *Fusarium*. A pictorial guide to the identification of *Fusarium* species 2nd Edition. The Pennsylvania State University Press. U.S. A. 43 pp.
- Webster, J. 1980. Introducción to fungi, 2nd. Edition. Cambrigde University Press London, England. 669 pp.
- Whipps, J. M., and R. D. Lumsden. 2001. Commercial Use of fungi as Plant Disease Biological Control Agents: Status and Prospects. En: *Fungi as Biocontrol Agents. Progress, problems and potential.* Butt, T. M., C. W. Jackson and N. Magan, (eds). Wallingford, UK.: CABI Publishing.

Wilson, C. L., M. E. Wisniewki, C. L. Biles, R. Mclaughlin, E. Chalutz, and S.Droby. 1991. Biological control of post-harvest diseases of fruits and vegetables: alternatives to synthetic fungicides. *Crop Protection* 10:172.

APÉNDICE

Cuadro A.1. Análisis de varianza del desarrollo de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* en materia orgánica a las 72 horas. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.

FV	GL	SC	SM	FO	FC	
					0.05	0.01
TRAT.	6	10.6090	1.768	15.057**	2.37	3.36
ERROR	35	4.110	0.117			
TOTAL	4	14.7190				

**Altamente significativo

Cuadro A.2. Análisis de varianza del desarrollo de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* en materia orgánica a las 120 horas. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.

FV	GL	CM	SM	FO	FC	
					0.05	0.01
TRAT.	6	22.9833	3.8305	16.6443**	2.37	3.36
ERROR	35	8.054	0.230			
TOTAL	4	31.0383				

**Altamente significativo

Cuadro A.3. Análisis de varianza del desarrollo de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* en materia orgánica a las 168 horas. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.

FV	GL	SC	SM	FO	FC	
					0.05	0.01
TRAT.	6	45.4614	7.5769	24.6728**	2.37	3.36
ERROR	35	10.748	0.3070			
TOTAL	4	56.2097				

**Altamente significativo