

00381

Reg.
6



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DISTRIBUCION Y FRECUENCIA DE HONGOS DEL SUELO EN NOGUERALES
DE COAHUILA, ATACADOS POR PHYMATOTRICHUM OMNIVORUM

T E S I S

Que para obtener el grado de

DOCTOR EN CIENCIAS (BIOLOGIA)

P r e s e n t a

JOSE ALFREDO SAMANIEGO GAXIOLA

MEXICO, D. F.

ABRIL DE 1987

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
MATERIALES Y MÉTODOS	
Área de estudio	13
Propiedades físicas y químicas de los suelos estudiados	14
Datos climatológicos de la zona	14
Obtención de muestras de suelo	14
Contenido de humedad del suelo	15
Inoculación del suelo en placa de agar	15
Número de hongos por gramo de suelo seco	16
Identificación de la microbiota encontrada	16
Valor índice de importancia	16
Prueba de antagonismo <u>in vitro</u>	17
Observaciones de las placas en cultivo dual de los hongos de prueba y <u>Ph. omnivorum</u>	21
Número de bacterias por gramo de suelo	21
Cálculos estadísticos	22
RESULTADOS	
Propiedades físicas y químicas de los suelos estudiados	24
Datos climatológico	24
Número de hongos y bacterias por gramo de suelo seco	24
Cálculos estadísticos	27
Identificación de la microbiota encontrada	27
Prueba de antagonismo <u>in vitro</u>	31
Observaciones de las placas en cultivo dual de los hongos de prueba y <u>Ph. omnivorum</u>	31
DISCUSIÓN	52
LITERATURA CITADA	61
Lista de abreviaturas	67

RESUMEN

Phymatotrichum omnivorum es un hongo del suelo que ataca y destruye más de 2000 especies de plantas, incluyendo el nogal. En este trabajo se estudiaron los suelos de dos noguerales infestados con Ph. omnivorum en Torreón Coahuila; el suelo de uno de los noguerales, llamado Tierra Blanca (TB), presenta cierta supresividad hacia el hongo fitopatógeno en comparación con el suelo del otro nogueral, conocido como Manantial (M).

El número de hongos por gramo de suelo seco en los dos noguerales fue semejante en las profundidades de 15-20, 55-60 y 85-90 cm, y sólo en la profundidad de 25-30 cm hubo un mayor número de hongos en TB; no obstante, el registro del número de hongos del suelo de los dos noguerales se vio afectado por cierta fungistasis en los dos suelos.

Se aislaron e identificaron más de 100 especies de hongos del suelo de TB y de M. La diversidad de las especies en los suelos estudiados fue semejante. Con objeto de determinar cuáles especies de hongos estuvieron mejor representadas en los suelos de TB y de M, se determinó su valor índice de importancia (Vii).

Las especies de hongos con un Vii mayor en el suelo de TB, que inhibieron notablemente *in vitro* a Ph. omnivorum fueron: Acremonium furcatum, Fusarium oxysporum, Penicillium rolfsii y Neosartoria fischeri; de estas especies sólo F. oxysporum presentó un Vii notable en M, y se comportó de manera semejante a la anterior.

Se observó que algunos hongos fueron capaces de inducir *in vitro* a que Ph. omnivorum formara una capa de células de forma y consistencia semejantes a la de sus esclerocios, y Rhodotorula sp. indujo la formación de conidios del hongo fitopatógeno, sobre placa de agar. Parece ser que otros hongos *in vitro* restringen la producción de melaninas de Ph. omnivorum.

INTRODUCCIÓN

Phymatotrichum omnivorum es un hongo del suelo que causa la pudrición y la muerte de muchas especies de plantas cultivadas y, por consiguiente, importantes pérdidas económicas; su distribución se conoce desde el sur de los Estados Unidos de Norteamérica al norte de la República Mexicana y puede permanecer en una amplia gama de suelos cultivados (Percy, 1983).

Ph. omnivorum ataca las raíces de las plantas hospederas causando su destrucción y muerte. El ataque por este hongo es muy difícil de controlar, porque los métodos de control que se emplean actualmente tienen desventajas técnicas para su aplicación, son económicamente incosteables en algunos casos, no se pueden aplicar en ciertas condiciones ambientales en los cultivos agrícolas o no se conocen (Lyda, 1978; Streets y Bloss, 1973).

Un método de control de Ph. omnivorum que se aplica en pequeña escala por algunos agricultores, y experimentalmente, es la incorporación de fungicidas al suelo en el que se cultivan ciertos frutales (Medina, 1980). Este método presenta desventajas económicas ya que en muchos frutales su sistema radicular ocupa un volumen considerable en el suelo y por tanto la cantidad de fungicida necesaria para proteger este volumen es muy costosa; este procedimiento también tiene desventajas técnicas para su aplicación, pues es difícil introducir y difundir fungicidas a profundidades mayores de un metro, en donde Ph. omnivorum puede atacar a la planta.

Para controlar enfermedades causadas por hongos fitopatógenos se utilizan en algunos casos variedades resistentes, pero este método no se utiliza para controlar a Ph. omnivorum porque se desconocen las variedades de plantas

dicotiledóneas, comercialmente cultivadas, y resistentes a su ataque (Lyda, 1978; Streets y Bloss, 1973).

Algunos otros métodos de control que se emplean en contra de Ph. omnivorum, como la rotación de cultivos, la aplicación de restos vegetales y animales y la incorporación de fertilizantes, no son consistentes en diferentes suelos y cultivos agrícolas, aunque parecen ser más efectivos que el empleo de fungicidas y de variedades resistentes de plantas.

Con objeto de implementar métodos más eficaces para el control de Ph. omnivorum se han investigado ampliamente cuáles son los factores que limitan su distribución y su patogenicidad. Algunos factores fisicoquímicos que limitan al hongo se muestran en el cuadro 1. Hasta el momento no se tienen evidencias de que los factores fisicoquímicos limiten de una manera significativa la distribución de Ph. omnivorum y su patogenicidad hacia las plantas dicotiledóneas susceptibles cultivadas. El hongo se localiza en sitios con una temperatura mayor a 15°C como promedio anual, en una amplia gama de suelos y en cerca de 2000 especies de plantas susceptibles (Streets y Bloss, 1973). Los factores biológicos que limitan la supervivencia y patogenicidad de Ph. omnivorum se muestran en el cuadro 2. Se considera que los microorganismos en el suelo tienen un efecto importante en la restricción de la supervivencia y de la patogenicidad de Ph. omnivorum; no obstante, no se conocen cuáles son los mecanismos y condiciones que favorecen este efecto, lo que impide el uso de dichos microorganismos para controlar al hongo fitopatógeno.

Una alternativa para combatir a los hongos fitopatógenos en las raíces es el empleo de un control biológico, es decir, reducir la densidad de inóculo o la patogenicidad de un parásito o patógeno en estado latente o activo, por medio de la manipulación de uno o de varios de los componentes del medio, del hospedero o del parásito (Baker y Cook, 1974). Los principios básicos en los que se basa el control biológico de patógenos de plantas son: a) los

CUADRO 1. RELACIÓN ENTRE EL CICLO EPIDEMIOLÓGICO DE Phymatotrichum omnivorum Y SUS FACTORES FISCOQUÍMICOS LIMITANTES

Ciclo epidemiológico del hongo	Factores fisicoquímicos limitantes			
	Temperatura del aire	Temperatura del suelo	Contenido de humedad en el suelo	Aireación en el suelo
Supervivencia	Sobrevive si la media anual no es menor de 15.6°C Streets y Bloss, 1973	Sobrevive si no llega a -20°C Streets y Bloss, 1973	Es de un año a 100% y hasta de un mes a 5% King y Eaton, 1934; Taubenhau, 1936	Es indefinida si no llega a cero atmósferas Streets y Bloss, 1973
Longevidad de los esclerocios	No estudiado	En condiciones de laboratorio es de 10 a 12 años Rogers, 1942	Durante un año a 100% Taubenhau, 1936	No estudiado
Longevidad del micelio	No estudiado	Es de seis meses a 10°C y de un mes a 27-32°C Wheeler y Hine, 1972	Es de seis meses entre 22-30% y de un mes entre 12-45% Wheeler y Hine, 1972	No estudiado
Patogenicidad	No estudiado	Se expresa en una gama de 15-35°C, con un óptimo de 28°C Streets y Bloss, 1973	Se expresa en una gama de -0.3 a -50 bars; con un óptimo de 20-40% Streets y Bloss, 1973	Se expresa desde 0.1 atmósferas o 3% de CO ₂ Streets y Bloss, 1973

Continuación del cuadro 1

Ciclo epidemiológico del hongo	Factores fisicoquímicos limitantes			
	Temperatura del aire	Temperatura del suelo	Contenido de humedad en el suelo	Aireación en el suelo
Densidad y distribución del inóculo	No estudiado	Si la temperatura es apropiada, es de 0.01 a 0.06 esclerocios por gramo de suelo King y Hope, 1932	No estudiado	No estudiado
Movimiento del micelio en el suelo	No estudiado	Si la temperatura es apropiada, avanza de 1.5 a 9 m por año Streets y Bloss, 1973	No estudiado	No estudiado
Acoplamiento al ciclo vital de la planta	No estudiado	Se realiza en la época de crecimiento de los cultivos (primavera-verano) Streets y Bloss, 1973	Se realiza en la época de lluvias o riegos Streets y Bloss, 1973	No estudiado

Continuación del cuadro 1

Ciclo epidemiológico del hongo	Factores fisicoquímicos limitantes		
	Capacidad de intercambio catiónico	Toxicidad al NH_4	pH en el suelo
Supervivencia	Se ha visto a 50 meq/100g o menos Muller <u>et al.</u> , 1983	Es suprimida a 1025 ppm Neal y Collins, 1936	En el suelo es de 5-8.5, y en el laboratorio es de 3-8.5 Lyda, 1978
Longevidad de los esclerocios	No estudiado	No estudiado	No estudiado
Longevidad del micelio	No estudiado	No estudiado	No estudiado
Patogenicidad	Puede expresarse cuando existen 50 meq/100 g o menos Muller <u>et al.</u> , 1983	No estudiado	Se expresa en una gama de 6-8.5 Lyda, 1978
Densidad y distribución del inóculo	No estudiado	No estudiado	No estudiado
Movimiento del micelio en el suelo	No estudiado	No estudiado	No estudiado
Acoplamiento al ciclo vital de la planta	No estudiado	No estudiado	No estudiado

CUADRO 2. RELACION ENTRE EL CICLO EPIDEMIOLOGICO DE Phymatotrichum omnivorum Y SUS FACTORES BIOLÓGICOS LIMITANTES

Ciclo epidemiológico del hongo	Factores biológicos limitantes		
	Materia orgánica en el suelo	Plantas monocotiledóneas	Incorporación de restos vegetales y fertilizantes minerales
Supervivencia	Disminuye en suelos que contienen más de 4% Lyda, 1978	Parece que el hongo sobrevive como saprobio; en sorgo se ha visto este comportamiento Rush <u>et al.</u> , 1984	Parece ser que disminuye al incorporar restos vegetales Clark, 1942
Longevidad de los esclerocios	Disminuye en suelos que contienen más de 4% Lyda, 1978	No estudiado	Disminuye al ser incorporados restos vegetales Clark, 1942
Longevidad del micelio	No estudiado	No estudiado	No estudiado
Patogenicidad	Restringida en suelos que contienen más de 4% Lyda, 1978	Posible reacción hipersensible en el maíz y en el sorgo Rush <u>et al.</u> , 1984	Se tienen evidencias que disminuye al incorporar restos vegetales y fertilizantes minerales Chavez <u>et al.</u> , 1976; King, 1937; Streets y Bloss, 1973

Continuación del cuadro 2

Ciclo epidemiológico del hongo	Factores biológicos limitantes		
	Materia orgánica en el suelo	plantas monocotiledóneas	Incorporación de restos vegetales y fertilizantes minerales
Densidad y distribución del inóculo (esclerocios)	Disminuye conforme aumenta la materia orgánica Streets y Bloss, 1973	Descienden a la mitad los esclerocios en un año (en la rizosfera del sorgo) Rush <u>et al.</u> , 1984	Hay evidencias de que el número de esclerocios disminuye al incorporar restos vegetales Clark, 1942
Acoplamiento al ciclo vital de la planta	No estudiado	Los exudados de las raíces del sorgo estimulan la germinación de los esclerocios Rush <u>et al.</u> , 1984	No estudiado

Continuación del cuadro 2

Ciclo epidemiológico del hongo	Factores biológicos limitantes		
	Microorganismos antagonísticos conocidos	Otros microorganismos	Microfauna
Supervivencia	<u>In vitro</u> disminuye en presencia de 10 aislamientos de hongos (datos del autor), y 4 aislamientos de Actinomycetes Streets y Bloss, 1973	No estudiado	El micelio es consumido por lombrices, ácaros, hormigas y otros. Datos no cuantitativos Streets y Bloss, 1973
Longevidad de los esclerocios	Existen menos esclerocios viables en el suelo en presencia de ciertos géneros de hongos Kenerly <u>et al.</u> , 1984	No estudiado	No estudiado
Longevidad del micelio	No estudiado	No estudiado	No estudiado
Patogenicidad	Disminuye en presencia de <u>Pseudomonas</u> fluorescentes en el suelo Streets y Bloss, 1973	Hay evidencias de que las bacterias celulolíticas inducen un aumento Hervey y Hunn, 1963	No estudiado
Densidad y distribución del inóculo	No estudiado	No estudiado	No estudiado
Acoplamiento al ciclo vital de la planta	No estudiado	No estudiado	No estudiado

microorganismos saprobios pueden controlar a los patógenos de las plantas, y b) el balance microbiológico se puede alterar cambiando las condiciones del suelo (Cook, 1979).

Actualmente, las estrategias que se intentan desarrollar en el control biológico de microorganismos fitopatógenos están encaminadas a: a) la reducción de la densidad de inóculo de fitopatógenos en el suelo; b) la sustitución de fitopatógenos en el suelo por microorganismos antagonicos o saprobios; c) la supresión de la germinación, del crecimiento o de la patogenicidad del microorganismo fitopatógeno; d) la protección de sitios de infección en la planta por medio de una colonización previa por microorganismos poco virulentos, y e) la estimulación de la resistencia de la planta o protección cruzada (Baker, 1979). La estrategia a se puede inducir con microorganismos parásitos de los fitopatógenos, mientras que las estrategias b y c pueden llevarse a efecto por una competencia y antagonismo no letales sobre los microorganismos patógenos o parásitos de las plantas; en los casos d y e el control se debería a un antagonismo o a una competencia hacia los microorganismos fitopatógenos que se hallasen en los tejidos susceptibles de las plantas, ya fueran colocados artificialmente o que estuvieran presentes de manera natural (Cook, 1979).

Por otra parte, existen suelos en los que la patogenicidad de los microorganismos fitopatógenos en las raíces de las plantas es considerablemente menor. El estudio de esta clase de suelos ofrece una buena oportunidad para identificar cuáles son los factores limitantes y las condiciones responsables en la disminución de dicha patogenicidad. A los suelos en donde la patogenicidad del microorganismo fitopatógeno es menor, y esta tiende a disminuir o desaparece a medida que transcurren los ciclos de cultivo, se les considera suelos supresivos; en contraste, en los suelos conductivos los daños en las plantas son mayores y van en aumento en comparación con los suelos supresivos

Hornby (1983) propuso que los mecanismos de acción en los suelos supresivos, con los que se ejerce su efecto hacia los microorganismos fitopatógenos de las raíces, son de origen abiótico, fisicoquímico; de origen biótico, por medio de microorganismos competidores, antagonísticos y parásitos de los fitopatógenos, y de origen químico, por adición al suelo de sustancias químicas o biocidas.

El estudio de los suelos con características de supresividad es relevante no solo por el hecho de obtener evidencias o determinar los mecanismos de acción por los que operan, sino además porque se pueden imitar o inducir los factores responsables de la supresividad para implementar un control biológico de los hongos fitopatógenos de las raíces.

Algunos ejemplos de suelos supresivos, cuyo mecanismo de acción es de índole biológica, fueron estudiados por Alabouvette *et al.* (1979), quienes encontraron que una forma saprobia de Fusarium oxysporum estaba abundantemente en el suelo supresivo en comparación con un suelo conductivo, en donde F. oxysporum f. sp. melonis, atacó al melón. Smith y Snyder (1971) encontraron un suelo supresivo hacia Fusarium oxysporum var. lycopersici, y en dicho suelo el incremento de bacterias fue más rápido en comparación al suelo conductivo.

En el estado de Coahuila existen noguerales atacados por Ph. omnivorum, y en algunos de estos se observa cierta supresividad hacia el hongo fitopatógeno, puesto que el número de árboles atacados (incluyendo árboles de replante) ha disminuido en los últimos años. En este caso, los mecanismos de acción por los que se hace evidente la supresividad de los suelos no parecen ser de índole fisicoquímica, puesto que no se conocen factores limitantes de este tipo hacia Ph. omnivorum; en consecuencia, cabe la posibilidad de que los mecanismos de tipo biológico sean los responsables de la supresividad en estos

suelos. A mediados de 1984 se empezó a localizar el suelo de un nogueral con características de supresividad y otro de conductividad hacia Ph. omnivorum; ambos suelos fueron detectados por el Dr. Teodoro Herrera, del Campo Agrícola Experimental de la Laguna, que pertenece a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). En dichos suelos se procedió a estudiar la micobiota con objeto de tener evidencias de los posibles factores de índole biológica que sirvan para explicar las características de supresividad de uno de los suelos mencionados.

Las hipótesis que se plantearon en este trabajo fueron las siguientes; encontrar un mayor número y una mayor diversidad de hongos, así como un mayor número de hongos antagónicos hacia Ph. omnivorum, en el suelo del nogueral con características de supresividad, de manera que se procedió a cumplir con los objetivos siguientes: a) determinar el número total de hongos; b) identificar las especies presentes; c) obtener el valor índice de importancia para los hongos encontrados en los suelos, y d) determinar el efecto antagónico in vitro de cada una de las especies de hongos encontradas en los suelos de los noguerales, en contra de Ph. omnivorum.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La presente investigación se realizó con los suelos provenientes de dos noguerales del ejido El Manantial que pertenece al municipio de Torreón, Coahuila. Un nogueral, llamado Manantial (M), tiene árboles cuyas edades de plantación en su mayor parte están entre 14 y 19 años; entre los árboles hay espacios de 10 x 10 m, y se encuentran intercaladas las variedades Western y Wichita. Este nogueral es de propiedad ejidal y se le prestan labores de cultivo básicas como poda, riegos, fertilización, etc. Al otro nogueral se le nombra Tierra Blanca (TB), y se encuentra a 2 Km de distancia de Manantial; la edad de la plantación es de 30 años aproximadamente, con una distancia entre los árboles de 10 x 10 m, con las mismas variedades. El segundo nogueral es de propiedad privada y en él se aplican prácticas de cultivo semejantes a las efectuadas en Manantial, aunque además se incorpora abono orgánico; en TB las prácticas de cultivo se aplican con una mayor continuidad y regularidad durante todo el año (Medina, 1980, y comunicación personal del Dr. Teodoro Herrera).

En los noguerales se detectó el ataque y la muerte de los árboles causados por Ph. omnivorum, aunque en TB el número de árboles atacados y muertos en los últimos años es menor en comparación con M. Las propiedades del suelo de TB pueden restringir de alguna manera parte de la patogenicidad de Ph. omnivorum y, en consecuencia, se considera que este suelo tiene características de supresividad hacia el hongo fitopatógeno; en contraste, el suelo de M permite una mayor patogenicidad de Ph. omnivorum en comparación con TB y, por

consiguiente, se le considera como un suelo conductivo hacia el hongo fitopatógeno.

Los sitios de estudio en cada nogueral constaron de 400 árboles, de los cuales se seleccionaron al azar 50, y de ellos se tomaron muestras de suelo a la mitad de la distancia entre el tronco y la cobertura de la copa, durante junio y agosto de 1985; posteriormente, durante enero de 1986, se seleccionaron 40 árboles y se tomaron muestras de suelo de la manera descrita.

Propiedades físicas y químicas de los suelos estudiados

Algunas propiedades físicas y químicas de los suelos estudiados fueron determinadas por el personal del Laboratorio de Edafología del Campo Agrícola Experimental de la Laguna, que pertenece a la SARH.

Datos climatológicos de la zona en estudio

Los datos climatológicos se obtuvieron del registro de la estación climatológica de Torreón, Coahuila, los que se publicaron en el Boletín Meteorológico Mensual en los meses de enero de 1985 a enero de 1986.

Obtención de muestras de suelo

Las muestras de suelo se extrajeron con una barrena de metal de 3 cm de diámetro, previamente desinfectada en alcohol etílico al 70%.

Durante los meses de junio y agosto de 1985 se extrajeron las muestras de suelo a profundidades de 15-20 y de 25-30 cm, respectivamente, en ambos noguerales; el número de muestras por nogueral en cada una de las anteriores profundidades fue de cincuenta. Posteriormente, durante el mes de enero de 1986 se extrajeron cuarenta muestras de suelo de cada una de las profundidades de 55-60 y de 85-90 cm en cada nogueral. Todas las muestras de suelo que se extrajeron fueron almacenadas a 4°C hasta su posterior procesamiento.

Contenido de humedad del suelo

Este se determinó con una muestra de suelo de 10 g proveniente de 10 submuestras (para cada profundidad y en cada nogueral), la cual se colocó en una estufa de circulación forzada de aire a una temperatura de 60°C durante 48 horas; después de este período de tiempo la muestra se pesó en una balanza analítica para determinar su peso seco; el contenido de humedad del suelo se calculó por diferencia de peso entre el suelo húmedo y el suelo seco.

Inoculación del suelo en placa de agar

Para cada una de las muestras de suelo extraídas se inocularon cinco placas con 0.005, 0.01 y 0.02 g de suelo obtenido de las profundidades de 15-20, de 25-30 y de 55-60, 85-90 cm, respectivamente; las cantidades de suelo que se emplearon como inóculo fueron ajustadas para que aparecieran no más de 100 colonias por placa.

El método descrito por Warcup (1950) se utilizó para inocular el suelo en las placas que contenían el medio de cultivo (DPELA) descrito por Papavizas y Davey (1959), el que se modificó y cuya fórmula se cita a continuación: dextrosa, 5.0 g; peptonas, 1.0 g; KH_2PO_4 , 1.0 g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.5 g; extracto de levadura, 2.0 g; extracto seco de bilis de buey, 2.0 g; propionato de sodio, 1.0 g; estreptomycin, 30 mg (se añadió después de esterilizado el medio y cuando éste presentó una temperatura de 45°C); agar, 20 g, y 1000 ml de agua destilada.

Número de hongos por gramo de suelo seco

Las placas inoculadas con el medio se incubaron durante cinco días a 27 (± 2)°C. En seguida se contaron las colonias de hongos que aparecieron en dichas placas y se calculó el número de hongos por gramo de suelo seco empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Número de hongos por gramo de suelo seco} = \frac{\text{Número promedio de colonias por placa}}{\text{Peso seco del suelo en gramos}}$$

Identificación de la micobiota encontrada

Las colonias de hongos que inicialmente aparecieron sobre las placas inoculadas con suelo y que se consideraron como especies distintas se transfirieron a nuevas placas, con el objeto de tener aislamientos axénicos; después los aislamientos axénicos se pasaron a tubos con medio inclinado (PDA con 2% de CaCO_3) y se almacenaron a 4°C para su posterior identificación.

Inicialmente los hongos se identificaron hasta género al utilizar los métodos y las claves consignadas por Barron (1968), Carmichael et al. (1980), Domisch et al. (1980), y von Arx (1981); la identificación a nivel de especie se logró en la mayoría de los casos al utilizar los medios de cultivo, las condiciones de incubación, los métodos de inoculación y las claves taxonómicas expuestas en los tratados que se indican en el cuadro 3.

Valor índice de importancia (Vii)

El Vii para cada una de las especies de hongos, excepto para Chaetomium spp., Penicillium spp., Phoma spp. y Trichoderma spp., se obtuvo registrando la densidad, la frecuencia y la abundancia de las especies de hongos que representaban las colonias que aparecieron sobre las placas inoculadas con el suelo; de los casos de los géneros Chaetomium, Penicillium, Phoma y Trichoderma su Vii se obtuvo al registrar todas las especies en conjunto que correspondieron a cada género, de la manera descrita. Los cálculos necesarios para obtener el Vii son semejantes a los que utilizaron Joshi y Chauhan (1982), y se muestran a continuación:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Número total de individuos de cada especie de hongos}}{\text{Número total de placas estudiadas}}$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número total de placas en las que una especie ocurrió}}{\text{Número total de placas estudiadas}} \times 100$$

$$\text{Abundancia} = \frac{\text{Número total de individuos de cada especie}}{\text{Número de placas ocupadas por esta especie}}$$

Por medio de estos cálculos se obtuvieron los valores relativos de la densidad, de la frecuencia y de la abundancia, de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad de una especie}}{\text{Densidad total de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de una especie}}{\text{Frecuencia total de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Abundancia relativa} = \frac{\text{Abundancia de una especie}}{\text{Abundancia total de todas las especies}} \times 100$$

Valor índice de importancia = Densidad relativa + Frecuencia relativa +
Abundancia relativa.

Prueba de antagonismo in vitro

La prueba de antagonismo in vitro que se realizó entre los hongos aislados del suelo en contra de Ph. omnivorum fue por triplicado y consistió en medir el porcentaje de inhibición del crecimiento radial (PICR) y la zona de inhibición (ZI) de este último hongo; esta prueba es semejante a la que emplearon Royse y Ries (1978), con algunas modificaciones en la temperatura de incubación y el tiempo de inoculación entre los hongos de prueba y Ph. omnivorum.

CUADRO 3. TRATADOS MICOLÓGICOS Y MEDIOS DE CULTIVO UTILIZADOS PARA IDENTIFICAR LAS ESPECIES DE LOS GÉNEROS DE HONGOS ENCONTRADOS EN LOS SUELOS DE LOS NOGUERALES DE TIERRA BLANCA Y DE MANANTIAL EN TORREÓN, COAHUILA

Géneros de hongos ^a	Medios de cultivo	Tratados micológicos
(ZYGOMYCOTINA) ^b		
<u>Actinomucor</u>	EMA ^c	Zycha <u>et al.</u> , 1969
<u>Mucor</u>	EMA	Zycha <u>et al.</u> , 1969
<u>Phycomyces</u>	EMA	Zycha <u>et al.</u> , 1969
<u>Rhizopus</u>	EMA	Zycha <u>et al.</u> , 1969
(DEUTEROMYCOTINA)		
<u>Acremonium</u>	EMA y PDA	Domsch <u>et al.</u> , 1980
<u>Allescheriella</u>	EMA y PDA	Ellis, 1971
<u>Alternaria</u>	PDA	Ellis, 1971
<u>Alveophoma</u>	EMA y PDA	Sutton, 1980
<u>Aspergillus</u>	EMA y CZ	Raper y Fennell, 1977
<u>Cerebella</u>	EMA y PDA	Ellis, 1971
<u>Chrysosporium</u>	EMA y PDA	Domsch <u>et al.</u> , 1980
<u>Cladosporium</u>	EMA y PDA	Ellis, 1971

^a Sólo se enlistan los géneros. Las especies identificadas de estos géneros se indican en el cuadro 8, en la sección de resultados; en algunos casos no se logró identificar la especie.

^b Los nombres entre paréntesis indican las subdivisiones a las que pertenecen los géneros de hongos.

^c Las siglas representan los medios de cultivo empleados, que se indican en la lista de abreviaturas. Los medios se prepararon de acuerdo a las formulaciones designadas en los correspondientes tratados micológicos, con objeto de ajustarse a las condiciones de cultivo en las que se basan las descripciones de las especies de los hongos.

Continuación del cuadro 3

Géneros de hongos	Medios de cultivo	Tratados micológicos
<u>Curvularia</u>	EMA y PDA	Ellis, 1971
<u>Cylindrocarpon</u>	EMA y PDA	Domsch <u>et al.</u> , 1980
<u>Dendrostilbella</u>	PDA	Barron, 1968
<u>Dictyoarthrinium</u>	EMA y PDA	Ellis, 1976
<u>Doratomyces</u>	EMA y PDA	Domsch <u>et al.</u> , 1980
<u>Drechslera</u>	EMA y PDA	Ellis, 1971 y 1976
<u>Echinochondrium</u>	PDA	Carmichael <u>et al.</u> , 1980
<u>Epicoccum</u>	EMA	Domsch <u>et al.</u> , 1980
<u>Fusarium</u>	PSA	Booth, 1971
<u>Gliocladium</u>	EMA	Domsch <u>et al.</u> , 1980
<u>Harposporium</u>	PDA	Barron, 1968
<u>Histoplasma</u>	EMA	Domsch <u>et al.</u> , 1980
<u>Johnstonia</u>	EMA y PDA	Ellis, 1971
<u>Metarrhizium</u>	EMA y PDA	Domsch <u>et al.</u> , 1980
<u>Minimedusa</u>	EMA y PDA	Domsch <u>et el.</u> , 1980
<u>Monilia</u>	PDA	Barron, 1968
<u>Paecilomyces</u>	EMA y PDA	Domsch <u>et al.</u> , 1980
<u>Papulaspora</u>	EMA y PDA	Domsch <u>et el.</u> , 1980
<u>Penicillium</u>	EMA, G25N y CZ	Pitt, 1979
<u>Pestalotia</u>	PDA	Sutton, 1980
<u>Phoma</u>	EMA	Sutton, 1980
<u>Rhizoctonia</u>	EMA	Barron, 1968
<u>Rhodotorula</u>	PDA	von Arx, 1981
<u>Scopulariopsis</u>	EMA y PDA	Domsch <u>et al.</u> , 1980

Continuación del cuadro 3

Géneros de hongos	Medios de cultivo	Tratados micológicos
<u>Scytalidium</u>	EMA y PDA	Ellis, 1971
<u>Stachybotrys</u>	EMA y PDA	Domsch <u>et al.</u> , 1980
<u>Starkeyomyces</u>	EMA y PDA	von Arx, 1981
<u>Trichoderma</u>	EMA y PDA	Domsch <u>et al.</u> , 1980
<u>Verticillium</u>	EMA y PDA	Domsch <u>et al.</u> , 1980
<u>Ulocladium</u>	EMA y PDA	Ellis, 1971
(ASCOMYCOTINA)		
<u>Ascotricha</u>	EMA y PDA	Ames, 1963
<u>Corynascus</u>	EMA y PDA	Domsch <u>et al.</u> , 1980
<u>Chaetomium</u>	EMA	Seth, 1970
<u>Emericella</u>	EMA y CZ	Raper y Fennell, 1977
<u>Emericellopsis</u>	EMA y PDA	Domsch <u>et al.</u> , 1980
<u>Eupenicillium</u>	EMA, G25N y CZ	Pitt, 1979
<u>Eurotium</u>	EMA y CZ	Raper y Fennell, 1977
<u>Gymnoascus</u>	EMA y PDA	von Arx, 1981
<u>Melanospora</u>	EMA y PDA	Domsch <u>et al.</u> , 1980
<u>Microascus</u>	EMA y PDA	Domsch <u>et al.</u> , 1980
<u>Neocosmospora</u>	EMA	Domsch <u>et al.</u> , 1980
<u>Neosartoria</u>	EMA y CZ	Raper y Fennell, 1977
<u>Thielavia</u>	EMA y PDA	Domsch <u>et al.</u> , 1980

La metodología que se empleó para realizar la prueba de antagonismo consistió en inocular en placa (que contenía PDA) cada uno de los hongos aislados (por separado) y Ph. omnivorum e incubar a $27 (\pm 1)^\circ\text{C}$ durante siete días; en seguida, se transfirieron dos cilindros (procedentes de los cultivos anteriores) de 5 mm de diámetro y se colocaron a una distancia de 5 cm entre sí en placas con PDA; uno de los cilindros correspondió al hongo potencialmente antagonico y el otro a Ph. omnivorum. Las placas se incubaron a $27 (\pm 1)^\circ\text{C}$ durante siete días; después de transcurrir el período anterior de incubación de las placas, se procedió a calcular el PICR empleando la siguiente fórmula:

$$\text{PICR} = \frac{r_1 - r_2}{r_1} \times 100$$

en donde r_1 y r_2 son los radios de mayor y de menor crecimiento, respectivamente, del hongo de prueba, que en este caso fue Ph. omnivorum.

Observaciones de las placas en cultivo dual de los hongos de prueba y Ph. omnivorum

Las placas que se inocularon con cada uno de los hongos de prueba (por separado) y Ph. omnivorum se observaron entre el séptimo y el vigésimo día después de ser inoculadas. Inicialmente se observó con el microscopio óptico el micelio de Ph. omnivorum procedente de la zona de contacto entre este hongo y cada hongo de prueba, para ver si se presentaban cambios en la apariencia del micelio del hongo fitopatogéno. Otra observación consistió en medir el avance de la colonia de los hongos de prueba sobre la colonia de Ph. omnivorum, o viceversa.

Número de bacterias por gramo de suelo

El número de bacterias totales por gramo de suelo seco para cada nogueral

se obtuvo siguiendo el método de dilución citado por Johnson y Curl (1972), y utilizando el medio de cultivo descrito por Lochhead (1940). De cada nogueral y para cada una de las cuatro profundidades del suelo (15-20, 25-30, 55-60 y 85-90 cm) se procesó una muestra procedente de una mezcla de 10 submuestras de 2.5 g cada una. Todas las diluciones por muestra se realizaron por quintuplicado.

Las muestras de suelo se tomaron durante el mes de enero de 1986 y se almacenaron a 4°C hasta su procesamiento en marzo de ese mismo año.

El número de bacterias totales por gramo de suelo seco se calculó de manera semejante al número de hongos por gramo de suelo seco, según la metodología que se describió anteriormente.

Cálculos estadísticos

Se realizó un análisis de varianza con los datos transformados con la fórmula $\sqrt{x+0.5}$, en donde x es el valor numérico que representan las colonias de hongos que se cuantificaron en cada placa inoculada con suelo, dividido entre el factor de dilución (cantidad de suelo seco que se agregó a cada placa); se aplicó la transformación citada con objeto de tener una distribución normal de los datos. El análisis de varianza corresponde a un diseño experimental de parcelas subdivididas, el que tuvo como primera variable la comparación del número total de hongos entre el suelo de TB y el de M, y como segunda variable la comparación del número de hongos que aparecieron en TB y en M a las distintas profundidades del suelo.

Posteriormente al análisis de varianza, se aplicó una comparación múltiple de medias con el objeto de detectar si el número de hongos del suelo registrado de los noguerales era estadísticamente diferente en las siguientes modalidades: a) si había diferencias en el número promedio de hongos del suelo entre TB y M (promedio de las cuatro profundidades en cada nogueral);

b) si las sumas de los promedios del número de hongos del suelo de los dos noguerales para la 1a, 2a, 3a y 4a profundidades, respectivamente, eran distintas; c) si existían diferencias entre las medias del número de hongos en las distintas profundidades en el suelo de un mismo nogueral, y d) si eran distintas las medias del número de hongos del suelo en las distintas profundidades y en los distintos suelos de los dos noguerales.

El diseño experimental que se empleó y las fórmulas que se utilizaron para el mismo análisis de varianza y la comparación múltiple de medias que se aplicó, están de acuerdo a Littley Hills (1979) y Reyes (1982).

RESULTADOS

Propiedades físicas y químicas de los suelos estudiados

El suelo de TB tiene un mayor contenido de materia orgánica, de calcio, de magnesio, de sodio y de nitrato, así como una mayor conductividad eléctrica, en comparación con el suelo de Manantial; también existe diferencia en la textura de los suelos, como se puede apreciar en el cuadro 4.

Datos climatológicos

Las temperaturas mínimas, máximas y medias durante el período de enero de 1985 a enero de 1986, como promedio, fueron de 8.3, de 39.0 y de 21.4°C, respectivamente; la precipitación total en dicho período fue de 512.3 mm, y la humedad relativa promedio fue de 34.6.

Número de hongos y bacterias por gramo de suelo seco

Los resultados del contenido de humedad del suelo, del número de hongos y del número de bacterias por gramo de suelo seco se muestran en el cuadro 5. El número de hongos fue mayor en TB que en M, excepto en la profundidad de 55-60 cm en donde hubo un menor número de hongos en TB.

En el suelo de TB a las profundidades de 15-20 y de 25-30 cm el número de hongos fue semejante, y mayor al número de hongos registrado del suelo de M a la profundidad de 15-20 cm. En el suelo de M hubo una diferencia de aproximadamente cuatro veces más en el número de hongos registrado en la profundidad de 15-20 cm en comparación con la profundidad de 25-30 cm del mismo nogueral.

CUADRO 5. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO Y NÚMERO DE HONGOS Y BACTERIAS POR GRAMO DE SUELO SECO EN LOS NOGUERALES DE TIERRA BLANCA (TB) Y MANANTIAL (M) EN TORREÓN, COAHUILA

Nombre del nogueral y profundidad del suelo en cm	Contenido de humedad (%) ^a	Número de hongos ^b por gramo de suelo seco	Número de bacterias ^c por gramo de suelo seco
TB 15-20	7.9	13.1×10^3	20.6×10^7
M 15-20	12.55	9.1×10^3	16.6×10^6
TB 25-30	8.50	13.3×10^3	17.4×10^6
M 25-30	12.61	2.5×10^3	58.6×10^5
TB 55-60	9.78	4.8×10^2	18.6×10^6
M 55-60	11.89	9.5×10^2	10.0×10^5
TB 85-90	8.36	9.0×10^2	6.1×10^5
M 85-90	10.74	5.5×10^2	12.9×10^5

^aSe obtuvo de una mezcla de 10 muestras de suelo para cada profundidad.

^bSe calculó a partir del recuento de 250 placas con medio DPELA para las muestras de 15-20 y de 25-30 cm, y del recuento de 200 placas con el mismo medio para las muestras de las profundidades de 55-60 y 85-90 cm.

^cPromedio de 5 diluciones para cada profundidad.

CUADRO 4. ANALISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LOS SUELOS^a DE LOS NOGUERALES TIERRA BLANCA (TB) Y MANANTIAL (M) LOCALIZADOS EN TORREÓN, COAHUILA

Características físicas del suelo	Nombre de los noguerales y profundidades de las muestras					
	TB 0-30 cm	M 0-30 cm	TB 60 cm	M 60 cm	TB 90 cm	M 90 cm
Arena %	31.64	41.64	45.64	63.64	53.64	63.64
Limo %	42.00	26.00	28.00	22.00	24.00	22.00
Arcilla %	26.36	32.36	26.36	14.36	22.36	14.36
Textura	franca	migajosa arcillosa	migajosa arcillosa arenosa	migajosa arenosa	migajosa arenosa	migajosa arcillosa arenosa
Características químicas del suelo						
CO ₂ total %	15.80	13.10	20.70	18.00	22.90	20.50
Materia orgánica	0.41	0.34	0.34	0.21	0.21	0.21
pH	7.8	7.9	7.5	8.0	7.5	7.6
Conductividad eléctrica en m mhos/cm	1.65	0.90	2.40	0.90	2.70	0.90
Calcio soluble en mg/l	7.2	4.4	12.0	4.4	14.4	7.0
Magnesio soluble en mg/l	3.6	2.4	5.4	2.4	6.4	4.8
Sodio soluble en mg/l	5.7	2.2	6.6	2.2	6.2	4.2
NO ₃ ppm	13.10	2.21	16.50	3.37	16.90	6.97
Fósforo ppm	10.0	12.0	10.0	7.6	9.6	10.0

^a Análisis realizados por el personal del Laboratorio de Edafología en el Campo Agrícola Experimental La Laguna en Matamoros, Coahuila.

El número de bacterias por gramo de suelo seco que se registró en el suelo de TB fue mayor en todas las profundidades en comparación con M, excepto en la profundidad de 85-90 cm en donde el número de bacterias fue aproximadamente el doble en el suelo de M en comparación con el suelo de TB.

Cálculos estadísticos

El análisis de varianza indica que no existen diferencias estadísticamente significativas (con un nivel de significancia del 5%) entre los hongos del suelo de TB y los hongos de M; no obstante, en dicho análisis se muestran las diferencias entre el número de hongos registrado en las diferentes profundidades en cada suelo de los noguerales (con un nivel de significancia del 1%), y se expresa que existen algunas diferencias (con un nivel de significancia del 5%) entre el número de hongos encontrado en algunas de las profundidades de los suelos de los dos noguerales, como se puede apreciar en el cuadro 6.

Por medio de la comparación múltiple de medias (con un nivel de significancia del 5%) se logró determinar que las medias del número de hongos en las profundidades de 15-20, de 25-30 y de 15-20 cm en los suelos de TB y de M, respectivamente, son estadísticamente iguales, y que difieren del resto de las medias que representan el número de hongos en las restantes profundidades de los suelos de los dos noguerales; estas últimas medias son estadísticamente iguales entre sí, como se señala en el cuadro 7.

Identificación de la micobiota encontrada

Se registraron 115 aislamientos taxonómicamente distintos en los suelos de TB y de M, de los cuales se identificaron 109 aislamientos hasta género y 84 hasta especie (incluyendo a Ph. omnivorum); seis aislamientos resultaron estériles y tres correspondieron a Aspergillus puniceus, los que difieren

CUADRO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE HONGOS REGISTRADO DE LOS SUELOS DE LOS NOGUERALES TIERRA BLANCA Y MANANTIAL EN TORREÓN, COAHUILA A LAS PROFUNDIDADES DE 15-20, 25-30, 55-60 y 85-90 cm

Fuente de variación	gl	SC	CM	F	F requerido	
				observado	5%	1%
Parcelas: suelo x parcelas de profundidad (subparcelas)	64	1369.63				
Parcelas de suelo (subparcelas)	15	904.72				
Bloques	7	855.71	122.10	30.52	3.79	7.00
Suelos	1	21.30	21.30	5.33	5.59	12.25
Error a	7	28.33	4.00			
Profundidades	3	168.89	55.30	10.00 ^{***}	2.83	4.29
Suelo x profundidades	3	6.20	20.41	3.70 ^{**}		
Error b	43	237.91	5.53			

^{**}Significativo al nivel del 5%.

^{***}Significativo al nivel del 1%.

CUADRO 7. COMPARACIÓN MÚLTIPLE DE MEDIAS* DEL NÚMERO DE HONGOS REGISTRADO DE LOS NOGUERALES TIERRA BLANCA Y MANANTIAL EN TORREÓN, COAHUILA, A LAS PROFUNDIDADES DE 15-20, 25-30, 55-60 y 85-90 cm^{***}

Nombre de los noguerales	Profundidad del suelo en cm				Medias del suelo
	15-20	25-30	55-60	85-90	
Tierra Blanca	7.34 a ^{****}	7.40 a	2.30 b	3.08 b	5.03 a
Manantial	6.20 a	3.30 b	3.16 b	2.64 b	4.42 a
Medias de las profundidades	6.77 a	5.35 a	2.73 b	2.86 b	

*A las medias representadas aquí se les aplicó la transformación $\sqrt{x + 0.5}$.

^{***}Se aplicó la prueba de Duncan a nivel de significancia del 5% para comparar las medias en las siguientes modalidades: para medias entre suelos es de 1.79; para las medias entre las profundidades es de 2.54; para las medias entre las profundidades en el mismo tipo de suelo es de 3.59, y para las medias entre las profundidades entre los dos diferentes tipos de suelo es de 3.59.

^{****}Las medias seguidas por la misma letra son estadísticamente iguales.

notablemente entre sí.

La diversidad de especies de los hongos encontrados en los suelos de TB y M fue semejante. Los aislamientos de hongos taxónomicamente distintos que aparecieron en el suelo de TB fueron de 75, 51, 32 y de 23 en las profundidades de 15-20, 25-30, 55-60 y de 85-90 cm, respectivamente; mientras que los aislamientos taxónomicamente distintos que se registraron en M fueron de 78, 57, 29 y de 28 a las profundidades de 15-20, 25-30, 55-60 y de 85-90 cm, respectivamente, como se puede apreciar en el cuadro 8.

Valor índice de importancia (Vii)

El Vii que se obtuvo para las especies de Penicillium, Phoma, Trichoderma y Chaetomium no se determinó individualmente, sino por medio del recuento de todas las especies que aparecieron sobre las placas que contenían el medio para hongos del suelo; esto se debió a que las especies de un género formaron colonias muy semejantes entre sí sobre el medio de cultivo en las placas.

El Vii que exhibieron los hongos del suelo que se encontraron en TB y en M se pueden apreciar en el cuadro 9. En el suelo del nogueral de TB a la profundidad de 15-20 cm, los hongos con un mayor Vii fueron: Acremonium furcatum y Fusarium oxysporum, con un Vii de 48.02 y de 74.02, respectivamente; Aspergillus puniceus, Penicillium rolfsii, Penicillium spp. y Neosartoria fischseri mostraron un Vii de 25.64, 69.14, 100 y de 70.00, respectivamente, en la profundidad de 25-30 cm; Alternaria alternata y Penicillium spp. tuvieron un Vii de 81.93 y de 100, respectivamente, en la profundidad de 55-60 cm; y Alternaria alternata y Penicillium spp. exhibieron un Vii de 100 y de 43, respectivamente, a la profundidad de 85-90 cm. En el suelo de M los hongos con un Vii fueron: Aspergillus puniceus (aislamiento 1), Fusarium oxysporum y Penicillium spp. con un Vii de 25.64, 63.59 y de 52.12,

respectivamente, en la profundidad de 15-20 cm; Fusarium oxysporum y Penicillium spp. mostraron un Vii de 82.42 y de 47.62, respectivamente, en la profundidad de 25-30 cm; Alternaria alternata y Penicillium spp. presentaron un Vii de 100 y de 25.40, respectivamente, en la profundidad de 55-60 cm; y Alternaria alternata y Penicillium spp. mantuvieron un Vii de 60.99 y de 43.40, respectivamente, en la profundidad de 85-90 cm.

Prueba de antagonismo in vitro

Los resultados de la prueba de antagonismo in vitro de las especies de hongos que se probaron en contra de Ph. omnivorum se aprecian en el cuadro 10. El número de especies de hongos que provocó un porcentaje de inhibición del crecimiento radial (PICR) mayor al 40% sobre Ph. omnivorum fue de 34, de las cuales Alveophoma sp., Minimedusa sp., Scytalidium lignicola, Trichoderma hamatum, T. pseudokoningii, Trichoderma sp. y el micelio estéril blanco aislamiento 1, causaron un PICR de 100% sobre Ph. omnivorum.

Solamente 15 de las especies que se probaron produjeron una zona de inhibición del crecimiento de Ph. omnivorum; de estas especies únicamente Penicillium waksmanii logró mantener una zona de inhibición después de 10 días de permanecer en las placas en cultivo dual con Ph. omnivorum.

Observaciones de las placas en cultivo dual de los hongos de prueba y Ph. omnivorum

El micelio de Ph. omnivorum en la zona de contacto con los hongos de prueba después de dos semanas se transformó en una capa de células de forma y consistencia semejantes a las que constituyen los esclerocios del hongo fitopatígeno. Los hongos de prueba que indujeron en Ph. omnivorum a la formación de la capa de células mencionada fueron: Acremonium sp.

aislamiento 1, Allescheriella sp., Chaetomium gracile, Ch. murorum, Ch pilu-
liferum, Dendrostilbella sp., Fusarium dimerum, Phoma betae y Ph. medicaginis.

Después de 16 días en que el micelio de Ph. omnivorum estuvo en contacto con Rhodotorula sp., el primero produjo conidióforos y conidios característicos de la especie.

La colonia de algunos hongos de prueba (después de dos semanas) avanzó y cubrió entre un 90 y un 100% de la colonia de Ph. omnivorum; los hongos de prueba que presentaron este comportamiento fueron: Aspergillus candidus, A. clavatus, A. niger, A. terricola, Dictyoarthrinium quadratum, Fusarium dimerum, F. ventricosum, Melanospora sp., Neosartoria fischeri, Penicillium funiculosum, P. megasporum, P. viridicatum y Rhizopus arrhizus. En contraste, Ph. omnivorum logró invadir en un 100% a la colonia de varias especies de hongos al permanecer en contacto dos semanas en cultivo dual en placa; las especies de hongos que Ph. omnivorum invadió fueron: Alternaria alternata, Chaetomium sp. aislamiento 1 y Rhodotorula sp.

Finalmente, Ph. omnivorum y el resto de las especies de hongos no citadas arriba mantuvieron un equilibrio o un ligero avance en uno o en otro sentido cuando permanecieron en cultivo dual en placa después de dos semanas.

Ph. omnivorum produjo un pigmento de color moreno rojizo en la mayoría de los casos en que logró invadir las colonias de los hongos de prueba, o cuando logró detener el avance de dichos hongos; en contraste, el hongo fitopatógeno no produjo pigmento alguno y sus hifas no adquirieron un color moreno, en la mayoría de los casos en los que su colonia fue invadida entre un 90 y un 100% por los hongos de prueba.

CUADRO 8. ESPECIES DE HONGOS ENCONTRADAS EN LOS SUELOS DE LOS NOGUERALES TIERRA BLANCA (TB) Y MANANTIAL (M)
EN TORREÓN, COAHUILA

Especies de hongos encontradas	Nombre de los noguerales y profundidades del suelo en cm							
	TB	M	TB	M	TB	M	TB	M
	15-20	15-20	25-30	25-30	55-60	55-60	85-90	85-90
(ZYGOMYCOTINA)^a								
<u>Actinomucor elegans</u>	+	+	-	+	+	-	+	+
<u>Mucor</u> sp.	+	+	-	+	-	-	-	-
<u>Phycomyces</u> sp.	+	+	+	+	-	-	-	-
<u>Rhizopus arrhizus</u>	-	+	+	+	+	+	+	+
(DEUTEROMYCOTINA)								
<u>Acremonium furcatum</u>	+	+	+	+	+	+	-	-
<u>A. polychromum</u>	-	-	-	-	-	-	-	+
<u>Acremonium</u> sp. aislamiento 1	+	+	-	-	-	-	-	-
<u>Acremonium</u> sp. aislamiento 2	+	+	-	-	-	-	-	-
<u>Allescheriella</u> sp.	+	+	-	+	-	-	-	+

^a Los nombres entre paréntesis indican la subdivisión a la que pertenecen los hongos.

+ Especies presentes.

- Especies no presentes.

Continuación del cuadro 8

Especies de hongos encontradas	Nombre de los noguerales y profundidades del suelo en cm							
	TB	M	TB	M	TB	M	TB	M
	15-20	15-20	25-30	25-30	55-60	55-60	85-90	85-90
<u>Alternaria alternata</u>	+	+	+	+	+	+	+	+
<u>Alveophoma sp.</u>	+	-	-	-	-	-	-	-
<u>Aspergillus candidus</u>	-	+	+	+	-	-	+	+
<u>A. clavatus</u>	-	-	-	-	-	+	-	-
<u>A. crustosus</u>	+	+	+	+	+	-	-	+
<u>A. flavus</u>	+	+	+	+	-	+	-	-
<u>A. melleus</u>	-	+	-	-	-	-	-	-
<u>A. multicolor</u>	-	-	-	-	-	-	-	+
<u>A. niger</u>	+	+	+	+	+	+	+	+
<u>A. ostianus</u>	+	+	+	+	-	-	-	-
<u>A. puniceus</u> aislamiento 1	+	+	+	+	-	-	-	-
<u>A. puniceus</u> aislamiento 2	-	+	-	+	-	-	-	-
<u>A. puniceus</u> aislamiento 3	-	-	-	-	+	-	-	-
<u>A. sparsus</u>	+	+	+	+	+	-	-	-
<u>A. sydowi</u>	-	-	-	-	+	+	-	-
<u>A. terreus</u>	+	+	-	-	-	-	-	-

Continuación del cuadro 8

Especies de hongos encontradas	Nombre de los noguerales y profundidades del suelo en cm							
	TB	M	TB	M	TB	M	TB	M
	15-20	15-20	25-30	25-30	55-60	55-60	85-90	85-90
<u>A. terricola</u>	+	+	+	+	-	-	-	+
<u>A. unguis</u>	-	-	-	-	+	-	-	-
<u>Cerebella andropogonis</u>	+	-	+	-	-	-	-	-
<u>Chrysosporium sp.</u>	+	-	-	-	-	-	-	-
<u>Cladosporium cladosporioides</u>	-	+	-	-	-	+	+	+
<u>Curvularia tuberculata</u>	+	-	+	-	-	-	-	-
<u>Cylindrocarpon olidum</u>	+	-	+	+	-	-	-	-
<u>Dendrostilbella sp.</u>	+	+	-	+	-	-	-	-
<u>Dictyoarthrinium quadratum</u>	-	-	-	-	-	-	+	+
<u>Doratomyces microsporus</u>	+	+	-	-	-	-	-	+
<u>D. stemonitis</u>	+	+	-	-	-	-	-	-
<u>Drechslera sp.</u>	-	-	-	-	+	-	-	-
<u>Echinochondrium sp.</u>	-	+	-	-	-	-	-	-
<u>Epicoccum purpurascens</u>	+	+	-	+	-	-	-	-
<u>Fusarium dimerum</u>	+	+	+	+	-	-	-	-
<u>F. oxysporum</u>	+	+	+	+	+	+	-	+

Continuación del cuadro 8

Especies de hongos encontradas	Nombre de los noguerales y profundidades del suelo en cm							
	TB	M	TB	M	TB	M	TB	M
	15-20	15-20	25-30	25-30	55-60	55-60	85-90	85-90
<u>F. ventricosum</u>	+	+	+	-	-	-	-	-
<u>Fusarium</u> sp.	+	+	-	-	-	-	-	-
<u>Gliocladium roseum</u>	+	+	-	+	-	-	-	-
<u>Harposporium</u> sp.	+	+	-	-	-	-	-	-
<u>Histoplasma</u> sp.	+	+	+	+	+	-	-	-
<u>Johnstonia colocasiae</u>	-	-	-	-	-	-	+	-
<u>Metarrhizium anisopliae</u>	+	-	-	-	-	-	-	-
<u>Minimedusa</u> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-
<u>Monilla</u> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-
<u>Paecilomyces fumosoroseus</u>	+	+	-	+	-	-	-	+
<u>Paecilomyces</u> sp.	-	-	-	-	-	+	+	+
<u>Papulaspora immersa</u>	-	-	+	+	-	-	-	-
<u>P. irregularis</u>	-	-	-	-	+	-	-	-
<u>Penicillium chrysogenum</u>	+	+	+	+	+	+	-	-
<u>P. donkii</u>	-	-	-	-	-	+	-	+
<u>P. expansum</u>	+	+	+	+	+	+	-	-

Continuación del cuadro 8.

Especies de hongos encontradas	Nombre de los noguerales y profundidades del suelo en cm							
	TB 15-20	M 15-20	TB 25-30	M 25-30	TB 55-60	M 55-60	TB 85-90	M 85-90
<u>P. funiculosum</u>	-	-	-	-	+	+	-	-
<u>P. grisoroseum</u>	+	+	+	+	+	+	-	-
<u>P. islandicum</u>	+	+	-	+	-	-	-	-
<u>P. madriti</u>	-	-	-	-	-	-	+	+
<u>P. megasporum</u>	-	-	+	+	+	-	-	-
<u>P. olsonii</u>	-	-	-	-	+	+	+	+
<u>P. purpurogenum</u>	+	+	+	+	+	+	-	-
<u>P. restrictum</u>	+	+	+	+	-	-	-	-
<u>P. rolfsii</u>	-	-	+	+	+	+	-	-
<u>P. variabile</u>	-	-	-	-	-	-	+	+
<u>P. viridicatum</u>	-	-	-	-	-	-	+	+
<u>P. waksmanii</u>	-	-	-	-	-	-	+	+
<u>Pestalotia pezizoides</u>	+	+	-	-	-	-	-	-
<u>Phoma betae</u>	+	+	+	-	-	-	+	-
<u>Ph. capitulum</u>	+	+	-	-	+	+	-	-
<u>Ph. destructiva</u>	+	+	+	+	-	-	-	-

Continuación del cuadro 8

Especies de hongos encontradas	Nombre de los noguerales y profundidades del suelo en cm							
	TB	M	TB	M	TB	M	TB	M
	15-20	15-20	25-30	25-30	55-60	55-60	85-90	85-90
<u>Ph. glomerata</u>	+	+ ²	-	-	-	-	-	-
<u>Ph. heredicola</u>	-	-	-	-	-	-	+	+
<u>Ph. medicaginis</u>	+	+	-	-	-	-	-	-
<u>Rhizoctonia sp.</u>	+	-	-	+	-	-	-	-
<u>Rhodotorula sp.</u>	+	+	+	+	+	-	+	-
<u>Scopulariopsis brevicaulis</u>	+	+	+	+	-	+	-	-
<u>S. chartarum</u>	+	+	-	+	+	-	-	-
<u>Scytalidium lignicola</u>	+	-	-	-	-	-	-	-
<u>Stachybotrys chartarum</u>	+	+	+	+	-	+	-	-
<u>S. zeae</u>	+	+	-	+	-	-	+	-
<u>Starkeyomyces koorchalomoides</u>	+	+	+	+	-	-	-	-
<u>Trichoderma hamatum</u>	+	+	+	+	+	+	-	-
<u>T. pseudokoningii</u>	+	+	+	+	+	+	-	-
<u>Trichoderma sp.</u>	+	+	+	+	+	+	-	-
<u>Verticillium lateritium</u>	+	+	+	+	-	+	-	-
<u>Ulocladium atrum</u>	+	+	-	-	-	-	-	-

Continuación del cuadro 8

Especies de hongos encontradas	Nombre de los noguerales y profundidades del suelo en cm							
	TB	M	TB	M	TB	M	TB	M
	15-20	15-20	25-30	25-30	55-60	55-60	85-90	85-90
Micelio estéril amarillo	+	-	-	-	-	-	-	-
Micelio estéril blanco aislamiento 1	-	+	+	-	-	-	-	-
Micelio estéril blanco aislamiento 2	+	+	+	+	-	-	-	-
Micelio estéril oscuro aislamiento 1	+	+	+	+	-	-	-	-
Micelio estéril oscuro aislamiento 2	+	+	+	-	-	-	-	-
Micelio estéril verde	+	-	-	-	-	-	-	-
(ASCOMYCOTINA)								
<u>Ascotricha guamensis</u>	-	+	-	-	-	-	-	-
<u>Corynascus sepedonium</u>	-	-	-	+	-	-	-	-
<u>Chaetomium gracile</u>	-	-	-	-	-	-	+	-
<u>Ch. leucophora</u>	-	-	+	+	-	-	-	-
<u>Ch. murorum</u>	+	+	+	+	-	-	-	-
<u>Ch. piluliferum</u>	+	+	+	+	-	-	-	-

Continuación del cuadro 8

Especies de hongos encontradas	Nombre de los noguerales y profundidades del suelo en cm							
	TB	M	TB	M	TB	M	TB	M
	15-20	15-20	25-30	25-30	55-60	55-60	85-90	85-90
<u>Chaetomium</u> sp. aisamiento 1	-	-	+	+	-	-	-	-
<u>Chaetomium</u> sp. aisamiento 2	-	-	-	-	-	+	+	+
<u>Emericella nidulans</u>	-	-	-	-	+	-	-	-
<u>E. varicolor</u>	-	-	-	-	-	-	+	+
<u>Emericellopsis terricola</u>	-	+	-	-	-	-	-	-
<u>Eupenicillium egyptiacum</u>	+	+	+	+	-	-	-	-
<u>Eurotium amstelodamii</u>	+	+	+	+	+	+	+	+
<u>Gymnoascus reessii</u>	-	-	-	-	+	+	-	-
<u>Melanospora</u> sp.	+	+	-	+	-	-	-	-
<u>Microascus trigonosporus</u>	+	+	+	+	-	-	-	+
<u>Neocosmospora</u> sp.	+	+	-	-	-	-	-	-
<u>Neosartoria fischeri</u>	-	-	+	+	-	-	-	-
<u>Thielavia terricola</u>	+	-	-	-	-	-	-	-

CUADRO 9. VALOR ÍNDICE DE IMPORTANCIA^a DE LOS HONGOS DEL SUELO ENCONTRADOS EN LOS NOGUERALES TIERRA BLANCA (TB) Y MANANTIAL (M) EN TORREÓN, COAHUILA

Especies de hongos encontradas	Nombre de los noguerales y profundidades del suelo en cm							
	TB 15-20	M 15-20	TB 25-30	M 25-30	TB 55-60	M 55-60	TB 85-90	M 85-90
(ZYGOMYCOTINA)^b								
<u>Actinomucor elegans</u>	3.50	1.40	—	1.43	23.70	—	19.80	3.25
<u>Mucor</u> sp.	2.15	1.17	—	2.64	—	—	—	—
<u>Phycomyces</u> sp.	4.18	4.26	0.48	1.55	—	—	—	—
<u>Rhizopus arrhizus</u>	—	1.04	0.66	3.62	8.34	7.62	13.72	—
(DEUTEROMYCOTINA)								
<u>Acremonium furcatum</u>	48.02	8.49	1.35	3.95	2.85	3.50	—	—
<u>A. polychromum</u>	—	—	—	—	—	—	—	3.30
<u>Acremonium</u> sp. aislamiento 1	0.82	1.17	—	—	—	—	—	—
<u>Acremonium</u> sp. aislamiento 2	0.82	0.82	—	—	—	—	—	—
<u>Allescheriella</u> sp.	4.79	4.90	—	1.22	—	—	—	17.37

^a La metodología para obtener el valor índice de importancia se explica en el texto.

^b Los nombres entre paréntesis indican la subdivisión a la que pertenecen los hongos.

— Datos no obtenidos puesto que no se encontraron los hongos en esas profundidades.

Continuación del cuadro 9

Especies de hongos encontradas	Nombre de los nogerales y profundidades del suelo en cm							
	TB	M	TB	M	TB	M	TB	M
	15-20	15-20	25-30	25-30	55-60	55-60	85-90	85-90
<u>Alternaria alternata</u>	0.82	0.82	6.72	6.68	81.93	100	100	60.99
<u>Alveophoma</u> sp.	0.82	—	—	—	—	—	—	—
<u>Aspergillus candidus</u>	—	4.45	1.51	1.55	—	—	0.82	3.30
<u>A. clavatus</u>	—	—	—	—	—	2.00	—	—
<u>A. crustosus</u>	2.55	7.19	0.82	6.7	3.02	—	—	2.50
<u>A. flavus</u>	1.74	14.02	11.50	15.25	—	2.73	—	—
<u>A. melleus</u>	—	0.82	—	—	—	—	—	—
<u>A. multicolor</u>	—	—	—	—	—	—	—	1.55
<u>A. niger</u>	5.40	6.71	6.58	6.79	6.72	9.43	4.74	16.19
<u>A. ostianus</u>	7.13	4.27	4.08	5.52	—	—	—	—
<u>A. puniceus</u> aislamiento 1	10.05	25.64	33.14	4.10	—	—	—	—
<u>A. puniceus</u> aislamiento 2	—	0.93	—	1.38	—	—	—	—
<u>A. puniceus</u> aislamiento 3	—	—	—	—	0.08	—	—	—
<u>A. sparsus</u>	2.32	12.06	0.48	11.21	3.78	—	—	—
<u>A. sydowi</u>	—	—	—	—	0.34	0.65	—	—

Continuación del cuadro 9

Especies de hongos encontradas	Nombre de los noguerales y profundidades del suelo en cm							
	TB	M	TB	M	TB	M	TB	M
	15-20	15-20	25-30	25-30	55-60	55-60	85-90	85-90
<u>A. terreus</u>	2.04	0.81	-	-	-	-	-	-
<u>A. terricola</u>	0.82	6.50	0.48	1.22	-	-	-	6.60
<u>A. unguis</u>	-	-	-	-	0.82	-	-	-
<u>Cerebella andropogonis</u>	0.82	-	0.48	-	-	-	-	-
<u>Chrysosporium sp.</u>	2.42	-	-	-	-	-	-	-
<u>Cladosporium cladosporioides</u>	-	0.81	-	-	-	4.63	13.68	14.87
<u>Curvularia tuberculata</u>	0.82	-	0.48	-	-	-	-	-
<u>Cylindrocarpon olidum</u>	0.82	-	0.48	1.22	-	-	-	-
<u>Dendrostilbella sp.</u>	0.82	0.93	-	1.37	-	-	-	-
<u>Dictyoarthrinium quadratum</u>	-	-	-	-	-	-	0.82	0.82
<u>Doratomyces microsporus</u>	8.97	1.30	-	-	-	-	-	1.55
<u>D. stemonitis</u>	0.82	0.82	-	-	-	-	-	-
<u>Drechslera sp.</u>	-	-	-	-	2.00	-	-	-
<u>Echinochondrium sp.</u>	-	0.08	-	-	-	-	-	-
<u>Epicoccum purpurascens</u>	1.68	1.17	-	1.40	-	-	-	-

Continuación del cuadro 9

Especies de hongos encontradas	Nombre de los noguerales y profundidades del suelo en cm							
	TB	M	TB	M	TB	M	TB	M
	15-20	15-20	25-30	25-30	55-60	55-60	85-90	85-90
<u>Fusarium dimerum</u>	4.09	0.88	0.48	2.50	-	-	-	-
<u>Fusarium oxysporum</u>	74.09	63.59	5.13	82.42	3.78	13.48	-	22.70
<u>Fusarium ventricosum</u>	3.76	1.04	0.48	-	-	-	-	-
<u>Fusarium sp.</u>	3.38	12.08	-	-	-	-	-	-
<u>Gliocladium roseum</u>	8.72	1.47	-	16.73	-	-	-	-
<u>Harposporium sp.</u>	0.82	0.82	-	-	-	-	-	-
<u>Histoplasma sp.</u>	0.82	2.53	1.18	2.73	3.78	-	-	-
<u>Johnstonia colocasiae</u>	-	-	-	-	-	-	1.82	-
<u>Metarrhizium anisopliae</u>	1.05	-	-	-	-	-	-	-
<u>Minimedusa sp.</u>	0.82	-	-	-	-	-	-	-
<u>Monilia sp.</u>	0.82	-	-	-	-	-	-	-
<u>Paecilomyces fumosoroseus</u>	1.28	21.86	-	4.85	-	-	-	4.83
<u>Paecilomyces sp.</u>	-	-	-	-	-	2.00	6.68	1.55
<u>Papulaspora immersa</u>	-	-	0.91	0.99	-	-	-	-
<u>P. irregularis</u>	-	-	-	-	5.49	-	-	-

Continuación del cuadro 9

Especies de hongos encontradas	Nombre de los nogerales y profundidades del suelo en cm							
	TB	M	TB	M	TB	M	TB	M
	15-20	15-20	25-30	25-30	55-60	55-60	85-90	85-90
<u>Penicillium</u> spp.	19.44	52.12	100	47.62	100	25.40	43.11	43.40
<u>P. rolfsii</u>	—	—	69.14	1.22	—	—	—	—
<u>Pestalotia pezizoides</u>	1.26	0.82	—	—	—	—	—	—
<u>Phoma</u> spp.	1.81	1.92	2.35	3.85	2.25	—	2.41	1.55
<u>Rhizoctonia</u> sp.	1.05	—	—	0.82	—	—	—	—
<u>Rhodotorula</u> sp.	2.51	0.93	1.09	1.38	3.02	—	3.00	—
<u>Scopulariopsis brevicaulis</u>	4.49	1.94	0.48	1.89	—	2.00	—	—
<u>S. chartarum</u>	0.82	0.82	—	1.38	2.27	—	—	—
<u>Scytalidium lignicola</u>	0.82	—	—	—	—	—	—	—
<u>Stachybotrys chartarum</u>	0.94	1.04	2.60	4.64	—	22.15	—	—
<u>S. zeae</u>	3.50	3.46	—	2.08	—	—	7.82	—
<u>Starkeyomyces koorchalomoides</u>	1.17	0.81	2.27	1.21	—	—	—	—
<u>Trichoderma</u> spp.	6.83	2.25	0.48	1.38	15.49	10.03	—	—
<u>Verticillium lateritium</u>	9.43	10.27	1.87	14.65	—	3.41	—	—
<u>Ulocladium atrum</u>	1.05	0.81	—	—	—	—	—	—
Micelio estéril amarillo	1.86	—	—	—	—	—	—	—

Continuación del cuadro 9

Especies de hongos encontradas	Nombre de los noguerales y profundidades del suelo en cm							
	TB 15-20	M 15-20	TB 25-30	M 25-30	TB 55-60	M 55-60	TB 85-90	M 85-90
Micelio estéril blanco aislamiento 1	-	1.76	1.18	-	-	-	-	-
Micelio estéril blanco aislamiento 2	19.88	1.17	6.76	1.21	-	-	-	-
Micelio estéril oscuro aislamiento 1	19.83	6.67	4.14	9.94	-	-	-	-
Micelio estéril oscuro aislamiento 2	0.82	1.86	2.05	-	-	-	-	-
Micelio estéril verde	0.82	-	-	-	-	-	-	-
(ASCOMYCOTINA)								
<u>Ascotricha guamensis</u>	-	3.38	-	-	-	-	-	-
<u>Corynascus sepedonium</u>	-	-	-	1.21	-	-	-	-
<u>Chaetomium</u> spp.	2.27	7.40	1.17	3.44	2.27	4.63	0.82	0.82
<u>Emericella nidulans</u>	-	-	-	-	1.25	-	-	-
<u>E. varicolor</u>	-	-	-	-	-	-	0.08	0.08
<u>Emericellopsis terricola</u>	-	0.81	-	-	-	-	-	-

Continuación del cuadro 9

Especies de hongos encontradas	Nombre de los noguerales y profundidades del suelo en cm							
	TB	M	TB	M	TB	M	TB	M
	15-20	15-20	25-30	25-30	55-60	55-60	85-90	85-90
<u>Eupenicillium</u> <u>egyptiacum</u>	1.85	1.73	0.09	0.76	-	-	-	-
<u>Eurotium</u> <u>amstelodamii</u>	0.82	7.50	1.41	4.40	5.30	2.33	19.87	12.79
<u>Gymnoascus</u> <u>reessii</u>	-	-	-	-	3.78	2.77	-	-
<u>Melanospora</u> sp.	0.82	1.17	-	1.39	-	-	-	-
<u>Microascus</u> <u>trigonosporus</u>	5.20	7.50	-	3.12	-	-	-	28.97
<u>Neocosmospora</u> sp.	2.33	1.20	-	-	-	-	-	-
<u>Neosartoria</u> <u>fischeri</u>	-	-	70.00	0.82	-	-	-	-
<u>Thielavia</u> <u>terricola</u>	0.82	-	-	-	-	-	-	-

CUADRO 10. PORCENTAJE DE INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO RADIAL (PICR) Y ZONA DE INHIBICIÓN (ZI) DE LOS HONGOS AISLADOS DEL SUELO DE LOS NOGUERALES TIERRA BLANCA Y MANANTIAL EN CONTRA DE Phymatotrichum omnivorum^a

Hongos	PICR	ZI en mm	Hongos	PICR	ZI en mm
(ZYGOMYCOTINA) ^b					
<u>Actinomucor elegans</u>	0	0	<u>A. flavus</u>	58	0
<u>Mucor</u> sp.	np	np	<u>A. melleus</u>	50	0
<u>Phycomyces</u> sp.	np	np	<u>A. multicolor</u>	np	np
<u>Rhizopus arrhizus</u>	72	0	<u>A. niger</u>	50	0
			<u>A. ostianus</u>	0	0
(DEUTEROMYCOTINA)					
<u>Acremonium furcatum</u>	58	0	<u>A. puniceus</u> aislamiento 1	0	0
<u>A. polychromum</u>	0	0	<u>A. puniceus</u> aislamiento 2	0	0
<u>Acremonium</u> sp. aislamiento 1	0	0	<u>A. puniceus</u> aislamiento 3	0	0
<u>Acremonium</u> sp. aislamiento 2	0	0	<u>A. sparsus</u>	50	0
<u>Allescheriella</u> sp.	0	0	<u>A. sydowi</u>	0	0
<u>Alternaria alternata</u>	0	0	<u>A. terreus</u>	50	10
<u>Alveophoma</u> sp.	100	50	<u>A. terricola</u>	45	0
<u>Aspergillus candidus</u>	53	0	<u>A. unguis</u>	0	0
<u>A. clavatus</u>	42	0	<u>Cerebella</u> <u>andropogonis</u>	0	0
<u>A. crustosus</u>	20	0			

^a Promedio de tres repeticiones.

^b El nombre entre paréntesis indica la subdivisión a la que pertenecen los hongos.

np No se probó.

Continuación del cuadro 10

Hongos	PICR	ZI en mm	Hongos	PICR	ZI en mm
<u>Chrysosporium</u> sp.	0	0	<u>Minimedusa</u> sp.	100	50
<u>Cladosporium</u> <u>cladosporioides</u>	0	0	<u>Monilia</u> sp.	np	np
<u>Curvularia</u> <u>tuberculata</u>	0	0	<u>Paecilomyces</u> <u>fumosoroseus</u>	50	6
<u>Cylindrocarpon</u> <u>olidum</u>	0	0	<u>Paecilomyces</u> sp.	72	10
<u>Dendrostilbella</u> sp.	50	5	<u>Papulaspora</u> <u>immersa</u>	60	0
<u>Dictyoarthrinium</u> <u>quadratum</u>	0	0	<u>P. irregularis</u>	55	0
<u>Doratomyces</u> <u>microsporus</u>	0	0	<u>Penicillium</u> <u>chrysoqenum</u>	35	20
<u>D. stemonitis</u>	0	0	<u>P. donkii</u>	0	0
<u>Drechslera</u> sp.	0	0	<u>P. expansum</u>	np	np
<u>Echinochondrium</u> sp.	np	np	<u>P. funiculosum</u>	0	0
<u>Epicoccum</u> <u>purpurascens</u>	np	np	<u>P. grisoroseum</u>	np	np
<u>Fusarium</u> <u>dimerum</u>	30	0	<u>P. islandicum</u>	np	np
<u>F. oxysporum</u>	57	0	<u>P. madriti</u>	22	3
<u>F. ventricosum</u>	50	0	<u>P. megasporum</u>	0	0
<u>Fusarium</u> sp.	np	np	<u>P. olsonii</u>	0	0
<u>Gliocladium</u> <u>roseum</u>	0	0	<u>P. purpuroqenum</u>	0	0
<u>Harposporium</u> sp.	0	0	<u>P. restrictum</u>	0	0
<u>Histoplasma</u> sp.	50	0	<u>P. rolfsii</u>	50	0
<u>Johnstonia</u> <u>colocasiae</u>	np	np	<u>P. variable</u>	0	0
<u>Metarrhizium</u> <u>anisopliae</u>	0	0	<u>P. viridicatum</u>	0	0
			<u>P. waksmanii</u>	40	25
			<u>Pestalotia</u> <u>pezizoides</u>	70	0

Continuación del cuadro 10

Hongos	PICR	ZI en mm	Hongos	PICR	ZI en mm
<u>Phoma betae</u>	0	0	Micelio estéril blanco aislamiento 2	0	0
<u>Ph. capitulum</u>	0	0	Micelio estéril oscuro aislamiento 1	0	0
<u>Ph. destructiva</u>	0	0	Micelio estéril oscuro aislamiento 2	0	0
<u>Ph. glomerata</u>	0	0	Micelio estéril verde	0	0
<u>Ph. heredicola</u>	0	0			
<u>Ph. medicaginis</u>	0	0			
<u>Rhizoctonia sp.</u>	np	np	(ASCOMYCOTINA)		
<u>Rhodotorula sp.</u>	0	0	<u>Ascotricha guamensis</u>	0	0
<u>Scopulariopsis brevicaulis</u>	np	np	<u>Corynascus sepedonium</u>	0	0
<u>S. chartarum</u>	0	0	<u>Chaetomium gracile</u>	50	0
<u>Scytalidium lignicola</u>	100	50	<u>Ch. leucophora</u>	0	0
<u>Stachybotrys chartarum</u>	0	0	<u>Ch. murorum</u>	0	0
<u>S. zeae</u>	0	0	<u>Ch. piluliferum</u>	45	0
<u>Starkeyomyces koorchalomooides</u>	40	7	<u>Chaetomium sp. aislamiento 1</u>	0	0
<u>Trichoderma hamatum</u>	100	50	<u>Chaetomium sp. aislamiento 2</u>	np	np
<u>T. pseudokoningii</u>	100	50	<u>Emericella nidulans</u>	0	0
<u>Trichoderma sp.</u>	100	50	<u>E. varicolor</u>	50	0
<u>Verticillium lateritium</u>	0	0	<u>Emericellopsis terricola</u>	0	0
<u>Ulocladium atrum</u>	np	np	<u>Eupenicillium egyptiacum</u>	0	0
Micelio estéril amarillo	0	0	<u>Eurotium amstelodamii</u>	0	0
Micelio estéril blanco aislamiento 1	100	50	<u>Gymnoascus reessii</u>	0	0

Continuación del cuadro 10

Hongos	PICR	ZI en mm
<u>Melanospora</u> sp.	40	0
<u>Microascus</u> <u>trigonosporus</u>	0	0
<u>Neocosmospora</u> sp.	80	0
<u>Neosartoria</u> <u>fischeri</u>	58	0
<u>Thielavia</u> <u>terricola</u>	45	0

DISCUSIÓN

La carencia de perfiles en los suelos estudiados, los resultados del análisis químico y la acumulación de arcilla sugieren que estos suelos son de formación reciente y se encuentran en un período de evolución edáfica (Boul et al., 1981).

La acumulación de arcilla en los suelos estudiados probablemente se debe al arrastre del suelo cercano por el agua de riego. Aunque la concentración de arcilla difiere alrededor del 10% en ambos tipos de suelo, en TB esta se mantiene distribuida en proporciones semejantes en las tres profundidades del suelo que se muestrearon; en contraste, en M la arcilla se encuentra acumulada en su mayor parte entre 0 y 30 cm. La arcilla de TB parece haber sido distribuida homogéneamente por un efecto de redistribución provocado por el crecimiento de las raíces de los árboles de nogal y la aplicación de un mayor número de riegos en este nogueral.

Los noguerales estudiados se encuentran en una zona de suelos áridos pero, como se discutió anteriormente, los suelos han experimentado cambios originados por la intervención del hombre al implantar el cultivo del nogal; todos los cambios arriba descritos sin duda ejercen una influencia sobre la microbiota del suelo, que a su vez interactúa con Ph. omnivorum.

La hipótesis inicial de este trabajo respecto a encontrar un mayor número de hongos en el suelo de TB en comparación con el suelo de M no es apoyada por los resultados experimentalmente obtenidos, puesto que solamente se detectó que el número de hongos del suelo en TB a la profundidad de 25-30 cm fue mayor al registrado en M a la misma profundidad, como se hace notar en

el cuadro 7; no obstante, el registro de los hongos del suelo se vio afectado por la fungistasis que se presentó en ambos suelos estudiados.

Se sabe que la bacteriostasis presente en el suelo puede afectar el recuento de bacterias en las placas de agar inoculadas con diluciones en serie (Brown, 1973). Al parecer, la fungistasis en el suelo afectó el número de hongos registrado en los suelos estudiados; esto se puso de manifiesto al encontrar una marcada variación en el recuento de hongos procedentes de las profundidades de 15-20 y de 25-30 cm en el suelo de M; una evidencia más apreciable de la fungistasis del suelo se observó cuando inicialmente se inocularon 100 placas de agar con suelo de TB procedente de la profundidad de 55-60 cm, en cuyo caso no apareció una sola colonia de hongos en las placas inoculadas, por lo que las inoculaciones posteriores del suelo en las placas se realizaron con el suelo previamente secado al aire (en este caso con un contenido de humedad de 9.78%), como se en el cuadro 5. Aunque altos contenidos de humedad en el suelo (alrededor de 20%) disminuyen la cantidad de esporas presentes y en consecuencia el número de colonias que aparecen en las placas que se inoculan con el suelo (Alexander, 1976), este fenómeno no parece ser la causa de la ausencia de las colonias en las placas inoculadas con suelo húmedo de TB a la profundidad de 55-60 cm; también se descarta la posibilidad de que las esporas en el suelo que permaneció almacenado (a 4°C hasta su procesamiento) hayan perdido completamente su viabilidad, pues Stotzky *et al.* (1962) detectaron un incremento del número de hongos en muestras de suelo (con un contenido de materia orgánica mayor al 6%) almacenadas durante tres meses a una temperatura entre 20 y 25°C.

El origen de la fungistasis en los suelos estudiados se detectó por un método indirecto, como lo es la variación del número de colonias que aparecieron sobre las placas inoculadas con suelo húmedo, y posteriormente en suelo semejante pero seco al aire; se estima que la fungistasis que se presentó es

de origen biológico, y en particular que es causada por los Actinomycetes, porque que estos microorganismos aparecieron abundantemente en las placas que se hicieron para cuantificar las bacterias totales, según se muestra en el cuadro 5, además de que estos microorganismos son los más abundantes en suelos alcalinos (como los estudiados, con un pH de 7.5-8) y se encuentran ampliamente distribuidos a profundidades mayores de 30 cm (Alexander, 1976).

El número de hongos por gramo de suelo seco es mayor en suelos ácidos que en suelos alcalinos (Alexander, 1976); existe también una correlación que indica la existencia de un mayor número de hongos a medida que aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo (Joshi, 1983). Christensen (1969) encontró notables diferencias en el número de hongos del suelo de acuerdo al tipo de vegetación, con 33 mil hongos por gramo de suelo seco en un suelo de bosque de maple, y 842 mil en un suelo de bosque de roble. Los suelos de TB y M tuvieron alrededor de 13 mil hongos por gramo de suelo seco a la profundidad de 15-20 cm, registro que es semejante al número de hongos del suelo encontrado por Chavez *et al.* (1976) quien cuantificó los hongos de un suelo alcalino (con un pH de 8.2-8.4) y con un bajos contenido de materia orgánica (menor de 0.5%).

La diversidad de hongos encontrados, en los suelos de los dos noguerales fue semejante (con más de 100 especies); estos resultados invalidan la segunda hipótesis planteada en este trabajo, que indica que debería de haber una mayor diversidad de hongos en el suelo de TB en comparación al suelo de M. Según Joshi (1983), una gran diversidad de hongos en el suelo (alrededor de 70 especies) sugiere que el ecosistema es inestable, como ocurre con algunos monocultivos y, al parecer, también en los suelos de TB y M.

El VII representa una medida de la biomasa de los organismos y del aprovechamiento de la materia orgánica por estos en su medio (Muller y Ellenberg, 1974). Se considera en este trabajo que los hongos que mostraron

un Vii superior a 25 son capaces de aprovechar mejor los recursos en los suelos de TB y de M. Dichos hongos fueron los siguientes: Acremonium furcatum, Alternaria alternata, Aspergillus puniceus aislamiento 1, Fusarium oxysporum, Penicillium rolfsii, Penicillium spp. y Neosartoria fischeri. Cada uno de estos hongos es favorecido en su desarrollo por algunas de las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

Algunos autores han obtenido evidencias de cuáles factores favorecen la presencia y el papel que desempeñan algunos hongos del suelo semejantes a los encontrados en los suelos de TB y de M; Acremonium furcatum ha sido aislado abundantemente de suelos arenosos y con un alto contenido de sales (Domsch et al., 1980); se sabe que Fusarium oxysporum es un hongo que se incrementa notablemente en los suelos asociados a los cultivos agrícolas (Nash y Snyder, 1965), y que es capaz de competir con otros hongos en los restos vegetales que se encuentran en el suelo (Park, 1959); algunas especies de Penicillium y Aspergillus tienen la capacidad de colonizar la materia orgánica en el suelo sólo cuando esta presenta un contenido de humedad entre 86 y 94% (Griffin, 1963; Chen y Griffin, 1966).

Alternaria alternata mostró un Vii considerable (mayor a 60) en ambos suelos estudiados, sólo a las profundidades de 55-60 y de 85-90 cm; este comportamiento es posible que se debiera a la competencia ejercida por otros microorganismos (incluyendo a los hongos) en las profundidades de suelo de 15-20 y de 25-30 cm.

Fusarium oxysporum y Acremonium furcatum tuvieron un Vii apreciable (74.09 y 48.02, respectivamente) en el suelo de TB a la profundidad de 15-20 cm; no obstante, sus Vii decrecieron apreciablemente en la profundidad de 25-30 cm (con un Vii de 5.13 y 1.35, respectivamente); aunque no se tiene ninguna evidencia del origen de estos cambios tan marcados, se plantea como

hipótesis que las especies de Penicillium y Neosartoria fischeri ejercieron un efecto significativo en la reducción de los Vii de Fusarium oxysporum y Acremonium furcatum, puesto que Penicillium spp. y Neosartoria fischeri presentaron unos Vii de 19.44 y de 0, respectivamente, a la profundidad de 15-20 cm; y de 100 y de 70.00, respectivamente, a la profundidad de 25-30 cm en el suelo de TB.

Los resultados de la prueba de antagonismo in vitro, de los hongos aislados de los suelos estudiados, hacia Ph. omnivorum, apoyansólo parcialmente otra de las hipótesis que se plantearon en este trabajo, la que mencina que en el suelo de TB se debería de encontrar un mayor número de hongos antagonicos in vitro, en comparación con el de M; en el suelo de TB a las profundidades de 15-20 y de 25-30 cm fueron aislados Fusarium oxysporum, Acremonium furcatum, Penicillium rolfsii y Neosartoria fischeri, con un PICR y un Vii considerable, como se muestra en los cuadros 9 y 10, y Fusarium oxysporum solamente se aisló en el suelo de M y se comportó de manera semejante a la anterior. La prueba de antagonismo in vitro indicó que los hongos probados en contra de Ph. omnivorum tuvieron un PICR considerable (34 de los aislamientos provocaron un PICR mayor al 40% sobre el hongo fitopatógeno); no obstante, estos hongos no se presentaron frecuentemente en las profundidades de 55-60 y de 85-90 cm, razón por la cual la hipótesis mencionada anteriormente no se cumple por completo.

Los hongos con un Vii más significativo en el suelo de TB a las profundidades de 15-20 y de 25-30 cm, y que mantuvieron in vitro considerables PICR en contra de Ph. omnivorum como Acremonium furcatum, Fusarium oxysporum, Penicillium rolfsii y Neosartoria fischeri, pueden tener un efecto más importante en la restricción de la supervivencia de Ph. omnivorum en el suelo de TB, que solamente F. oxysporum con un Vii y un PICR destacados en contra del hongo fitopatógeno en el suelo de M.

Por otra parte, aunque algunos hongos mostraron un PICR sobresaliente en contra de Ph. omnivorum, por ejemplo, Alveophoma sp., Minimedusa sp., Scytalidium lignicola, Trichoderma hamatum, T. pseudokoningii, Trichoderma sp. y el aislamiento estéril blanco J (todos con un PICR de 100), exhibieron un Vii menor y, en consecuencia, se estima que estos hongos tienen un efecto menos importante que A. furcatum, F. oxysporum, P. rolfsii y N. fischeri en la posible restricción de la supervivencia de Ph. omnivorum en el suelo de ambos noguerales estudiados.

La formación de esclerocios de Ph. omnivorum en el suelo podría ser estimulada por algunos hongos pues, como se señaló en la sección de resultados, algunos hongos inducen in vitro la formación de células muy semejantes a las que constituyen sus esclerocios. También es posible que la formación de conidios de Ph. omnivorum en el suelo sea favorecida por algunas levaduras, ya que in vitro Rhodotorula sp. indujo la esporulación de dicho hongo.

Como mecanismo de defensa de los hongos ante un ambiente hostil (incluyendo los efectos de microorganismos antagónicos y/o competidores) estos producen melaninas (Bell y Wheeler, 1986). Al respecto, en este trabajo se encontró que varios hongos que invadieron la colonia de Ph. omnivorum, entre un 90 y un 100% después de dos semanas en la prueba de antagonismo in vitro, restringieron notablemente la producción de melaninas del hongo en cuestión, debido a que este no fue capaz de producir el pigmento color moreno rojizo que se difunde en las placas de agar, y que sus hifas no adquirieron el color moreno característico debido a la producción de melaninas. Los hongos que in vitro redujeron la formación aparente de melaninas de Ph. omnivorum, podrían ser importantes en la restricción de la supervivencia del hongo fitopatógeno en el suelo, pues se sabe que los hongos que no producen melaninas (por alguna razón) son muy susceptibles al ataque por parte de otros

microorganismos y pierden su viabilidad cuando ocurren pequeños cambios de temperatura y de humedad en el medio que los circunscribe (Bell y Wheeler, 1986).

El patrón de intensidad del ataque de microorganismos hacia los monocultivos de plantas puede ser constante a través de los años o puede alcanzar una intensidad máxima en los primeros años y después descender notablemente (Shipton, 1977). Los datos obtenidos por Median (1980) indican que, en el cultivo del nogal en La Comarca Lagunera, el 1.5% (promedio) de los árboles mayores de ocho años mueren por el ataque de Ph. omnivorum, y que un promedio de 4.5% de los árboles entre 16-20 años presentan síntomas del ataque por el hongo fitopatógeno. En consecuencia, el cultivo del nogal en La Comarca Lagunera parece comportarse como un monocultivo en el que el ataque de Ph. omnivorum disminuye después de alcanzar una máxima intensidad. Este comportamiento parece deberse a la inducción de cierta supresividad en el suelo (causado por el monocultivo del nogal) hacia Ph. omnivorum.

Los factores que determinan la supresividad en un suelo hacia un hongo fitopatógeno pueden ser de índole físicoquímica o biológica. Hancock (1979) obtuvo evidencias de que ciertas sustancias químicas en algunos suelos son las responsables de la supresividad en estos hacia Pythium ultimum. Alabouvette et al. (1979) comprobaron que la micobiota determinó la supresividad en el suelo hacia Fusarium oxysporum f. sp. melonis, y que la presencia en este tipo de suelo de Fusarium oxysporum fue capaz de sostener la supresividad en un 75% hacia el hongo fitopatógeno.

Hornby (1979) discute las evidencias obtenidas por varios autores con respecto a la intensidad del ataque de Gaeumannomyces graminis hacia el trigo; las observaciones indicaron que el hongo fitopatógeno atacó el trigo con una mayor intensidad en los primeros ciclos anuales del cultivo pero descendió notablemente después de seis años en algunos suelos; el descenso en la

intensidad del ataque de G. graminis hacia el cultivo de trigo fue relacionado con cambios en la microbiota del suelo y con cambios en la disminución de la patogenicidad del hongo. De manera semejante, la disminución del ataque del nogal en el suelo causado por Ph. omnivorum se podría explicar por la intervención de más de un factor físico, químico o biológico, de acuerdo al tipo de suelo en que se desarrolle.

Los resultados obtenidos en este trabajo no se consideran suficientes para explicar la supresividad del suelo de TB hacia Ph. omnivorum en comparación con M: no obstante, los resultados sugiere que por lo menos Actinomyces furcatus, Fusarium oxysporum, Penicillium rolfii y Neosartoria fischeri podrían ser capaces de restringir la supervivencia de Ph. omnivorum en el suelo de TB, que es el nogueral que presenta un menor número de árboles atacados por el hongo fitopatógeno.

Aunque el comportamiento in vitro de los hongos difiere notablemente de su comportamiento en el suelo, ciertas especies de Trichoderma son capaces de inhibir a varios hongos fitopatógenos, tanto in vitro como en el suelo. Arora (1980) determinó in vitro que Fusarium lini fue atacado por dos especies de hongos, las cuales mantuvieron su efecto en la rizosfera del lino sobre dicho hongo, y que dos especies más de hongos, que fueron incapaces de atacarlo in vitro lo hicieron en la rizosfera de la planta.

Se sugiere que para un mejor conocimiento de las causas que inducen la disminución del ataque de Ph. omnivorum hacia el cultivo del nogal, es necesario realizar más investigaciones relacionadas con el papel que juegan los microorganismos en los suelos. Dichas investigaciones se podrían encaminar a: 1) verificar si los hongos que inhibieron in vitro a Ph. omnivorum lo pueden hacer en el suelo y/o en la rizosfera; 2) cuantificar las bacterias, y en particular los Actinomycetes, en el suelo y en la rizosfera; 3) registrar la microbiota de la raíz y de la rizosfera del nogal; 4) determinar el efecto

que tiene la microbiota de la raíz y de la rizosfera en contra de Ph. omnivorum, y 5) determinar que efectos tienen las raíces del nogal sobre la microbiota de la raíz y de la rizosfera.

LITERATURA CITADA

- Alabouvette, C., F. Rouxel y J. Louvet, 1979. Characteristics of Fusarium wilt suppressive soils and prospect for their utilization in biological control. En: Soil Borne Plant Pathogens. B. Shipers y W. Gams (eds.) Academic Press, Londres, 686 pp.
- Arora, D. F., 1980. Inter-fungus interaction between Fusarium lini Bolley some saprophytic fungi isolated from Linum usitatissimum L. roots. Plant and Soil 54: 207-214.
- Alexander, M., 1976. Introduction to Soil Microbiology, 2a ed. John Wiley & Sons; Nueva York, 467 pp.
- Ames, L. M., 1961. A Monograph of the Chaetomiaceae. U.S.A. Army Res. & Devel. Ser. No. 2, 125 pp.
- Arx, J. A. von, 1981. The Genera of Fungi Sporulating in Pure Culture, 3a ed. J. Cramer, Vaduz, 424 pp.
- Baker, K. F. y R. J. Cook, 1974. Biological Control of Plant Pathogens. Freeman and Co., San Francisco, 433 pp.
- Barron, G. L., 1968. The Genera of Hyphomycetes from Soil. Williams and Wilking, Baltimore, 364 pp.
- Bell, A. A. y M. H. Wheeler, 1986. Biosynthesis and functions of fungal melanins. Ann. Rev. Phytopathol. 24: 411-451.
- Boletín climatológico mensual especial para agricultura . 1985-1986. Dirección General de Servicios Meteorológicos. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, vols. 11 y 12.

- Booth, C., 1971. The Genus Fusarium. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, 237 pp.
- Brown, M. E., 1973. Soil bacteriostasis limitation in growth of soil and rhizosphere bacteria. Can. J. Microbiol. 19: 195-199.
- Boul, S. W., F. D. Hole y R. J. McCracken, 1981. Génesis y clasificación de suelos. Trillas, México, 417 pp.
- Carmichael, J. W., W. B. Kendrick., I. L. Connors y L. Sigler, 1980. Genera of Hyphomycetes. The University of Alberta Press, Edmonton, Alberta, Canadá, 386 pp.
- Clark, F. E., 1942. Experiments toward the control of the take-all disease of wheat and the Phymatotrichum root rot of cotton. USDA. Tech. Bull. 835. 27 pp.
- Cook, R. J., 1979. Antagonism and biological control: concluding remarks. En: Soil Borne Plant Pathogens. B. Schippers y W. Gams (eds.). Academic Press, Londres, 686 pp.
- Chavez, H. B., H. E. Bloss., A. M. Bolyle y G. A. Gries, 1976. Effects of crop residues in soil on Phymatotrichum omnivorum root rot of cotton. Mycopathologia 58: 1-7.
- Chen, A. W. y D. M. Griffin, 1966. Soil physical factors and the ecology of fungi I. Trans. Br. Mycol. Soc. 49: 419-426.
- Christensen, M., 1969. Soil microfungi of dry to mesic conifer-hardwood forests in northern Wisconsin. Ecology 50: 9-27.
- Domsch, K. H., W. Gams y T. H. Anderson, 1980. Compendium of Soil Fungi. 2 Vols. Academic Press, Nueva York; Vol. 1, 859 pp.; Vol. 11, 405 pp.
- Ellis, M. B., 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, 608 pp.
- Ellis, M. B., 1976. More Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, 507 pp.

- Griffin, D. M., 1963. Soil physical factors and the ecology of fungi I. Trans. Br. Mycol. Soc. 46: 373-377.
- Hancock, J. G., 1979. Occurrence of soil suppressive to Pythium ultimum En: Soil Borne Plant Pathogens. B. Schippers y W. Gams (eds.). Academic Press, Londres, 686 pp.
- Hervey, R. J. y H. Hunn, 1963. Influence of associated bacteria and starch on the growth and infectiveness of the Phymatotrichum root rot fungus. Texas Rept. Biol. Med. 21: 102.
- Johnson, L. F. y E. A. Curl, 1972. Methods for Research on the Ecology of Soil-Borne Plant Pathogens. Burgess Publishing Co., Minneapolis, 287 pp.
- Joshi, I. J., 1983. Investigations into the soil mycoecology of Chambal ravines of India II. Plant and Soil 73: 117-186.
- Joshi, I. J. y R. K. S. Chauhan, 1982. Investigations into the soil mycoecology of Chambal ravines of India I. Plant and Soil 66: 329-338.
- Kenerly, C. M., M. J. Jager y R. W. Jones, 1984. Fungi associated with sclerotia of Phymatotrichum omnivorum in Texas soils. Phytopathology 74: 863.
- King, C. J., 1937. A method for the control of cotton root rot in the irrigated southwest. USDA Circ. 425. 9 pp.
- King, C. J. y E. D. Eaton, 1934. Influence of soil moisture on longevity of cotton root rot sclerotia. J. Agric. Res. 49: 793-798.
- King, C. J. y C. Hope, 1932. Distribution of the cotton root rot fungus in soil and plant tissues in relation to control by disinfectants. J. Agric. Res. 45: 725-740.
- Hornby, D., 1979. Take-all decline: A theorist's paradise. En: Soil Borne Plant Pathogens. B. Schippers y W. Gams (eds.). Academic Press, Londres, 686 pp.

- Hornby, D., 1983. Suppressive soil. Ann. Rev. Phytopathol. 21: 65-85.
- Little, T. M. y F. J. Hills, 1979. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trad. Anatolio de Paula Crespo. Trillas, México, p 79-94.
- Lochhead, A. G., 1940. Qualitative studies of soil microorganisms III. Influence of plant growth on the character of the bacteria flora. Can. J. Res. 18 (c): 42-53.
- Lyda, S. D., 1978. Ecology of Phymatotrichum omnivorum. Ann. Rev. Phytopathol. 16: 193-209.
- Medina, M. C., 1980. Marco de referencia del cultivo del noqal en la Comarca Lagunera. CAELA, INIA, SARH, México.
- Muller, D. y H. Ellenberg, 1974. Aims and Methods of Vegetations Ecology. John Wiley & Sons, Nueva York, p 118-120.
- Muller, J. P., R. B. Hine., D. A. Pennington y S. J. Ingle, 1983. Relationship of soil cations to the distribution of Phymatotrichum omnivorum. Phytopathology 73: 1365-1368.
- Nash, S. M. y W. C. Snyder, 1965. Quantitative and qualitative comparisons of Fusarium populations in cultivated fields and noncultivated parent soils. Can. J. Bot. 43: 939-945.
- Neal, D. C. y E. R. Collins, 1936. Concentration of ammonia necessary in a low-lime phase of Houston clay soil to kill the cotton root rot fungus, Phymatotrichum omnivorum. Phytopathology 26: 1030-1032.
- Papavizas, G. C. y Ch. B. Davey, 1959. Evaluation of various media and antimicrobial agents for isolation of soil fungi. Soil Science 88: 112-117.
- Park, D., 1959. Some aspects of biology of Fusarium oxysporum Schi. in soil. Ann. Bot. 23: 35-49.

- Percy, R. G., 1983. Potential range of Phymatotrichum omnivorum as determined by edaphic factors. Plant Disease 67: 981-983.
- Pitt, J. I., 1979. The Genus Penicillium and its Teleomorphic States Eupenicillium and Talaromyces. Academic Press, Londres, 634 pp.
- Raper, K. B. y D. I. Fennell, 1977. The Genus Aspergillus. Robert. E. Kriger Pub. Co., Huntinton, Nueva York, 686 pp.
- Reyes, C. R., 1982. Diseño de experimentos aplicados. Trillas, México, 344 pp.
- Rogers, C. H., 1942. Cotton root rot studies with special reference to sclerotia, cover crops, rotations, tillage, seeding rates, soil fungicides and effects on seed quality. Texas Agr. Exp. Sta., Bull. 614. 45 pp.
- Royse, D. J. y S. M. Ries, 1978. The influence of fungi isolated from peach twigs on the pathogenicity of Cytospora cincta. Phytopathology 68: 603-607.
- Rush, C. M., T. J. Gerik y S. D. Lyda. 1984. Interactions between Phymatotrichum omnivorum and Sorghum bicolor. Plant Disease 68: 500-501.
- Seth, H. K., 1970. A Monograph of the Genus Chaetomium. Nova Hedwigia 37: 1-133.
- Shipton, P. J., 1977. Monoculture and soilborne plant pathogens. Ann. Rev. Phytopathol. 15: 387-407.
- Smith, N. S. y W. C. Snyder, 1971. Relationship of inoculum density and soil type to severity of Fusarium wilt sweet potatoes. Phytopathology 61: 1049-1051.
- Stotzky, G., R. D. Goos y M. I. Timonin, 1962. Microbial changes occurring in soil as a result of storage. Plant and Soil 16: 1-18.
- Streets, R. B. y H. E. Bloss, 1973. Phymatotrichum Root Rot. Phytopathological Monograph 8, American Phytopathological Soc. St. Paul, MN. 38 pp.

Sutton, B. C., 1980. The Coelomycetes. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, 696 pp.

Taubenhaus, J. J., 1936. Laboratory studies on longevity of sclerotia. Annual Rept. Texas Agric. Exp. Stn. 49: 203-206.

Warcup, J. H., 1950. The soil plate method for isolation of fungi from soil. Nature 166: 117.

Wheeler, J. E. y R. B. Hine, 1972. Influence of soil temperature and moisture on survival and growth of strand of Phymatotrichum omnivorum. Phytopathology 62: 828-832.

Zycha, H., R. Siepmann y G. Linnemann, 1969. Mucorales. Cramer, Lehre, 356 pp.

Lista de abreviaturas

CZ = Czapek, medio de cultivo para hongos

DPELA = Medio de cultivo para hongos que contiene dextrosa, peptona, extracto de levadura y agar

EMA = Medio de cultivo para hongos que contiene extracto de levadura y agar

G25N = Medio de cultivo para hongos que contiene gliceról y nitrato

M = Manantial, nombre de uno de los noguerales estudiados

PDA = Medio de cultivo para hongos que contiene papa, dextrosa y agar

PICR = Porcentaje de inhibición del crecimiento radial

PSA = Medio de cultivo para hongos que contiene papa, sacarosa y agar

SARH = Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos

TB = Tierra Blanca, nombre de uno de los noguerales estudiado

Vii = Valor índice de importancia

ZI = Zona de inhibición