

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**SUPERVIVENCIA DE *Phymatotrichopsis omnivora* (Duggar) Hennebert EN
MATERIA ORGÁNICA EN LA COMARCA LAGUNERA DE COAHUILA.**

POR

ESTEBAN DE LA CRUZ PANTALEÓN

T E S I S

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

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

FEBRERO 2009

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

Supervivencia de *Phymatotrichopsis omnivora* (Duggar) Hennebert en
materia orgánica en la Comarca Lagunera de Coahuila.

POR

ESTEBAN DE LA CRUZ PANTALEÓN

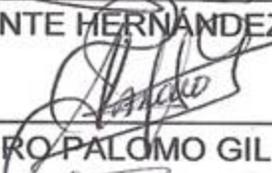
APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

ASESOR PRINCIPAL:



Ph. D. VICENTE HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

ASESOR:



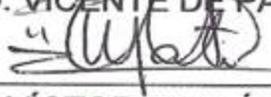
Ph. D. ARTURO PALOMO GIL

ASESOR:



Ph. D. VICENTE DE PAÚL ÁLVARES REYNA

ASESOR:

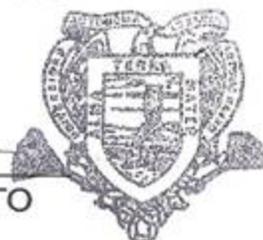


M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS:



M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREON, COAH.

FEBRERO 2009

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

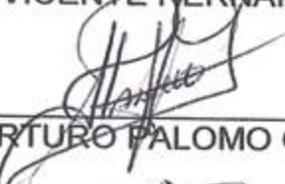
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA POR:

PRESIDENTE:


Ph. D. VICENTE HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

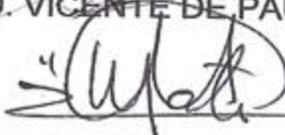
VOCAL:


Ph. D. ARTURO PALOMO GIL

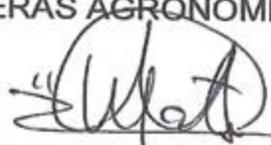
VOCAL:

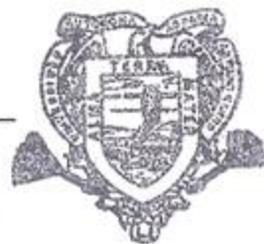

Ph. D. VICENTE DE PAÚL ÁLVARES REYNA

VOCAL SUPLENTE:


M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS:


M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAH.

FEBRERO 2009

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme y hacer llegar al término de mi carrera y realizar el presente trabajo.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (Nuestra “**Alma Terra Mater**”), por darme la oportunidad de encontrar los conocimientos necesarios para mi formación profesional y poder llegar a cumplir uno de los más grandes anhelos en mi vida.

A mi asesor principal **Ph. Dr. Vicente Hernández Hernández** por darme la oportunidad de realizar este trabajo de investigación bajo su asesoría, por su amistad brindada; además de las revisiones y sus valiosas sugerencias para la integración del documento y sobre todo por su paciencia otorgada durante la realización de este proyecto.

Al Ph. Dr. Vicente de Paúl Álvarez Reyna, por su apoyo incondicional en la orientación técnica, revisión y sugerencias que hicieron posible la culminación de ésta investigación.

Al Ph. Dr. Arturo Palomo Gil, por su valiosa ayuda en la culminación de éste trabajo y por su participación durante la revisión del presente trabajo.

Al M.C. Víctor Martínez Cueto. Por su disponibilidad para integrarse al equipo de trabajo y la revisión del documento

Al **Sr. Guadalupe Enrique Gastelan**, por su Amistad desinteresada, su gran ayuda durante la realización de este trabajo.

A **Yasmín Chew Madinaveitia**, por su amistad, su gran ayuda durante la realización de este trabajo.

A todos los Profesores e Investigadores del **DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA** por sus grandes conocimientos y sus consejos durante mi formación profesional.

A las autoridades del Campo Experimental La Laguna del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), por el apoyo durante la realización de este proyecto,

A Todos Mis Compañeros (Cristian, Guillermo, Javier, Bulfrano, Ananías, Nicolás, Estefany, Rosario, Domitila, Manolo, Alfredo, José Luis, Agustín, Juan Gonzalo, Miguel y René) y Amigos de la Especialidad de PARASITOLOGIA de la Generación xxxvll, por su gran amistad y compañerismo durante los años de estancia en la Universidad.

A todas Aquellas Personas que de alguna manera hayan participado en la realización de éste trabajo y no mencioné, Mis Sinceras Disculpas y Agradecimientos...

¡¡Dios los Bendiga a Todos!!

DEDICATORIAS

Primeramente le doy gracias a Dios por la energía y fuerzas que me ha dado para poder llegar al final de mis estudios y completar este trabajo.

A Mis Padres:

Con mucho cariño principalmente a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento.

Sr. Elías de la Cruz Castillo (+)

Sra. Ignacia Pantaleón Bautista

Por su gran amor y por ser ustedes los portavoces de mi vida; por sus consejos y su gran apoyo durante mi formación profesional, que con el esfuerzo del trabajo honrado y el sudor de sus frentes, supieron educarme y darme lo mejor de la vida, ustedes quienes me enseñaron que en la vida no hay marcha atrás, que por sus desvelos y su cariño me ayudaron a salir en adelante, como el ejemplo de un Padre en el duro trabajo y consejos día a día muchas Gracias Papá, y el Amor y ternura de una madre, sus sabios consejos y su gran cariño mil Gracias Mamá (chichi).

Gracias por todo papá y mamá por darme una carrera para mi futuro, por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, por todo esto agradezco de todo corazón el que estén conmigo a mi lado, aunque estén con Dios siempre estás en mi mente papa (poli).

Los quiero con todo mi corazón y este trabajo que me llevó un buen tiempo en hacerlo es para ustedes, por ser el último de sus hijos aquí está lo que ustedes me brindaron, solamente les estoy devolviendo lo que ustedes me dieron en un principio. Los Amo y los Quiero Mucho. Dios te Bendiga Papá donde quiera que estés, nuestro sueño hoy se cumple.

A Mis Hermanos:

Paulino de la Cruz Pantaleón

Celso de la Cruz Ignacio

Joaquín de la Cruz Pantaleón

Marcelino de la Cruz Ignacio

Josefa de la Cruz Pantaleón

Lidia de la Cruz Pantaleón

Leonarda de la Cruz Pantaleón

Por sus gran cariño, comprensión y por sus apoyo en los ratos buenos y malos de mi vida, pero por sobre todas las cosas por estar conmigo en armonía y ser siempre los mejores para mí en esta vida que Dios nos dio, los quiero mucho y sean siempre como hasta ahora, es difícil saber con precisión, cuánto más puedo agradecerles hermanos, Dios los Bendiga.

A mis sobrinos: Oscar, Iván Ricardo, Jr. Joaquín, Leidy, Víctor Manuel...

ÍNDICE DE CUADROS

No. De cuadros	Pág.
Cuadro 1. Tratamientos a base de materia orgánica para el desarrollo de <i>P. omnivora</i> . UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008	25
Cuadro 2. Evaluación del desarrollo de <i>P.omnivora</i> en materia orgánica a las 24 horas. UAAAN-UL. Torreón, Coah.2008	27
Cuadro 3. Evaluación del desarrollo de <i>P.omnivora</i> en materia orgánica a las 48 horas. UAAAN-UL. Torreón, Coah.2008	28
Cuadro 4. Evaluación del desarrollo de <i>P.omnivora</i> en materia orgánica a las 72 horas. UAAAN-UL. Torreón, Coah.2008.	28
Cuadro 5. Evaluación del desarrollo de <i>P.omnivora</i> en materia orgánica a las 108 horas. UAAAN-UL. Torreón, Coah.2008	29

RESUMEN.

Phymatotrichopsis omnivora, causante de pudrición texana en La Comarca Lagunera, afecta a los principales cultivos como alfalfa, algodón, nogal y tomate, siendo un factor limitante de la producción agrícola en la región. Entre prácticas, para su manejo se recomienda la adicción de materia orgánica al suelo con el fin de promover el desarrollo de la microflora antagónica al hongo, modificar temporalmente el pH del suelo. Recomendación resulta que controvertida si se considera la capacidad de *P. omnivora* para crecer como saprófito pues estaría favoreciendo el desarrollo del fitopatógeno.

Este experimento se estableció en el laboratorio con los siguientes objetivos: determinar la supervivencia de *P. omnivora* en materia orgánica; identificar la forma hibernante de *P. omnivora* en materia orgánica. Como materia orgánica se usó estiércol de bovino y residuos de cosecha de alfalfa y maíz tanto en seco como en húmedo. La materia orgánica se colocó en cajas de petri y a los tratamientos en húmedo se les agregó agua destilada esterilizada; sobre la materia orgánica; al centro se colocó un trozo de Papa – Dextrosa – Agar (PDA) conteniendo al hongo, como testigo se usó una caja de petri con PDA donde se colocó el hongo.

El hongo se mantuvo vivo por 240 horas, pero sólo creció en el testigo y en el tratamiento de alfalfa en húmedo en forma de micelio. Concluyendo que *P. omnivora* puede sobrevivir como micelio en materia orgánica pero solo crece en condiciones favorables, especialmente en presencia de humedad.

Palabras clave: Nogal pecanero, pudrición texana, *P. omnivora*.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Agradecimientos.....	ix
Dedicatorias.....	ix
Índice de cuadros.....	ix
Resumen.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	4
1.2. Hipótesis.....	4
1.3. Metas.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. Importancia de <i>Phymatotrichopsis omnivora</i>	5
2.2. Distribución.....	7
2.3. Biología.....	7
2.4. Ciclo de vida.....	9
2.4.1. Condiciones favorable al fitopatógeno.....	10
2.4.2. Enfermedad que causa.....	11
2.4.3. Síntomas.....	11
2.4.4. Hospederos.....	12
2.5. Características del patógeno.....	13
2.6. Taxonomía y nomenclatura.....	14
2.7. Clasificación taxonómica.....	15
2.8. Distribución geográfica.....	15
2.9. Medios de trasmisión y dispersión.....	16
2.10. Manejo de la enfermedad.....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1. Localización del área de estudio.....	23
3.2. Recolección de materia orgánica.....	23
3.3. Muestreo de plantas.....	23
3.4. Aislamiento de <i>P. omnivora</i>	24
3.5. Purificación de <i>P. omnivora</i>	24
3.6. Multiplicación de <i>P. omnivora</i>	24
3.7. Tratamientos.....	25
3.8. Variables a evaluar.....	26
3.9. Análisis estadísticos.....	26
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIÓN.....	30
VI. CONCLUSIÓN.....	32
VII. RECOMENDACIONES.....	32
VIII. LITERATURA CITADA.....	33
IX. APÉNDICE.....	39

1. INTRODUCCIÓN.

Los suelos de la Comarca Lagunera se encuentran infestados con fitopatógenos importantes en el mundo como *Fusarium oxysporum* y sus formas especiales, *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich, *Phymatotrichopsis omnivora* (Duggar) Hennebert, *Rhizoctonia solani* Kühn, *Verticillium dahliae* Kleb y posiblemente *Phythium* spp. La importancia de estos fitopatógenos radica en lo siguiente: rango amplio de hospederos, lo cual implica que afectan 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 para subsistir como saprófitos. Esta última condición resulta controversial con la recomendación que se hace para el manejo de estos fitopatógenos, que consisten 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 (Hernández, 2002; Chew y Jiménez, 2002; Herrera y Samaniego, 2002).

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

P. omnivora, se ha reportado en México desde 1992, detectándose en los Estados del Norte y Noroeste como Tamaulipas, Nuevo León, Chihuahua,

Coahuila, Sonora, Sinaloa, Durango, Baja California y Baja California Sur. En forma más aislada se ha reportado en los Estados del centro y sur del país como Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí, Guanajuato, Guerrero, Michoacán, Hidalgo, Veracruz y Tabasco (Castro y Rodríguez, 1970; Guerrero, 1984; Samaniego y Herrera, 2003).

Entre los patógenos radicales que afectan la productividad del suelo se encuentra *P. omnivora*, agente causal de la pudrición de raíz o pudrición texana, enfermedad de importancia económica, tanto por sus efectos en la producción como su amplia distribución en regiones agrícolas, *P. omnivora* prolifera rápidamente en los suelos calcáreos del norte de México y del suroeste de Estados Unidos, donde infecta las raíces de más de 2,300 especies de plantas dicotiledóneas (Alderman y Hine, 1982; Herrera, 1981).

Es interesante mencionar que *P. omnivora* se ha detectado últimamente con más frecuencia en las regiones tropicales del sur y sureste de México, las cuales son muy diferentes a las condiciones áridas en las que normalmente se había detectado la enfermedad. También se han detectado daños significativos por la enfermedad en las regiones de Casas Grandes, Chihuahua y el Estado de Sinaloa en suelos con pH de 6.2 - 6.6, diferentes a los comúnmente presentes en los suelos del norte y noroeste de México (Cebberos y Ramírez, 1980; Guerrero, 1984).

P. omnivora es más conocido como un patógeno de algodón; la infección conduce a la destrucción del tejido cortical de la raíz y la rápida

muerte de la planta. Se estima que la pudrición de raíz por *P. omnivora* causa de 1- 3.5 % de pérdida anual en la producción de algodón en Texas, el mayor estado productor de algodón y 2,6 % de pérdida anual en Arizona (NCC, 2007).

En Texas, la enfermedad es económicamente importante en el algodonerero, alfalfa, plantas ornamentales, frutales, y árboles de sombra. El hongo es frecuente en la marga de arcilla calcárea en suelos con un rango de pH de 7.0 a 8.5 y en zonas con alta temperatura en verano. Por lo tanto, la enfermedad se limita al suroeste de los Estados Unidos (Walla y Janne, 1982). En la Comarca Lagunera es un fitopatógeno importante de cultivos como algodonerero, alfalfa, nogal, etc. (Samaniego y Herrera, 2003).

En algunas especies frutícolas importantes de México se han reportado ataques considerables por esta enfermedad. En la región manzanera de Canatlán, Durango, se encuentran infestadas 504 hectáreas de cultivo. Recientemente *P. omnivora* se ha reportado afectando al cultivo del mango en el estado de Sinaloa y la zona central de Veracruz, estimándose su presencia en un 3.3 % de los huertos muestreados (Trejo y De Los Santos, 1984).

En la Comarca Lagunera, anualmente se incorpora materia orgánica al suelo, ya sea como estiércol o en forma de residuos de cosecha (de hortalizas, forraje, algodonerero, etc.), cuyo efecto sobre los hongos del suelo se desconoce. Por tal motivo, se realizó el presente trabajo.

Objetivos.

- Determinar la supervivencia de *P. omnivora* en materia orgánica.
- Identificar la forma hibernante de *P. omnivora* en materia orgánica.

Hipótesis.

- *P. omnivora* sobrevive en residuos de materia orgánica.
- *P. omnivora* sobrevive en residuos de materia orgánica como micelio o esclerocio.

Metas.

- Para diciembre de 2008 conocer si *P. omnivora* sobrevive en materia orgánica.
- Para diciembre de 2008 conocer la forma hibernante de *P. omnivora*.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Importancia de *Phymatotrichopsis omnivora*.

El hongo ataca a muchos cultivos, que se han dividido en muy susceptibles, susceptibles y resistentes (Streets y Bloss, 1973). Aunque muchas dicotiledóneas han sido reportadas como susceptible hasta cierto punto, algunas son muy tolerantes como son: mezquite, palo verde, cereza silvestre, jojoba, y cactus son tolerantes y permanecen en buen estado mientras que otras plantas han muerto a causa de la enfermedad. Todas las monocotiledóneas, tales como la palma, yuca y gramíneas pueden ser afectadas pero no presentan síntomas, en cualquier lugar donde que se ha diagnosticado la pudrición texana de algodnero. Cítricos, eucaliptos, tamarindos y pinos han sido considerados tolerantes, pero *P. omnivora* ha sido confirmado en todos estos árboles (Olsen y Silvertooth, 2001).

La enfermedad conocida comúnmente como pudrición texana es de importancia económica, tanto por sus efectos en la producción como por su amplia distribución en las regiones agrícolas de Sonora, Chihuahua, Coahuila y Durango (Samaniego y Herrera, 2003). En la Comarca Lagunera (Coahuila y Durango, México) la pudrición texana es la enfermedad más importante en el cultivo de nogal, donde se han reportado más de 40,000 nogales afectados (Samaniego *et al.*, 1998). Cultivo muy susceptible en la región es el algodnero es fácilmente devastado por la enfermedad; en un caso similar se encuentra el

manzano (Kenerley y Stack 1987). Además en la Comarca Lagunera, el fitopatógeno y la enfermedad que ocasiona es un factor limitante la producción.

El nogal en el norte del país, está sujeto al ataque de pocos organismos patógenos, sin embargo, *P. omnivora* puede provoca pérdidas cuantiosas a las huertas afectadas; en muestreo realizado en 1995 en nogales cuyas edades fluctuaban entre 10 y 48 años se encontró una incidencia de la enfermedad de 10.5%, estimandose que las pérdidas ocasionadas por pudrición texana en nogal fueron 12 millones de pesos anuales (Herrera y Samaniego, 2002).

El hongo es más destructivo sobre el algodnero; mata a las plantas antes de completar su ciclo de vida, reduce rendimiento y calidad de la fibra en las plantas que sobreviven hasta cosecha. Las pérdidas de rendimiento en el algodnero, se estima que cada año el 2 % de la producción de algodón en Texas (EE.U.U.) se pierde debido a la pudrición de raíz causado por *P. omnivora*. Murean *et al.*, en 1984 En la mayoría de los suelos infestados por el hongo el cultivo de algodnero ha sido abandonado (Watkins, 1981).

Los daños que ocasiona *P. omnivora* al cultivo de la alfalfa consisten en reducción de rendimiento, calidad del forraje, densidad de población y ciclo de vida productiva del cultivo, así como incremento en los costos de producción por el aprovechamiento parcial de los insumos y la siembra frecuente de nuevos alfalfares. En algunas áreas productoras de alfalfa, estos patógenos, en conjunto causan pérdidas anuales del 10 %, dependiendo de la época de ataque, incidencia y severidad de la enfermedad (NCC, 2007).

2.2. Distribución.

P. omnivora es nativo de la región que abarca el suroeste de los EEUA y norte de México. Muchas de las plantas nativas de esta región son resistentes o tolerantes al patógeno. La distribución del patógeno se limita a zonas donde el suelo es de alto pH (óptimo 7.2 - 8.0), bajo en materia orgánica y por lo general suelos calcareos (> 1% CaCO₃) donde la temperatura media anual está por encima de 16 °C., el hongo es activo a alta temperatura y humedad en el suelo; en muchas áreas, su distribución está asociada a las cuencas fluviales y lavados (Lyda, 1984).

P. omnivora se localiza desde el suroeste de Texas y hacia el norte, hasta el centro de Coahuila. Es una especie típica de la Meseta Edwards, que comprende desde el Rio Pecos hasta la unión con el Rio Bravo, particularmente del condado ValVerde, crece en laderas o lechos de arroyos rocosos y calcáreos, con pH de 8.3 o mayor. Esta es una de las regiones donde *P. omnivora* se encuentra ampliamente distribuido y en este tipo de suelos donde exhibe su mayor patogenicidad (Lyda, 1978).

2.3. Biología.

El inoculo primario es el esclerocio o rizomorfos (filamentos de micelio) que sobreviven sobre la raíz de plantas hospederas. Los filamentos del hongo son micelio fino el cual atraviesa el suelo e infecta a otras raíces. Algunos experimentos han demostrado que las hifas no sobreviven por un año en raíz

de restos de plantas muertas de algodón en el suelo. Las hifas penetran 25 cm de profundidad en la rizosfera de las plantas de algodón; en el campo no sobreviven por más de tres meses. Por lo tanto las hifas requieren vivir en raíz de algodón para hibernar. Se ha demostrado que los esclerocios sobreviven por más de cinco años. Los filamentos y los esclerocios han sido encontrados de 2 a 2.6 m de profundidad respectivamente (aunque ocurren más a 0.5 – 0.9 m), lo que demuestra que puede tolerar altos niveles de CO₂. El hongo no se elimina en suelos inundados por 120 días. Después de una lluvia fuerte de verano, el hongo puede emerger a la superficie del suelo y formar una masa de micelio, de 10 a 20 cm de diámetro y 0.6 de grueso, en el cual se forman los conidios. Los conidios germinan con dificultad y probablemente no participan en la diseminación del patógeno. Nada se conoce acerca del posible papel del teleomorfo (Streets y Bloss, 1973).

P. omnivora crece y se reproduce rápidamente a temperatura de 28 a 30 °C, aunque hay crecimiento y producción de cordones miceliales y esclerocios en el rango de 15 a 35 °C, su crecimiento se detiene a temperatura menor de 12 y mayor de 37 °C (Wheeler y Hine, 1972).

El hongo se propaga de manera muy limitada, de una planta a otra mediante el desarrollo de las hifas miceliales pero sobre todo a través de dicha hifas o esclerocios transportados por el equipo agrícola, trasplantes, etc. Una vez que se ha introducido en una área, el hongo puede sobrevivir por tiempo indefinido en maleza y plantas cultivadas, siempre que las condiciones de temperatura y suelo sean favorables. El patógeno no sobrevive a temperatura

menor al punto de congelación durante un periodo considerable de tiempo; de ahí que su distribución geográfica limita al parecer sea el resultado de sus grandes requerimientos de temperatura y alcalinidad (Agrios, 1996).

2.4. Ciclo de vida.

El hongo sobrevive casi indefinidamente en el suelo como estructuras de resistencias llamadas esclerocios de 1- 5 mm de diámetro. En verano, el micelio se desarrolla de los esclerocios que germinan o de fragmentos del hongo que hibernaron en raíces o plantas perennes infectadas. Los nutrimentos de las plantas infestadas mantienen el crecimiento del hongo y a través del suelo infecta nuevas plantas. La función de los conidios producidos en masa es desconocida en el ciclo de la enfermedad. El hongo es nativo del suelo. Sin embargo, la enfermedad puede desarrollarse siguiendo el trasplante de plantas infectadas (Damicone, *et al.*, 1990).

El esclerocio acumula glucógeno el cual es utilizado como fuente de energía durante el proceso de germinación, crecimiento y supervivencia del hongo en condiciones adversas. En la germinación del esclerocio y emergencia de los cordones miceliales, *P. omnivora* produce glucógeno sintasa, glucógeno fosforilasa y AMPc fosfodiesterasa, enzimas involucradas en la regulación de los niveles de glucógeno, lo que significa que el hongo utiliza el glucógeno como su fuente de energía (Lyda, 1978).

El hongo puede sobrevivir en vegetación nativa como mezquite al cual no le causa ninguna enfermedad. El hongo solamente se activa en los meses de verano cuando la temperatura del suelo y aire son altos. La mayor incidencia de la enfermedad se presenta cuando la temperatura del suelo a 0.30 m de profundidad es mayor a 26.7 °C y temperatura del aire es arriba de 40 °C. Cuando las condiciones ambientales son favorables para la actividad fúngica, el patógeno invade las plantas a través de sus sistemas radicales (Goldberg, 2006).

El hongo infecta las raíces del hospedero utilizando su fuerza mecánica y acción bioquímica. El micelio llega hasta el floema y cambium destruyéndolos y después pasa al xilema taponando los haces vasculares (Streets, 1973).

2.4.1. Condiciones favorables al fitopatógeno.

P. omnivora se desarrolla bien en suelos alcalinos calcáreos con pH de 7.4 a 8.3, con alto contenido de carbonato de calcio y ricos en ácidos fosfórico; humedad del suelo de 35% de la capacidad máxima de campo y una temperatura de 27 °C. Los nublados y lluvias frecuentes favorecen la formación de conidios del hongo que afloran a la superficie del suelo formando una capa blanca (Lyda, 1978).

2.4.2. Enfermedad que causa.

La enfermedad que ocasiona es una pudrición de la raíz, también conocida como pudrición de la raíz del algodónero y sobre todo, pudrición texana; esto último debido a que se descubrió en el algodónero en Texas, E.U.A (Streets, 1973).

2.4.3. Síntomas.

Lo más común es que los síntomas se presentan a partir de junio a septiembre cuando la temperatura del suelo llega a 28 °C (Walla y Janee, 1982). En árboles, los primeros síntomas ocurren en las raíces, las cuales al ser invadidas por el hongo, muestran lesiones elípticas u ovaladas de color café en la corteza y madera, que contrasta con el color blanco del tejido sano. En raíces con mayor tiempo de invasión y muertas por el hongo, la corteza se desprende fácilmente y sobre ésta se observan los cordones miceliales característicos de *P. omnivora*. Los cordones tienen aspecto de hebras de estambre, delgados y color blanco crema en las raíces recientemente invadidas; pero son gruesos y de color café claro a oscuro conforme transcurre su permanencia sobre las raíces (Samaniego y Madinaveitia, 2007).

En árboles, la primera evidencia de la enfermedad es el amarillamiento de las hojas. Las hojas rápidamente se tornan a color bronce y empiezan a marchitarse, puede ocurrir muy rápidamente como en dos semanas a partir de la primera expresión de la enfermedad. El árbol muere con las hojas adheridas

a él. En algunos casos el árbol se marchita tan rápidamente que las hojas apenas cambian de color, aunque llegan a ser secas y brillantes (Goldberg, 2006).

En algodónero, las raíces podridas a menudo se cubren parcialmente con filamentos paralelos, gruesos y de color café del micelio del hongo, o rizomorfos, características útiles para diagnosticar la enfermedad. En las plantas infectadas forman manchas en el campo de cultivo y al principio sus hojas muestran amarillamiento y bronceado. Las hojas muestran un ligero marchitamiento y se empardecen y secan, pero se mantienen unidas a la planta. Debajo de la superficie del suelo, la corteza y cambium se empardecen y propicia el desarrollo de una pudrición café, firme en la raíz y la parte inferior del tallo (Agris, 1996).

En alfalfa se manifiesta por la aparición de manchones de plantas con amarillamiento gradual, marchitez, y muerte, a la exploración muestran pudrición de raíz, los manchones forman un patrón circular de daño (Herrera y Samaniego, 2002).

2.4.4. Hospederos.

P. omnivora puede desarrollarse en más de 2,300 especies de dicotiledóneas incluyendo especies de cultivos de importancia económica como algodónero, nogal, alfalfa, hortalizas, frutales, árboles forestales y arbustos,

herbáceas, ornamentales y maleza (Streets, 1973; Strests y Bloss, 1973). Las monocotiledóneas se consideran inmunes, pero el hongo ha sido reportado en estos hospederos.

2.5. Características del fitopatógeno.

El hongo raramente esporula in vitro, y no existe evidencia concluyente de que exista una fase teleomorfica. *P. omnivora* forma dos tipos de hifas. Las hifas de células grandes (20 μm de diámetro), con septas separadas 60- 12 μm , compuestas de células multinucleadas hasta 40 núcleos por célula, con ramificación en ángulos recto similar a *R. solani* que al aglomerarse sobre la raíz del hospedero forman los rizomorfos. Las hifas pequeñas dan lugar a hifas aciculares que forman ramas laterales características por su forma de cruz. Las ramas aciculares y cruciformes distinguen a *P. omnivora* de otros hongos (Lyda, 1978).

En la raíz también, el hongo forma estructuras globosa u ovoide de 0.3 a 5 mm de diámetro conocido como esclerocios, de forma irregular, de color pardo a negro dispuesto individualmente o en cadenas, los cuales germinan y producen micelio, miden de 1-5 mm de diámetro (Streets, 1973; Strests y Bloss, 1973). Los esclerocios se originan a partir de cordones miceliales que el hongo produce en el suelo o sobre las raíces de los cultivos o plantas susceptibles. El esclerocio es una agregación compacta de células de pared delgada, rodeadas

por una cubierta de células de pared gruesa. Una vez formada el esclerocio, puede germinar y formar el cordón micelio cuya función es colonizar nuevas raíces, si estos ocurre, todo el esclerocio y este podrá volver a germinar cuando existan condiciones favorables, como lo puede ser en presencia de raíces de cultivos susceptibles (Herrera y Samaniego, 2002).

2.6. Taxonomía y nomenclatura.

Trechispora brinkmannii ha sido reportado como el teleomorfo de *P. omnivora* (Baniecki & Bloss, 1969) pero esto ha sido considerado dudoso por Hennebert, (1973). Según Farr, *et al.* (1989), quien prefiere el nombre de *Sistotrema brinkmannii* (Bresad.) J. Eriksson, la especie se encuentra en madera y restos de plantas. El taxon *T. brinkmannii* tiene un espectro biológico y distribución geográfica más amplios que *P. omnivora*.

Un estado sexual nunca ha sido confirmado para *P. omnivora*, esta fase ha sido una fuente de debate desde su identificación original. La mayoría de los autores consideran que se trata de un basidiomiceto. En 2005, sin embargo, las secuencias de ADN (ADN ribosomal nuclear, la RNA polimerasa II subunidad 2, y genes beta tubulina) se utilizaron para construir árboles filogénicos, y árboles para cada una de las regiones examinadas se indica que *P. omnivora* pertenece a los ascomicetes, en el orden Pezizales (Marek, 2005).

2.7. Clasificación taxonómica.

Teleomorfo

Dominio: Eukaria

Reino: Hongos

División: Ascomycota

Clase: Basidiomicetos

Orden: Pezizales

Género: Sistotrema

Especies: *S. brinkimannii*

Anamorfo

Dominio: Eukaria

Reino: Hongos

División: Deuteromycota

Clase: Hyphomycetes

Orden: Pezizales

Género: *Phymatotrichopsis*

Especies: *P. omnivora*

2.8. Distribución geográfica.

África: Somalia (Registro dudoso).

América del Norte

En el norte de México y EE.UU. (Estados del sur-oeste, entre ellos Arizona, Arkansas, California, Luisiana, Nevada, Nuevo México, Oklahoma, Texas, Utah). Sin informe en Hawaii.

América central y el Caribe: No confirmado en República Dominicana.

América del sur: Brasil, Venezuela.

2.9. Medios de transmisión y dispersión.

En condiciones naturales, como patógeno del suelo, *P. omnivora* tiene bajo potencial de dispersión. Persiste en algunos lugares donde las condiciones del suelo son favorables, y no se extiende con facilidad. Es más probable que sea transportado por el hombre, con el suelo o sobre las raíces de plantas hospederas infectadas. En América del norte se han aplicado medidas de cuarentena interna para prevenir que se extienda dentro de áreas no infestadas, pero es probable que el hongo en algunos casos haya llegado a sus límites naturales. El riesgo de introducción intercontinental es principalmente con otros hospederos aparte del algodón, ya que, en este cultivo, el hongo no se disemina por semillas y las plantas de algodón no suelen ser trasladadas para ser comercialización y/o plantación (OEPP/EPPO, 1990).

Respecto a la transmisión de la enfermedad, se tienen evidencias de que el manejo y condición de suelo influyen en la expresión y diseminación de la enfermedad en el nogal y otros cultivos (Galvan, 1986) presentándose el riego como el principal factor involucrado, de tal manera que, en el cultivo de nogal establecido en áreas con más de seis riegos no se incrementó la incidencia de la enfermedad en más de 13 % (excepto en un caso) en contraste, con un incremento entre 31 – 38 % en áreas con menos de seis riegos (Samaniego *et al.*, 1998).

La forma de diseminación más común de la pudrición texana es por el crecimiento de cordones miceliales, formados por el patógeno sobre las raíces

de las plantas enfermas, o plantas nativas que sirven como reservorio o portadoras. El traslado y plantación de árboles que contiene el hongo, sobre o dentro de sus raíces, también es una forma frecuente de diseminación de la enfermedad por otra parte, no se tiene evidencia experimental de que la diseminación de la enfermedad sea por el acarreo de los conidios del hongo, en el agua de riego o por implementos de cultivo. El movimiento superficial del suelo no ha resultado ser el medio de acarreo de la enfermedad de las áreas infestadas o las no infestadas (Rea, 1934).

2.10. Manejo de la enfermedad.

El hongo *p. omnivora* sobrevive en el suelo por muchos años. Sin embargo, los suelos difieren en la distribución de la infestación por este patógeno. Los árboles frutales establecidos en terrenos altamente infestados mueren en los primeros años después de ser plantados. En áreas donde la infestación es general se pierde el 100 % de la inversión. Por lo cual, es aconsejable conocer el grado de infestación que existe en el terreno donde se planea establecer la huerta. Para ello es útil el uso del algodón y la alfalfa como cultivos como indicadores de las áreas de los suelos infestados por el hongo. Una vez localizada una zona libre de pudrición texana se deben plantar árboles sin lesiones o parte muerta de la raíz (Streets, y Bloss. 1973).

Mejorar las condiciones de manejo de suelo en los cultivos susceptibles a *P. omnivora* podría prevenir su ataque o al menos tolerarlo por parte de la planta (Samaniego *et.al.*, 1998), por ejemplo, el aplicar subsuelo, resultó ser una práctica que permitió menos plantas de algodónero afectadas que aplicar amoníaco al suelo (Rush,1984). Es importante no someter al nogal a estrés de agua en donde existe pudrición texana, pues existe evidencia que este factor predispone al nogal para ser atacado, también se debe considerar que el agua es el factor más importante para la obtención de cosecha de nuez comercial (Samaniego, 1994).

El manejo de la pudrición de la raíz por *P. omnivora* se basa en rotaciones prolongadas con gramíneas, erradicación de maleza, barbecho profundo y frecuente del suelo para mantenerlo con un buen suministro de aire, y adición de abonos verde, tales como maíz, sorgo o leguminosas densamente cultivadas, las cuales después de que se pudren favorecen el desarrollo de grandes poblaciones de microorganismos que son antagónicos a *P. onnivora* (Agrios, 1996).

La rotación de cultivos, trae consigo la adición de materia orgánica al suelo y tiene el mismo efecto beneficio que la incorporación de abono verde. La descomposición de estiércol verde también puede liberar sustancias químicas que inhiben el crecimiento del hongo, mejoran las condiciones físicas del suelo, y proveen cantidades adecuadas de nutrimentos para el desarrollo del árbol (Damicone, *et al.*, 1990).

La práctica más extendida para reducir la ocurrencia y severidad de la enfermedad es plantar cultivos resistentes al hongo en áreas infestadas o evitar la siembra de cultivos susceptibles en esos terrenos (Texas A&M, 1999).

Resultados espectaculares en el control de esta enfermedad se han obtenido aplicando al suelo, cuatro kilos de estiércol seco de ganado bovino o caprino por cada metro cuadrado del área de goteo a partir del tronco más 500 gramos de azufre agrícola 93 %, también por metro cuadrado, incorporando al suelo estos materiales con azadón o paso de rastra aplicando un riego pesado para que el azufre con el agua H_2O , se produzca el ácido sulfúrico H_2SO_4 , que es un acidificante que contribuye a reducir el pH del suelo cambiando el hábitat del hongo. El estiércol además de mejorar la textura del suelo y del drenaje aporta tres microorganismos, *Aspergillus*, *Aphanomyces* y *Penicillium*, creando una antibiosis en el hongo que causa la pudrición de la raíz en árboles en producción que muestran síntomas severos de esta enfermedad. Además de los tratamientos anteriores es necesario realizar una poda rigurosa con el propósito de equilibrar la parte aérea del árbol con las escasas raíces que permanecen sanas. Estos tratamientos deben realizarse en el mes de marzo o abril en el caso del estiércol, azufre, aplicación de benomyl y propicoazole puede efectuarse en el mes de mayo, para esto es necesario identificar los árboles enfermos que el año anterior mostraron los síntomas de la pudrición de la raíz (Duarte, 2004).

Para reducir la enfermedad, se ha utilizado con éxito en algunos lugares como Arizona el tratamiento en áreas infestadas con un máximo de 20 toneladas/acre de estiércol. La rotación con gramíneas inmunes en verano, tales como el pasto Sudán también ha reducido la incidencia de la enfermedad. Doble sistema de cultivos (cebada, trigo, seguido de algodón) también han reducido notablemente la enfermedad en varios lugares (Olsen y Silvertooth, 2001).

La utilización de compuestos que afectan al sistema que regula los niveles en el metabolismo del glucógeno, permitirá desarrollar estrategias para un control efectivo, selectivo del patógeno y eventualmente lograr el control en los suelos agrícolas en los cuales se ha establecido. La remoción de árboles como medio de control podría garantizar el retraso de la diseminación del hongo (Todd *et al.*, 2007).

La técnica de solarización del suelo que consiste regar el terreno, luego cubrirlo con polietileno transparente durante un periodo determinado para capturar la energía solar ha demostrado ser un alternativa para el control de fitopatógenos del suelo (Jiménez, *et al*, 2004).

Los productos químicos pueden ser utilizados para controlar el hongo en el suelo. Tratamientos al suelo con fungicidas como los benzimidazoles, pueden resultar costosos para los cultivo en el campo, pero podría ser adecuado para cultivos de alto valor (Bird, *et al*, 1984).

El fungicida Propiconazole (Tilt ®) se ha utilizado para el control de *P. omnivora* en algunos cultivos (Adaskaveg *et al.*, 1980; Whitson y Hiene, 1986), pero el micelio y esclerocios de *P. omnivora* tiene diferente susceptibilidad a los fungicidas, siendo éstos últimos más tolerante (Hine *et al.*, 1969; Lyda y Burnett, 1970). La movilidad, materia orgánica, absorción y pH en el suelo son factores determinantes en la efectividad de los fungicidas; de igual manera, el tiempo de estabilidad de un fungicida dentro de una planta es afectado por el pH (Thorstensen *et al.*, 2001).

En mango se menciona que los fungicidas sistémicos benomyl y thiabendazol aplicados al suelo en árboles de mango con síntomas iniciales y avanzados de pudrición texana, han resultado favorables a las cuatros semanas de la aplicación con el inicio de la brotación foliar (Ramírez, 1991).

Cuando el árbol está muy afectado, lo conveniente es sacarlo con todo y raíz, quemarlo, después desinfectar la cepa con formol 40 % aplicando 20 litros por metro cuadrado y cubrir con plástico transparente durante 10 días mínimo, después quitar el plástico, revolver la tierra y plantar un árbol sano (Ramírez *et al.*, 1995).

Trichoderma spp. Inhibe el desarrollo de *P. omnivora* in Vitro y se encontró que un asilamiento denominado T45 era capaz de atacar y matar al 100% de los esclerocios (Samaniego *et al.*, 1998).

Se recomienda prohibir la importación de suelo de país donde *P. omnivora* se presenta (OEEP/EPPO, 1990). Esto normalmente implica que las

plantas importadas de países donde *P. omnivora* esté presente no deben ir acompañadas de suelo. Sin embargo se acepta, medio de cultivo inorgánico o estéril si es necesario, o bien, garantizado que no hay posibilidad que *P. omnivora* pueda estar presente en el medio de crecimiento.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Localización del área de estudio.

El trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de Fitopatología del Campo Experimental de La Laguna (CELALA), ubicado en el kilometro 17.5 de la carretera Torreón-Matamoros, en el municipio de Matamoros, Coahuila, dentro de la Comarca Lagunera.

3.2. Recolección de materia orgánica.

Los días del 1 al 12 de septiembre de 2008, se recolectó materia orgánica para usar en el experimento. En un establo de ganado vacuno del Ejido San Luisito del Municipio de Torreón Coah., se colectó estiércol seco; en los terrenos del campo Experimental de la UAAAN-UL, se colectaron residuos de cultivo de maíz y alfalfa, también en seco, la materia orgánica se conservó en bolsas de plástico en el CELALA hasta su uso.

3.3. Muestreo de plantas enfermas.

El muestreo se realizó el 1 de Agosto de 2008, en una huerta de nogal del CELALA donde se encontraron árboles con marchitez; tomando muestras de raíces de un árbol con síntomas de la enfermedad que consistieron en una pudrición de color café y descortezamiento. Las raíces de la muestra se colocaron en una bolsa grande de plástico y se guardó en un refrigerador del

laboratorio de Fitopatología del CELALA, hasta la siembra de trozos de tejido con rizomorfos del hongo en medio de cultivo para el aislamiento del hongo.

3.4. Aislamiento de *P. omnivora*.

Se preparó medio de cultivo de papa-dextrosa-Agar (PDA) que favorece el crecimiento del hongo, el cual se esterilizó en autoclave, se utilizaron cajas de petri esterilizadas. El medio de cultivo se vació en las cajas de petri y se dejó en reposo para la solidificación. El aislamiento de *P. omnivora* se realizó en el laboratorio de Fitopatología del CELALA el 4 de agosto de 2008. Asépticamente, sobre el medio de cultivo en la caja de petri, se distribuyeron tres trozos de tejido de raíz con rizomorfos del hongo, utilizando tres cajas de petri. Las cajas se mantuvieron en incubadora a una temperatura de 24 °C.

3.5. Purificación de *P. omnivora*.

El 11 de agosto se transfirió el hongo a cajas de petri con PDA. En el centro de la caja se colocó un bocado de 0.7 cm de medio de cultivo con el hongo para obtener un cultivo puro; se usaron 8 cajas de petri.

3.6. Multiplicación de *P. omnivora*.

Se seleccionó una de las cajas, totalmente libre de contaminación para la multiplicación del hongo y mantenerlo hasta su uso en el experimento. El hongo se mantuvo en incubadora a 24°C.

3.7. Tratamientos.

En la evaluación del desarrollo del hongo en materia orgánica se utilizaron los tratamientos que se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos a base de materia orgánica para el desarrollo de *P. omnivora*. UAAAN-UL. Torreón, Coah. 2008.

Tratamiento Nº	Descripción
1	<i>Estiércol de ganado vacuno + P. omnivora</i>
2	Residuos de maíz + <i>P. omnivora</i>
3	Residuos de alfalfa + <i>P. omnivora</i>
4	<i>Estiércol de ganado vacuno + agua + P. omnivora</i>
5	Residuos de maíz + agua + <i>P. omnivora</i>
6	Residuos de alfalfa + agua + <i>P. omnivora</i>
7	Testigo: PDA + <i>P. omnivora</i>

En cada tratamiento, en las cajas de petri, se colocó una capa de materia orgánica de 0.5 cm de espesor y luego, al centro de la caja y sobre la materia orgánica se colocó un trozo de PDA de 0.7 cm de diámetro con micelio del hongo.

A los tratamientos con agua, se agregaron 20 ml de agua destilada estéril y con eso se mantuvieron húmedos durante todo el desarrollo del experimento.

Las cajas se mantuvieron a temperatura ambiente (24 a 26 °C) durante 8 días.

Diseño experimental.

Se usó un diseño completamente al azar con 7 tratamientos y 3 repeticiones, cada tratamiento constó de dos cajas de petri.

3.8. Variables a evaluar.

En los tratamientos de estudio se realizaron observaciones después de tres días de la siembra, al tercer día se anotó la medida de crecimiento de cada uno de los tratamientos y repeticiones, las lecturas se tomaron cada tres días, en total se tomaron 4 lecturas.

3.9. Análisis estadísticos.

Cada lectura del experimento fue analizado con un diseño completamente al azar utilizando el paquete estadísticos SAS. Para la separación de medias de los tratamientos, se usó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS).

IV. RESULTADOS.

El análisis estadístico detectó diferencia altamente significativa entre tratamientos para cada fecha de evaluación (Apéndice 1).

Para separar las medias de los tratamientos se usó la Diferencia Mínima Significativa al 0.05 (DMS); los resultados se presentan en los cuadros 2, 3, 4 y 5.

En el Cuadro 2 puede observarse como era de esperar, que al inicio, sólo el testigo fue diferente a los demás tratamientos, ya que el hongo estaba creciendo en un ambiente y medio de cultivo favorable.

Cuadro 2. Evaluación del desarrollo de *P. omnivora* en materia orgánica a 72 horas. UAAAN-UL. Torreón, Coah.2008.

Tratamiento	Media
1. Estiércol	0.7 a
2. Maíz	0.7 a
3. Alfalfa	0.7 a
4. Estiércol + agua	0.7 a
5. Maíz + agua	0.7 a
6. Alfalfa + agua	0.7 a
7. Testigo	2.2 b

* Medias con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS, 0.05)

En el cuadro 3, se observa que los tratamientos en seco y en agua el hongo se mantiene vivo, pero no crece ya que necesita otro ambiente para poder desarrollar por lo que se puede destacar que en el testigo el hongo siguió creciendo favorablemente. Biológicamente el tratamiento 6 fue un medio que favoreció el desarrollo del hongo, aunque el crecimiento es lento y por lo tanto no manifiesta diferencia con el resto de los tratamientos.

Cuadro 3. Evaluación del desarrollo de *P. omnivora* en materia orgánica a 120 horas. UAAAN-UL. Torreón, Coah.2008.

Tratamiento	Media
1. Estiércol	0.7 a
2. Maíz	0.7 a
3. Alfalfa	0.7 a
4. Estiércol + agua	0.7 a
5. Maíz + agua	0.7 a
6. Alfalfa + agua	0.9 a
7. Testigo	3.4 b

* Medias con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS, 0.05)

En los tratamientos en seco el medio de cultivo con el micelio del hongo se redujo ya que hubo deshidratación del PDA, pero el hongo siguió vivo; en cuanto a los tratamientos con agua el trozo de PDA no se redujo y el hongo no siguió creciendo pero continuaba vivo e igual que en la lectura anterior, en cuanto al testigo el hongo siguió creciendo favorablemente. Cuadro 4.

Cuadro 4. Evaluación del desarrollo de *P. omnivora* en materia orgánica a las 168 horas. UAAAN-UL. Torreón, Coah.2008.

Tratamiento	Media
1. Estiércol	0.3 a
2. Maíz	0.3 a
3. Alfalfa	0.4 a
4. Estiércol + agua	0.7 a
5. Maíz + agua	0.7 a
6. Alfalfa + agua	0.9 a
7. Testigo	3.9 b

* Medias con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS, 0.05)

El mejor tratamiento para el desarrollo de *P. omnivora* fue el T6 (alfalfa + agua) seguido el T4 y T5. Biológicamente, aunque estadísticamente son iguales. El menor crecimiento del hongo fue en los tratamientos en seco. El testigo fue donde *P. omnivora* creció más ya que contiene las condiciones que el hongo requiere para su crecimiento. Cuadro 5.

Cuadro 5. Evaluación del desarrollo de *P. omnivora* en materia orgánica a las 240 horas. UAAAN-UL. Torreón, Coah.2008

Tratamientos	Media
1. Estiércol	0.3 a
2. Maíz	0.3 a
3. Alfalfa	0.4 a
4. Estiércol + agua	0.7 a
5. Maíz + agua	0.7 a
6. Alfalfa + agua	0.9 a
7. Testigo	5.0 b

* Medias con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS, 0.05)

V. DISCUSIÓN.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo se pudo observar que el hongo en los tratamientos en seco no creció aunque permaneció vivo por algún tiempo, sin embargo en algunos de los tratamientos con agua, especialmente en alfalfa el hongo creció; estos resultados coinciden con las reportadas por Streets y Bloss, (1973), en donde mencionan que ha sido demostrado que los esclerocios sobreviven por varios años, aún en ausencia de cultivos, debido a su capacidad para formar estructuras de resistencia y para subsistir como saprófitos,

Para su desarrollo en la naturaleza *P. omnivora* necesita suelos alcalinos, calcáreos con un pH de 7.4 a 8.3, con alto contenido de carbonato de calcio; por lo que una causa probable por la que no hubo un desarrollo abundante del hongo en materia orgánica es debido a la falta de estas condiciones. En los tratamientos con agua se mantuvo vivo debido a las condiciones que menciona, Lyda (1978), que con una humedad del suelo de 35 % de la capacidad máxima de campo y una temperatura de 27 °C. favorecen la formación de conidios del hongo que aflora a la superficie del suelo formando una capa blanca.

La posibilidad de que *P. omnivora* no haya crecido en los tratamientos T1 y T4 es debido a que la descomposición de estiércol puede liberar sustancias químicas que inhiben el crecimiento del hongo fue la razón de que no se desarrolló Damicone, *et al.*, (1990).

En forma general *P. omnivora* no creció debido a que, como lo menciona Agrios, (1996), que las materias orgánicas tales como maíz, sorgo o leguminosas densamente cultivadas, las cuales después de que se pudren favorecen el desarrollo de grandes poblaciones de microorganismos que son antagónicos a *P. omnivora*, otro de los puntos importantes que menciona Duarte (2004), que el estiércol además de mejorar la textura del suelo y del drenaje aporta tres microorganismos, *Aspergillus*, *Aphanomices* y *Penicillium*, creando una antibiosis en el hongo que causa la pudrición de la raíz en árboles

VI. CONCLUSIÓN.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que *P. omnivora* sobrevive en materia orgánica, pero no crece abundantemente en ella, ya que necesita las condiciones favorables para desarrollarse. De acuerdo a los resultados, se aceptan las hipótesis de que *P. omnivora* sobrevive en residuos de materia orgánica y lo hace como micelio.

VII. RECOMENDACIONES.

El nogal pecanero y algodnero son cultivos altamente susceptibles a *P. omnivorum*, y son de gran importancia económica en La Comarca Lagunera por lo que la continuación de este estudio en campo es recomendable lo cual arrojaría datos importantes del patógeno y su crecimiento en materia orgánica.

VIII. LITERATURA CITADA.

- Adaskaveg, J.H., Förster, H., Wade, L., Thompson, D.F., and Connell, J.H. 1980. Efficacy of sodium tetrathiocarbonate and propiconazole in managing *Armillaria* root of almond on peach rootstock. *Plant Disease* 83:240-246.
- Alderman, S.C., and Hine, R.B. 1982. Vertical distribution in soil and induction of disease by strands of *Phymatotrichum omnivorum*. *Ecol. Epidemiol* 72: 409-412.
- Agrios, G. N. 1996. *Fitopatología*. 2da Edición. Edit. Limusa. México. 453 pp.
- Baniecki, J.F., and Bloss, H.E. 1969. The basidial stage of *Phymatotrichum omnivorum*. *Mycologia* 61: 1054-1059.
- Bird, L, S., EL-Zik, K.M., Thaxton, P.M., Percy, R.G. and Lazo, G.R. 1984. Resistance to *Phymatotrichum omnivorum* in cotton. *Phytopathology* 74: 819
- Castro, F.J y Rodríguez, A. 1970. Pruebas preliminares para el control de Pudrición Texana en el Bajío. Circular. 34, Roque, Gto. CIAB-INIA-SAG.
- Cebreros, S.F. y Ramírez, V.J.1980. Host and importance of Texas root rot *Phymatotrichum omnivorum* (Shear) Duggar in the State of Sinaloa, México. XX Annual Meeting of the American Phytopathological Society, Resumen 004. Pág2
- Chew, M. V. I. y Jiménez D.F. 2002. Enfermedades del melón. En: en el melón tecnología de producción y comercialización. Secretaría de Agricultura. Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y alimentación. Instituto Nacional de investigación Forestal, Agrícola y pecuaria, Centro de investigación Regional Norte Centro. Campo experimental La Laguna. Matamoros, Coahuila, México. Diciembre del 2002. PP.: 161-195.

- Consejo Nacional de Algodón enfermedad de bases de datos (NCC). 2002. En línea <http://www.cotton.org/tech/pest/index.cfm>. (fecha de consulta septiembre 8, 2008)
- Dana, B.F. 1931. Soil culture for the laboratory production of sclerotia in *Phymatotrichum omnivorum*. *Phytopathology* 21:551-556
- Damicone, P.J., Pratt, W.P. and Conway, E.K. 1990. *Phymatotrichum* Root Rot. Oklahoma Cooperative extension service. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources. Oklahoma State University. U.S.A. 1-4 pp.
- Duarte, L.E. 2004. Pudrición de la raíz del nogal pecanero. El siglo de torreón Coah, julio de 2004 en línea <http://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/98227.pudricion-de-la-raiz-del-nogal-pecanero-agrop.html> (fecha de consulta septiembre 15, 2008).
- Galvan, L.R. 1986. Factores físicos y químicos del suelo que limitan el desarrollo de pudrición texana y el crecimiento radical en el cultivo de nogal. CIAN. Informes de Investigación. Fruticultura. Matamoros Coahuila 1:67-84.
- Goldberg, P.N. 2006. *Phymatotrichum* root rot. Extensión Plant Pathologist. Las Cruces, New México State University. U.S.A. 1-10 pp.
- Guerrero, R.J.C. 1984. La pudrición texana en frutales. Primer Simposio Internacional sobre pudrición texanas. Escuela de Agricultura y Ganadería-Univ. de Sonora. 1-10 pp.
- Hernández, H., V. 2002. manejo integrado de enfermedades en el cultivo del algodnero. Memorias del IV curso regional de aprobación en el control de plagas del algodnero. 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.

- Hennebert, G.L. 1973. *Botrytis* and *Brotrytis*-like genera. *Persoonia* 7:183-204.
- Herrera, P.T. 1981. Incidencia y distribución de pudrición texana del nogal pecanero en la Comarca Lagunera. Memoria III congreso Nacional de Fruticultura. Agosto 1981. Guadalajara, Jal. CONAFRUT-SARH. 240 p
- Herrera, P.T. y Samaniego, G. J.A. Estimación de la relación entre el daño a la raíz por *Phymatotrichum omnivorum* y el crecimiento vegetativo del nogal pecanero Caya.
- Herrera, P.T. y Samaniego, G. J.A. 2002. Tecnología de Producción en Nogal Pecanero. Ed. Primera. 177-196 pp.
- Hine, R.B., Jhonson, D.L., and Wenger, C.J. 1969. The persistency of two benzimidazole fungicides in soil and their fungistatic activity against *Phymatotrichum omnivorum*. *Phytopathology* 59:798-801
- Jiménez, D.F., Chew-Madinaveitia, Y Santamaría C.J. 2004. Efecto de solarización con mejoradores de suelo para el control de pudrición texana en nogal en sitio de replante. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental La Laguna.
- Kenerley, C.M.; and Stack, J.P. (1987) Influence of assessment methods on selection of fungal antagonists of the sclerotium-forming fungus *Phymatotrichum omnivorum*. *Canadian Journal of Microbiology* 33, 632-635.
- Lyda, S.D. 1978. Ecology of *Phymatotrichum omnivorum*. Annual. Review of *Phytopathology* 16:193-309.
- Lyda, S. D. 1984. Vertical and horizontal distribution of *Phymatotrichum* sclerotia in Texas soils. *Phytopathology* 74:814-814.
- Lyda, S. D., and Burnett, E. 1970. Influence of benzimidazole fungicides on *Phymatotrichum omnivorum* and *Phymatotrichum* root rot of cotton. *Phytopathology* 60:726-728

- Marek, S. 2005. Filogenia molecular de *Phymatotrichum omnivorum*. Fitopatología. Austin, Texas
- Olsen, M. and Silvertooth, C.J. 2001. Diseases and Production Problems of Cotton in Arizona; Cooperative Extension, University of Arizona. <http://ag.arizona.edu/pubs/diseases/az1245/#pr> (consulta octubre 2008)
- OEPP/EPPO. 1990. Specific quarantine requirements. EPPO Technical Documents No. 108.
- Ramírez, V.J. 1991. Cultivo y enfermedades del Mango. Universidad Autónoma de Sinaloa 137 p. Culiacan, Sinaloa, México. ISBN: 68-6063-34pp.
- Ramírez, V. J., Estrada-Ramírez, J. F., y A. Sáinz-Rodríguez, R.A. 1995. Enfermedades del algodónero, descripción y sintomatología. En Manejo Fitosanitario del Algodonero. Ed. SAGDR-Universidad Autónoma de Sinaloa, México. 202-220 pp.
- Rea, H.E. 1934. Transportation of root rot sclerotia by run off water. Forty Seventh Report. Texas Agricuc. Expt. Station. College Sta. Tex. 178 p.
- Rush, C.M. 1984. Evaluation of desspchiseled anhydrous ammonia as control for *Phymatotrichum* root rot of cotton. *Phytopathology* 74:291-293.
- Samamiego, G. J.A. y T Herrera-Pérez. 2003. Producción de nuez en nogalales (*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch atacados por *Phymatotrichopsis omnivora* (Dugar) Hennebert. *Rev. Mex. Fitopatol* 21: 323-330.
- Samamiego, G. J.A, y Chew-Madinaveitia, Y. 2007. Diversidad de género de hongos del suelo en tres campos con diferentes condición agrícola en La Laguna, México. *Rev. Mex. De Biodiversidad* 78:383-3980
- Samamiego, G. J.A. 2007. Reseach perspectives on *Phymatotrichopsis omnivore* and the disease it causes. *Agricultura Técnica en México. I.N.I.F.A.P.* 33:309-318

- Samamiego, G. J.A. 1994. Vialidad de los esclerocios de *Phymatotrichum omnivorum* (Shear) Dugar en suelos inundados y complementados con glucosa. *Revista Mexicana de Fitopatología* 12:125-133.
- Samamiego, G. J.A., T Herrera-Pérez. Y Santamaría C.J. 1998. Influencia de las condiciones de suelo y manejo de las huertas de nogal pecanero con el incremento de la pudrición texana y pérdidas en el cultivo. VI Simposium Internacional Nogalero. Torreón, Coahuila, México. 56-62 p.
- Streets, R.B. 1973. *Phymatotrichum omnivorum* (cotton or Texas) root rot in Arizona. Technical Bulletin. Arizona University. College of Agriculture. No. 71
- Streets, R.B. and Bloss, H.E. 1973. *Phymatotrichum* root rot. Monograph No. 8. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. U.S.A, 38 pp.
- Thorstensen, C.W., Lode, O., Eklo, O.M., and Christiansen, A. 2001. Sorption of bentazone, dichlorprop, mcpa, and propiconazole in reference soil from Norway. *Journal of Environmental Quality* 30:2046-2052.
- Todd, W.W., Nye, A.D., Aloysius, A.M., Miller, K.C., Lester, S.J. y Martinez, T.T. 2007. Inoculación, síntomas y colonización en árboles de manzano en contenedor por *Phymatotrichopsis omnivora* (Duggar) Hennebert. *Agrociencia* 41:459-468.
- Trejo, A. D. y De Los Santos R. F. 1984. Distribución de la “pudrición texana” (*Phymatotrichum omnivorum*) en el cultivo de mango para la zona Central de Veracruz, Memorias XI Congreso Nacional de Fitopatología, SMF, San Luís Potosí. México. 65 p.
- Texas A&M. 1999. Texas Plant Disease Handbook K. Fruit Crops. En línea <http://plantpathology.tamu.edu/Textlab/cfiles/cotton>. (Fecha de consulta noviembre 2008).

- Watkins, G.M.1981. Compendium of cotton diseases. APS Press, St Paul, USA.
- Walla, J.W. and Janne, E. 1982. Controlling cotton root rot on ornamental plants. Extensión Plant Pathologyst. and Extension landscape horticulturist. The Texas A&M University System
- Wheeler, J.E. and R.B. Hine. 1972. Influence of soil temperature and moisture on survival and growth of strands of *Phymatotrichum omnivorum*. Phytopathology 62: 828-832.
- Whitson, R.S., and Hine, R.B.1986. Activity of propiconazole and other sterol-inhibiting fungicides against *Phymatotrichum omnivorum*. Plant Disease 70:130-133

IX. APÉNDICE.

Cuadro 1. Análisis de varianza para la evaluación del desarrollo de *P. omnivora* en materia orgánica, a las 72 horas. U.A.A.A.N.- UL. Torreón, Coah. 2008

Fuente de Variación	Grados de libertad (gl)	Suma de Cuadrados (sc)	Cuadrado medio (cm)	F Observada	F Requerida	
					5%	1%
Total	20	25.49				
Tratamientos	6	24.71	4.11	73.92	2.85	4.46
Error	14	0.78	0.055			

Cuadro 2. Análisis de varianza para la evaluación del desarrollo de *P. omnivora* en materia orgánica, a las 120 horas. U.A.A.A.N.- UL. Torreón, Coah. 2008

Fuente de Variación	Grados de libertad (gl)	Suma de Cuadrados (sc)	Cuadrado medio (cm)	F observada	F Requerida	
					5%	1%
Total	20	76.45				
Tratamientos	6	75.21	12.53	142.30	2.85	4.46
Error	14	1.23	0.088			

Cuadro 3. Análisis de varianza para la evaluación del desarrollo de *P. omnivora* en materia orgánica, a las 168 horas. U.A.A.A.N.- UL. Torreón, Coah. 2008

Fuente de Variación	Grados de libertad (gl)	Suma de Cuadrados (sc)	Cuadrado medio (cm)	F observada	F Requerida	
					5%	1%
Total	20	124.72	124.72			
Tratamientos	6	120.82	20.136	72.28	2.85	4.46
Error	14	3.9	0.278			

Cuadro 4. Análisis de varianza para la evaluación del desarrollo de *P. omnivora* en materia orgánica, a las 240 horas. U.A.A.N.- UL. Torreón, Coah. 2008

Fuente de Variación	Grados de libertad (gl)	Suma de Cuadrados (sc)	Cuadrado medio (cm)	F observada	F Requerida	
					5%	1%
Total	20	210.89				
Tratamientos	6	206.33	34.38	107.14	2.85	4.46
Error	14	4.49	0.32			