

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



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

POR

JUAN GONZALO CRUZ SOLÍS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

002020

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:

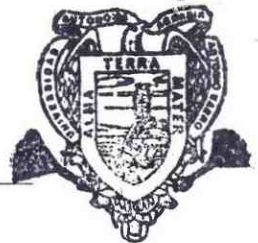
Ph. D. ARTURO PALOMO GIL

VOCAL SUPLENTE:

M.C. VICTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS:

M.C. VICTOR MARTINEZ CUETO



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

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

POR

JUAN GONZALO CRUZ SOLÍS

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA

ASESOR PRINCIPAL:



Ph. D. VICENTE HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

ASESOR:



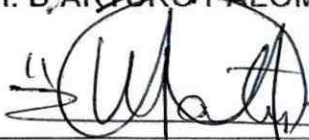
Ph. D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA

ASESOR:



Ph. D. ARTURO PALOMO GIL

ASESOR:

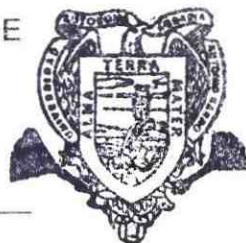


M.C. VICTOR MARTINEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS



M.C. VICTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

OCTUBRE DE 2009

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme la vida, a que me motivó a seguir adelante caminar el mundo, por darme sabiduría, paciencia y fuerzas en mi vida, cuidarme a cada paso que dí durante mi carrera para salir adelante.

A MI ALMA MATER por adoptarme, criarme, permitirme ser parte de ella, enseñarme dentro de sus aulas con sus profesores, proporcionarme los elementos clave para mi formación profesional, los cuales quedarán siempre presentes en mi vida y la camiseta que siempre traeré puesta. "GRACIAS".

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

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

A MIS COMPAÑEROS DE CARRERA, por compartir alegrías, tristezas, buenos y malos momentos que pasamos durante los cuales nunca dejamos de ser buenos compañeros: José Luis. Ananías, Alfredo C, Javier, Nicolás, Esteban, Miguel, Estefany, Edgar, René, Rosario Agustín.

A MIS COACHES Y COMPAÑEROS DE FUTBOL AMERICANO

Dionicio Ibarra Martines, Jesús Raúl Valverde Flores, Roberto Martín Valverde Flores, y Eliseo Zabala por enseñarme un deporte con mucha disciplina, dentro de ello aprendí a trabajar en equipo, ser responsable, educado; a mis compañeros que nunca dejamos de entrenar diario, por resistir golpes fuertes, lesiones, fracturas en cada reto (juego), soportar los castigos dolorosos, por los errores cometidos, la valentía de jugar en climas extremos contra adversarios desconocidos juntos llegamos a ser buenos jugadores, teniendo como piezas clave a Juan Gonzalo (el comandante), Mario Chávez (El negro), Edgar (El brody), Miguel (campa), Pedro Horacio (El cabezón), Ricardo (richy), Massiel, Jesús (El chuchupas), Job, Jorge (El core back), Fernando (el chompiras), y otros más.

La porra que forma parte de mi vida y que nunca olvidare:

Alma terra mater, alma terra mater arda Troya y en combate muera Mate, arda Troya y en combate muera Marte, buitres, buitres al ataque.

A MIS PROFESORES DEL DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA por transmitirme los conocimientos que serán la base fundamental para poder desarrollarme profesionalmente en el futuro; gracias por su paciencia y amistad.

A TODOS MIS PROFESORES por el valioso tiempo que invirtieron en mí, y conocimientos que me brindaron en esta etapa de mi vida, a cada uno de ellos, gracias.

A MI PROFESOR DE LA PREPARATORIA Víctor Hugo Albores Grajales, por la motivación, animo y apoyo que me ha dado durante mi carrera.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Domingo Cruz Sánchez el mejor padre del mundo, hombre trabajador que enseña con ejemplo, incansable ante los rayos del sol y oscuridad. Juana Solís Montejo. mujer ejemplar, en el hogar, en el campo y en el corazón de todos sus hijos, dedico este trabajo a ti madre que me dio la vida.

Papa, mama, los quiero mucho por su apoyo, cariño amor tan grande e incondicional, por darme la oportunidad de tener una formación profesional depositar toda su confianza no solo durante mis estudios sino durante toda mi vida.

A mis hermanos:

Idolio, hombre de coraje y empeño, de encino tu corazón, Marcos, uno de los hombres más perseverantes que he conocido, nada es imposible para ti hermano; Damiano Miguel, no existe el miedo para ti hermano, Josué David, que das todos los tuyos y Trifena, mi angelita traviesa. gracias, por su gran apoyo más que económico, moral al aconsejarme durante este trayecto muy importante de mi vida.

A mi esposa Marisela Sánchez Arcos:

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 ha dado.

A mi hijo Fabio Anderson

Regalo de Dios, a mediados de mi carrera al saber que ya soy papa sentí orgullo animo, fortaleza, y actitud para terminar mi carrera al saber que un hijo viene tras de mí, al tener a alguien por recibir en casa.

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en el campo experimental de la UAAAN-UL y laboratorio de fitopatología del Campo experimental de la Laguna (Celala). El trabajo se realizó con los siguientes objetivos:

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

Los tratamientos se evaluaron en materia orgánica en seco y húmedo para lo cual se colocó una capa de materia orgánica correspondiente, (estiércol, residuos de maíz alfalfa) con el propósito de que cubriera todo el diámetro de una caja petri, con un espesor de 0.5 cm; Sobre la materia orgánica y centro de la misma, se colocó un trozo de PDA (papa-dextrosa-agar) de 0.7 cm de diámetro conteniendo el 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. En cada tratamiento se evaluó el diámetro del crecimiento del hongo en cuatro periodos 24,72,120 y 168 hrs. Se utilizó el diseño experimental completamente al azar con seis repeticiones. La separación de medias, fue realizada mediante la prueba de t u k e y .

Los resultados obtenidos fueron similares en las cuatro evaluaciones, aunque las diferencias se reducen. El testigo presentó el mayor desarrollo, seguido por el tratamiento de alfalfa en húmedo y al final el resto de tratamientos en seco.

Palabras clave: *Fusarium*, marchitez, alfalfa, supervivencia, y clamidosporas.

INDICE GENERAL

	PAG.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	iv
RESUMEN	v
ÍNDICE	vii
I.- INTRODUCCIÓN	1
1.1 objetivos	4
1.2 hipótesis	4
II.-REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Pérdidas causadas 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
2.5 Síntomas de la enfermedad	11
2.6 Ciclo de la enfermedad	11
2.7 Condiciones favorables	12
2.8 Organismo causal	12
2.9 Clasificación del teleomorfo de <i>fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i>	13
2.10 Importancia y distribución	14
2.11 Morfología	14
2.12 Medidas de control	15
2.12.1 Control químico	16
2.12.2 Control biológico	17
III.- MATERIALES Y METODOS	20
IV.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
V.- CONCLUSIÓN	28
VI.-LITERATURA CITADA	29
VII.-APÉNDICE	32

ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1.	Tratamiento para la evaluación del crecimiento de <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i> en materia orgánica. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.	28
Cuadro 2.	Evaluación del crecimiento de <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i> en materia orgánica, a las 24 hrs. UAAAN-UL. Torreón Coah. 2008.	29
Cuadro 3.	Evaluación del crecimiento de <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i> en materia orgánica, a las 72 hrs. UAAAN-UL. Torreón Coah. 2008.	30
Cuadro 4.	Evaluación del crecimiento de <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i> en materia orgánica, a las 120 hrs. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.	31
Cuadro 5.	Evaluación del crecimiento de <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i> en materia orgánica, a las 168 hrs. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.	32
Cuadro A.1	Análisis de varianza del crecimiento de <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i> en materia orgánica, las 24 hrs. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.	36
Cuadro A.2	Análisis de varianza del crecimiento de <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i> en materia orgánica, a las 72 hrs. UAAA-UL. Torreón, Coah. 2008	36
Cuadro A.3	Análisis de varianza del crecimiento de <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i> en materia orgánica, a las 120 hrs. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.	36
Cuadro A.4	Análisis de varianza del crecimiento de <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i> en materia orgánica, a las 168 hrs. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.	36

INTRODUCCIÓN

La alfalfa es considerada la principal especie forrajera del mundo; en México, su cultivo es prioritario para la producción de leche y carne. En la comarca lagunera mayor cuenca lechera del país, la alfalfa se ha convertido en uno de los cultivos mas importantes de la región.

En la región los principales fitopatógenos que afectan a la alfalfa son: *Phymatotrichopsis omnivora* (Duggar) Hennenbert, *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Peronospora trifoliorum* de Bary, *Uromyces striatus*, *Colletotrichum trifolli* y Virus del Mosaico de la alfalfa, causantes de la pudrición texana, pudrición de la corona y raíz, mildiu, roya, antracnosis y mosaico respectivamente. En menor proporción, ocasionalmente se han encontrado fitopatógenos causantes de manchas foliares como *Pseudopeziza* sp, y *Stemphylium* sp. En general el daño que ocasionan estos patógenos al cultivo de alfalfa consiste en reducción del rendimiento, calidad del forraje, densidad de población y ciclo de vida productiva del cultivo así como en el incremento del costo de producción por el aprovechamiento parcial de los insumos y la siembra frecuente de nuevos alfalfares.

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 de alfalfa en México 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 comparado con la siembra de hortalizas el cultivo de la alfalfa representó en los últimos diez años poco más del 50% de la producción total en Sinaloa. En el periodo analizado, la superficie sinaloense dedicada a la siembra de este cultivo representó el 33.5% del total nacional, San Luis Potosí 9.3%, Baja California el 8.8% y Michoacán 7.7% (FAO, 2002).

La producción de alfalfa en la Comarca Lagunera durante el 2001, representó 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 poco más de 34.3 millones de pesos valor de la producción. 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 pérdidas considerables.

Los suelos de la Comarca Lagunera se encuentran infestados con algunos fitopatógenos importantes de muchas áreas agrícolas del mundo como *Fusarium oxysporum* y sus formas especiales, *Macrophomina phaseolina*, *Phymatotrichopsis omnivora*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum f. sp. medicaginis*. 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, como saprofito. 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 antagónica, 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 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. Razón por la se inició este estudio con los siguientes objetivos:

1.1. Objetivos

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

1.2. Hipótesis

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

II REVISIÓN DE LITERATURA

Fusarium oxysporum f. sp. *medicaginis* es un fitopatógeno importante a nivel mundial, nacional y regional de la alfalfa, en donde causa marchitez vascular que resulta en muerte de la planta. Las formas especiales de *F. oxysporum* se desarrollan mejor en suelos donde la humedad es alta (Fry, 1992; Jones *et al.*, 1991). La mayoría de las especies del género *Fusarium*, sobreviven en el suelo como esclerocios y clamidosporas, generalmente asociados a residuo vegetal (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). Hongo fitopatógeno del suelo sumamente destructivo pues la enfermedad que ocasiona, conocida como pudrición carbonosa del tallo puede afectar a las plantas susceptibles en cualquier etapa de su desarrollo, la emergencia hasta cosecha, ocasionándoles muerte y en algunos casos como frijol y cucurbitáceas afectando el fruto.

P. omnivora comúnmente sobrevive como rizomorfo en raíces parcialmente descompuestas y como esclerocios en suelo. Además, se considera un buen saprófito facultativo en restos vegetales (Streets, 1973; Streets y Bloss, 1969). Hongo común en suelos alcalinos y no produce esclerocios en suelos ácidos (Fry, 1992).

R. solani persiste en 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 suelo principalmente como microesclerosis en residuos de plantas infestadas 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, 1992).

Trichoderma spp subsiste en 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 residuo vegetal 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; Herrera y Samaniego, 2002).

2.1 Pérdidas causados por organismos dañinos

Globalmente, las pérdidas de 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% de la producción agrícola. En los países económicamente menos desarrollados, pueden ascender hasta 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

El marchitamiento vascular es una enfermedad ampliamente distribuida, destructiva, espectacular y alarmante, ya que se manifiesta en un marchitamiento más o menos rápido, empardecimiento, muerte de hojas y tallos de las plantas, lo cual da como resultado la muerte. El marchitamiento se debe a la presencia y actividad del patógeno en el tejido radical 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. 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 y 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 radicular 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, 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 del suelo que producen marchitamiento se encuentran *Fusarium* y *Verticillium*, cada uno de ellos ocasiona enfermedades graves y de amplia distribución 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. sp. *lycopersici*, que ataca tomate, *F. oxysporum* f. sp. *niveum*, en cucurbitáceas, *F. oxysporum* f. sp. *conglutinans*, en la col, *F. oxysporum* f. sp. *cubense*, en plátano, *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, en el algodón, *F. oxysporum* f. sp. *dianthii*, en clavel, *F. oxysporum* f. sp. *chrysanthemi*, en crisantemo (Agrios, 1999).

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. El hongo tiene dos especies, *albo-atrum* y *dahliae* ambas presentes en E.U.A. y la última en México, 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 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 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 el agua, 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

Enfermedad distribuida en todo el mundo causando grandes pérdidas en el cultivo de tomate y otros cultivos perennes. 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.

2.5 Síntomas de la enfermedad

En la raíz los síntomas son manchas irregulares o elípticas de color café rojizo hundidas que pueden rodear a toda la raíz y matar a la planta.

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 . (Agrios, 1999).

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

2.6 Ciclo de la enfermedad

F. oxysporum f. sp. *madicaginis* es un patógeno de cualquier planta ornamental o perenne y de otras como solanáceas, sobrevive en restos vegetales o como clamidiosporas que perduran por varios años en el suelo. La transmisión a distancia se da principalmente por semilla, plantas infestadas y maquinaria. Localmente se propaga por el agua de riego o aire así como trasplante con material afectado, (Anaya y Romero 1999).

2.7 Condiciones favorables

Las temperaturas óptimas para el desarrollo del hongo varían a los 20 a los 25°C y el pH de 6.5 a 8.0 en campo las condiciones favorables son altas, humedad y temperaturas comprendidos entre 18 a 35°C (Agrios,1988; Romero, 1988). 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* aumentan la susceptibilidad al marchitamiento y favorece el desarrollo del hongo (Anaya y Romero, 1999).

2.8 Organismo causal

El organismo causal es el hongo imperfecto denominado *Fusarium oxysporum* f. sp. *medicaginis*. Éste presenta numerosas estructuras llamadas esporoquios 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 clamidosporas que pueden ser terminales o intercalares.

2.9 Clasificación del teleomorfo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *medicaginis*.

Dominio: Eukaria

Reino: Hongos

División: Ascomycota

Subdivisión: Pezizomicotina

Clase: Sordariomycetes

Subclase: Hypocreomycetidae

Orden: Hypocreales

Familia: Nectriacea

Genero: *Albonectria*

2.10 Importancia y distribución

Se encuentra distribuido en El Bajío, Sinaloa, Morelos, México y otras áreas de menor importancia; ataca a diferentes cultivos forrajeros (Herrera-Estrella y Carsolio, 1998).

2.11 Morfología

El micelio de *F. oxysporum* f. sp. *medicaginis* es hialino al principio, pero conforme se desarrolla 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 mayor frecuencia y mayor abundancia en todas las condiciones; con más frecuencia en el interior de los vasos de las plantas hospedantes que ha infectado. Los 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 espore son las clamidosporas, constituidas generalmente por una célula, 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 también en el suelo, aunque cabe decir que solo las clamidosporas sobreviven en este ultimo sustrato durante más tiempo (Agrios, 1999).

2.11.1 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.

El uso de variedades 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 buen rendimiento 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 resistentes cultivadas en invernadero. El uso de semilla y transplantes sanos es obligatorio. El tratamiento con agua caliente de la semilla sospechosa de estar infestada, debe efectuarse antes de que se siembre (Agrios, 1999).

2.11.2 Control químico

El principal método de control que se emplea habitualmente contra los microorganismos causantes de 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 del 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 del 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 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).

2.11.3 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 nutrimentos 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 *Gaeumannomyces graminis* o el tizón del castaño y 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 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 podrían resolverse con un mayor conocimiento de los agentes de control como de los mecanismos que éstos ejercen. Potenciar tales mecanismos mediante la obtención de cepas mejoradas que son 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 sp, bajo condiciones de laboratorio presenta distintos grados de inhibición en *F. oxysporum* f. sp. cucumerinum y *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* (Borda y Arbeláez, 1993; Elías et al., 1993). cuando *Trichoderma* sp, se aplica al suelo sobre *Fusarium* sp, se obtienen buenos resultados cuando crece sobre varios sustratos, entre ellos, salvado de 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 clamidospora 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 investigación

El trabajo de investigación se realizó en dos etapas: el primero 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 oriente, en Matamoros, Coahuila.

3.2 Localización geográfica de la Comarca Lagunera

La comarca Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México. Se encuentra ubicada entre los meridianos $101^{\circ} 40'$ y $104^{\circ} 45'$ de longitud Oeste, y paralelos $25^{\circ} 05'$ y $26^{\circ} 54'$ 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.

3.3 Recolección de materia orgánica

La materia orgánica (estiércol, maíz y alfalfa) fue colectada en el Campo experimental de la UAAAN-UL; cada muestra fue colocada en bolsas de plástico perforados para mantener la condición de la muestra, para facilitar el traslado al laboratorio donde se utilizaron las muestras.

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

3.4.1 Sitio de muestreo

El aislamiento de *Fusarium oxysporum* f.sp. *medicaginis* se realizó en el cultivo de alfalfa la primera semana Julio del 2008 en el campo experimental de la UAAAN-UL. La identificación de las plantas enfermas se realizó mediante la observación de síntomas y 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 CELALA.

3.4.2. Aislamiento en laboratorio

Para aislar al patógeno se tomaron trozos de raíz y tallo con medidas 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 cada 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 puntas 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; nuevamente las cajas se colocaron en Incubadora a 24°C.

3.5 Establecimiento del experimento

Para establecer los tratamientos, se colocó una capa de la materia orgánica correspondiente de modo que no quedara ni un espacio vacío, cubriera todo el diámetro de la caja y tuviera un espesor de 0.5 cm; sobre la materia orgánica. 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 evaluar se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos para la evaluación del crecimiento del *F. oxysporum* f. sp. *medicaginis* en materia orgánica. UAAAN-UL. Torreon, Coah. 2008.

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

3.7 Variable a evaluar

En cada tratamiento se evaluó el diámetro de crecimiento del hongo a las horas 24, 72, 120, y 168 hrs.

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 de SAS; los datos se presentan en el apéndice para la separación de medias se usó la prueba de tukey.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.5 Evaluación a las 24 horas

El análisis de varianza detectó diferencia altamente significativa entre tratamiento Cuadro 2 .

Cuadro 2. Evaluación del crecimiento de *F. oxysporum* f. sp. *medicaginis* en materia orgánica a las 24 hrs. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.

No.	Tratamientos	Medias (cm)	
T7	Testigo PDA+ <i>F. o. f. sp. medicaginis</i>	3.25a	
T5	Residuos de alfalfa + H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i>	2.21	b
T4	Estiércol de ganado de vacuno + H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i>	0.95	c
T6	Residuos de maíz + H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i>	0.93	c
T2	Residuos de alfalfa + <i>F. o. f. sp. medicaginis</i>	0.70	c
T3	Residuos de maíz + <i>F. o. f. sp. medicaginis</i>	0.70	c
T1	Estiércol de ganado vacuno + <i>F. o. f. sp. medicaginis</i>	0.70	c

Tukey, 0.01

Se observa que el testigo (t7) mostró un mejor desarrollo del hongo, por las condiciones favorables de humedad; por lo tanto fue diferente al resto de los tratamientos. El hongo se desarrollo bien en los tratamientos de materia orgánica en húmedo, que fueron superiores a los tratamientos en seco, excepto el tratamiento en húmedo con estiércol.estos resultados concuerdan con lo señalado por Gilman (1959) quien señala que *F. oxysporum* crece apropiadamente y produce conidios y clamidosporas en un ambiente humedo. Grahan et al (1979) mencionan que este fitopatogeno sobrevive en residuos de alfalfa como micelio y en el suelo como clamidosporas.

En los tratamientos en seco el hongo permaneció vivo pero no creció.

4.6 Evaluación a las 72 hrs.

El análisis de varianza detecto diferencia altamente significativa entre tratamientos Cuadro 3.

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

No.	Tratamientos	Medias (cm)
T7	Testigo PDA+ <i>F. o. f. sp. medicaginis</i>	3.41a
T5	Residuos de alfalfa + H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i>	2.13 b
T6	Residuos de maíz + H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i>	1.13 c
T4	Estiércol de ganado de vacuno + H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i>	0.71 c
T2	Residuos de alfalfa + <i>F. o. f. sp. medicaginis</i>	0.70 c
T3	Residuos de maíz + <i>F. o. f.sp. medicaginis</i>	0.70 c
T1	Estiércol de ganado vacuno + <i>F. o. f. sp. medicaginis</i>	0.70 c

tukey, 0.01

En este período se encontró la misma tendencia , ya que el testigo (t7) presento mayor crecimiento que el resto de los tratamientos, seguido por los tratamientos en húmedo, con la excepción del tratamiento a base de estiércol y agua que fue similar a los tratamientos en seco. También se observa que el hongo continua viva en los tratamientos en seco pero no crece.

4.7 Evaluación 120 hrs.

El análisis de varianza, detecto diferencia altamente significativa entre tratamientos Cuadro 4.

Cuadro 4. Evaluación del crecimiento de *F. oxysporum* f. sp. *medicaginis* en materia orgánica 120 hrs. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.

No.	Tratamientos	Medias (cm)
T5	Residuos de alfalfa + H ₂ O+ <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i>	4.31 a
T7	Testigo PDA+ <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i>	2.35 b
T4	Estiércol de ganado de vacuno + H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i>	2.18 b
T6	Residuos de maíz + H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i>	1.15 c
T2	Residuos de alfalfa + <i>F. o. f. sp. medicaginis</i>	0.30 c
T3	Residuos de maíz + <i>F. o. f. sp. medicaginis</i>	0.30 c
T1	Estiércol de ganado vacuno + <i>F. o. f. sp. medicaginis</i>	0.30 c

Tukey, 0.01

Los resultados fueron similares a los ya descritos anteriormente, solo que en esta evaluación el mayor crecimiento del patógeno se logro con el tratamiento de alfalfa en húmedo que desde luego supero al testigo, el cual obtuvo el segundo valor mas alto, similar al tratamiento de estiércol en húmedo.

Por otro lado, el tratamiento de maíz en húmedo fue similar a los tratamientos en seco.

Evaluación a las 168 hrs.

El análisis de varianza detecto diferencia altamente significativa entre tratamientos Cuadro 5.

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

No.	Tratamiento	Medias (cm)
T5	Residuos de alfalfa + H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i>	13.5 a
T7	Testigo PDA+ <i>F. o. f. sp. Medicaginis</i>	4.75 b
T6	Residuos de maíz + H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i>	1.23 c
T4	Estiércol de ganado de vacuno + H ₂ O+ <i>F.oxysporum</i> f. sp. <i>medicaginis</i>	0.80 c
T2	Residuos de alfalfa + <i>F. o. f. sp. medicaginis</i>	0.30 c
T3	Residuos de maíz + <i>F. o. f.sp. medicaginis</i>	0.30 c
T1	Estiércol de ganado vacuno + <i>F. o. f. sp. medicaginis</i>	0.30 c

Tukey, 0.01

Al igual que los 120 horas, el tratamiento en alfalfa en húmedo presento el mayor crecimiento diferenciándose del resto de los tratamientos. Nuevamente el segundo valor más alto fue el del testigo. Finalmente el resto de los tratamientos fueron similares en su crecimiento.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se desarrolló este trabajo , se concluye que:

- *F. oxysporum* f. sp. Sobrevive en materia orgánica pero solo crece en condiciones de alta humedad.
- *F. oxysporum* f. sp. 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
18:1-13
- 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.
- Chet, I. 1993. Biotechnology in Plant Disease Control. Wiley-Interscience, New York, 372 p.
- Chet, I. and J. Inbar. 1994. Biological control of fungal pathogens. Appl. Biochem. Biotechnol. 48:3743.
- Cook, R. J. and K. F. Baker. 1993. The nature and practice of biological control of plant pathogens. 58:142- 152
- Fry, W. E. 1992. Principles of plant disease Management. Academic Press. New York, U.S.A. 378 pp.
- Gilman, j. c.1959. amamai of soil fungi,the iowa university press. Ames, U. S. A. 450 pp.
- Graham, J. H.,D.L. stuteville, F.I. frosheiser and D. C. Erwin.1979. A compendium of alfalfa diseases. The American phytopathological society. St paul Minnesota. U. S. A. 65 pp.
- 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 pecanero. pp 117-206. SAGADERPA. INIFAP. CIRNOC. CELALA. Matamoros, Coahuila, México. 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.

- 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 22/07/09].
- 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>
- Sinclair, J. B., and M. C. Shurtleff, (editors) 1975. Compendium of soybean diseases. The American 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.
- 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.
- Webster, J. 1980. Introducción to fungi, 2nd. Edition. Cambridge University Press London, England. 669 pp.

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.

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.

VII APÉNDICE

Cuadro A.1. Análisis de varianza del crecimiento de *F. oxysporum* f. sp. *medicaginis* en materia orgánica a las 24 hrs. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.

FV	GL	SC	CM	FO	FC	
					0.05	0.01
TRAT.	6	35.773323	5.962221	88.7357	2.37	3.36
ERROR	35	2.351677	0.067191			
TOTAL	41	38.125000				

Altamente significativo, 0.01

Cuadro A.2. Análisis de varianza del crecimiento de *F. oxysporum* f. sp. *medicaginis* en materia orgánica a las 72 hrs. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.

FV	GL	SC	CM	FO	FC	
					0.05	0.01
TRAT.	6	39.729057	6.621510	98.4093	2.37	3.36
ERROR	35	2.354988	0.067285			
TOTAL	41	42.084045				

Altamente significativo, 0.01

Cuadro A.3. Análisis de varianza del crecimiento de *F. oxysporum* f. sp. *medicaginis* en materia orgánica a las 120 hrs. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.

FV	GL	SC	CM	FO	FC	
					0.05	0.01
TRAT.	6	80.484741	13.414124	73.6846	2.37	3.36
ERROR	35	6.371674	0.182048			
TOTAL	41	86.856415				

Altamente significativo, 0.01

Cuadro A.4. Análisis de varianza del crecimiento de *F. oxysporum* f. sp. *medicaginis* en materia orgánica a las 168 hrs. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.

FV	GL	SC	CM	FO	FC	
					0.05	0.01
TRAT.	6	95.761436	15.960239	57.4303	2.37	3.37
ERROR	35	9.723328	0.277809			
TOTAL	41	105.464764				

Altamente significativo, 0.01