

MICROBIOTA ASOCIADA CON LAS RAÍCES DEL NOGAL INFECTADAS POR
*Phymatotrichum omnivorum**

por Gerardo Pérez,
Teodoro Herrera y
José A. Samaniego**

FUNGI ASSOCIATED WITH ROOT TISSUE INFECTED BY *Phymatotrichum*
omnivorum

SUMMARY

The fungal population in pecan roots, attacked by *Phymatotrichum omnivorum*, which were obtained from 0-30, 31-60, 61-90, and 91-120 cm depths in the soil was monitored by culturing root tissue segments in potato-dextrose-agar and cornmeal-agar. Root segments were washed in running water for 24 h and debarked to expose the discolored areas infected by the pathogens; pieces of root tissue of 0.5 cm in length were obtained from the central area, the area between the center and the margin, from the marginal area of discolored root tissue, and from the proximal apparently healthy (white) root tissues outside the discolored areas. These root tissue segments were surface sterilized and plated in both media for recuperating and identifying the fungi. *Ph. omnivorum* was not recovered from any tissue related to the different lesion positions. But nine genera of fungi were recovered, with no difference in frequency of total colonies related either to depth or position from which the roots were obtained. *Gliocladium roseum*, *Fusarium spp.* and *Penicillium spp.* were the fungi isolated in the highest frequency. The frequency of *G. roseum* and *Fusarium spp.* colonies isolated from roots obtained at 0-60 cm was higher (Chi square, $p=0.5$) than those obtained from 61-120 cm, while *Penicillium* colonies were isolated at the highest frequency from the lesions in roots obtained from 91-120 cm. No relationship was found among the presence of *G. roseum*, *Penicillium spp.* and *Fusarium spp.*

*Modificación del trabajo de tesis de licenciatura presentada por el primer autor.

**Campo Agrícola Experimental de La Laguna. CIFAP-INIFAP-SARH. Matamoros, Coah. Apartado Postal No. 1.

RESUMEN

La micobiota de las raíces del nogal invadidas y dañadas por *Phymatotrichum omnivorum* se determinó en secciones de las mismas, que se extrajeron de cuatro profundidades (0-30, 31-60, 61-90 y 91-120 cm). Después de eliminar la corteza se tomaron arbitrariamente cuatro tipos de segmentos de 0.5 cm de largo: uno del centro, otro entre el centro y el margen, un tercero del margen de la lesión o parte dañada, y el cuarto del tejido sin daño visible. Todos los segmentos fueron esterilizados superficialmente y colocados en papa dextrosa agar o harina de maíz agar para recobrar los hongos, y para su posterior identificación. El número total de hongos recobrados fue similar en los dos medios de cultivo, en las diferentes posiciones de donde se tomó el tejido, y en las cuatro profundidades de las que se extrajeron las raíces (prueba de X^2 , $p=0.05$). De los nueve géneros de hongos aislados, las especies más frecuentemente recobradas fueron: *Gliocladium roseum*, *Fusarium spp.* y *Penicillium spp.*; la presencia de los dos primeros fue más alta (prueba de X^2 , $p=0.05$) entre 0-60 cm que en las otras dos profundidades, mientras que *Penicillium spp.* predominó en las raíces extraídas de 91-120 cm. No se encontró correlación significativa ($p=0.05$) entre la presencia de *G. roseum* y/o *Penicillium spp.* y la de *Fusarium spp.* *Ph. omnivorum* no fue aislado de los segmentos de raíces del nogal.

INTRODUCCIÓN

"La pudrición texana" se reconoce como una de las 10 enfermedades más importantes en plantas causadas por un solo hongo, *Phymatotrichum omnivorum* Shear (Duggar), especie que puede atacar a más de 2000 especies de plantas cultivadas y silvestres (Lyda, 1978). Las plantas que son atacadas y muertas por *Ph. omnivorum* forman manchones dentro del campo de cultivo; esta distribución, al parecer, se origina por la regulación que la microbiota nativa del suelo tiene sobre el hongo fitopatógeno (Baker y Cook, 1974). Estos autores consideran también que el hongo en cuestión es un competidor pobre en la materia orgánica en descomposición y que probablemente pueda defender débilmente los sustratos que colonizó y que se descomponen en el suelo. Como hipótesis de este trabajo se plantea la siguiente: las raíces invadidas por *Ph. omnivorum* son colonizadas inmediatamente por hongos que se les conoce como fuertemente competidores, como *Trichoderma*, *Fusarium*, *Penicillium*, etc. Los objetivos de este trabajo son: 1) determinar la micobiota que coloniza las raíces del nogal después de que son atacadas por dicho hongo fitopatógeno; 2) determinar alguna relaciones entre la presencia de algunos hongos con la presencia del fitopatógeno, y 3) determinar la relación entre los hongos en las raíces consideradas anteriormente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Area de estudio. El presente trabajo se realizó en el Campo Agrícola Experimental de La Laguna, ubicado en el Km 17.5 de la carretera Torreón-Matamoros, Coahuila.

Selección del árbol y procesamiento de sus raíces. Dentro del Campo Experimental se escogió un árbol de nogal infectado con *Ph. omnivorum*, patógeno determinado por la sintomatología avanzada de pudrición texana y presencia de cordones miceliales sobre la corteza de las raíces. A este árbol se le fueron descubriendo las raíces y se tomaron 25 secciones de longitud y diámetro variables para cada una de las profundidades de 0 a 30, 31 a 60, 61 a 90 y 91 a 120 cm; a continuación, las secciones de raíz se lavaron en una corriente de agua durante 24 h y después fueron llevadas al laboratorio para su procesamiento.

Selección y tratamiento de las secciones de raíces. A cada trozo de raíz se le separó la corteza, y tanto del tejido visiblemente afectado como del sano se extrajeron segmentos de aproximadamente 0.5 cm de diámetro. Las ubicaciones de donde se tomaron los segmentos fueron: una al centro, otra entre el centro y el margen, la tercera en el margen del tejido afectado, y una más a 0.5 cm fuera de la lesión (la parte no dañada visiblemente). Los segmentos de raíz se colocaron en una solución de hipoclorito de sodio al 0.5% durante dos min y después se lavaron dos veces en agua destilada estéril. En seguida, cuatro segmentos de cada raíz se depositaron asépticamente en placas que contenían papa dextrosa agar (PDA, preparado de acuerdo al medio M19 descrito por Stevens, 1981), y otros cuatro segmentos en harina de maíz agar (HMA, Difco); ambos medios de cultivo se complementaron con estreptomycin y penicilina, a razón de 50 y 100 mg/l, respectivamente. Las placas con las raíces se incubaron durante 14 días a 25°C en obscuridad, aunque fueron revisadas periódicamente para registrar las colonias de hongos que aparecieron, y transferirlos a tubos con PDA para su posterior identificación.

Identificación de los hongos. Los hongos que aparecieron de los segmentos de las raíces se identificaron hasta género o especie, según las características de los aislamientos, utilizando las claves taxonómicas pertinentes. En cada caso, el hongo respectivo se cultivó en el medio, a la temperatura y el tiempo recomendados para la observación de sus estructuras morfológicas necesarias para su identificación, y que son propuestos por von Arx (1981), Domsch et al. (1980) y Ellis (1971).

Análisis de resultados. Con los valores de las frecuencias de los hongos que aparecieron en los segmentos de raíz se construyeron tablas de contingencia, y con éstas se procedió a realizar pruebas de χ^2 ; con dichas pruebas se determinó si existían diferencias en las frecuencias de aparición de los hongos de las raíces, de acuerdo con: ubicación de los tipos de segmentos,

profundidad de las raíces extraídas, medios de cultivo utilizados y la aparición de los géneros *Fusarium*, *Gliocladium* y *Penicillium* que provenían de las raíces extraídas a diferentes profundidades y colocadas en los dos medios de cultivo usados. Con los valores promedio (con transformación arcoseno) de los hongos más representativos que aparecieron en las raíces, se procedió a obtener una correlación entre la presencia de *G. roseum* y/o *Penicillium spp.* vs *Fusarium spp.* Las pruebas estadísticas fueron diseñadas de acuerdo con Steel y Torrie (1988).

RESULTADOS

Fusarium spp. y *G. roseum* se recobraron en PDA de todos los segmentos de raíces en las profundidades exploradas, como se aprecia en la Tabla 1. Un comportamiento semejante al descrito se presentó al colocar los segmentos de raíces en HMA (ver Tabla 2), aunque en ese medio aparecieron dos hongos que no se recobraron en PDA, *Corynascus sepedonium* y *Melanospora sp.*

La prueba de χ^2 aplicada a los valores de las frecuencias totales de colonias, indican que los números de colonias que se recobraron en cada tipo de segmento no fueron diferentes entre sí, como se expresa en la Tabla 3, aunque sí hubo una diferencia en las raíces recobradas a 61-90 cm en PDA, y de 61-120 cm en HMA. La mayor frecuencia de hongos (81%) se recobró de las raíces extraídas de 0-30 cm y colocadas en HMA, no obstante, no hubo diferencias estadísticamente significativas en los promedios de las colonias recobradas en las distintas profundidades y en los dos medios de cultivo utilizados, como se ve en las Tablas 4 y 5.

En la Tabla 6 se aprecia que existen diferencias estadísticamente significativas en los valores de frecuencias de las colonias de *Fusarium spp.*, *G. roseum* y *Penicillium spp.*, recobradas en PDA o HMA de las raíces extraídas a las diferentes profundidades. En el caso de *Fusarium spp.*, la diferencia señalada se debe a que se recobró con mayor frecuencia a la profundidad de 91-120 cm; por el contrario, las diferencias encontradas para *G. roseum* y *Penicillium spp.* radican en que estos hongos se aislaron con mayor frecuencia de las profundidades de 0 hasta 60 cm.

Las correlaciones entre los valores de frecuencia de aparición de *G. roseum* y/o *Penicillium spp.* vs *Fusarium spp.* en todos los casos fueron negativas, con valores de -0.09 a -0.73 para *Penicillium spp.* vs *Fusarium spp.* en PDA y en HMA, respectivamente; no obstante, en ningún caso fueron estadísticamente significativas, como se puede ver en la Tabla 7.

Tabla 1. Hongos aislados en PDA de las raíces del nogal invadidas por *Phymatotrichum omnivorum*

Especies de hongos encontradas	Profundidades de las raíces (en cm) y tipos de segmentos ^a muestreados (1, 2, 3, o 4)															
	0-30				31-60				61-20				91-120			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Acremonium</i> sp.	-	-	-	+ ^b	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+
<i>Alternaria</i> sp.	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Doratomyces stemonitis</i> Morton & Smith	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Fusarium</i> spp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gliocladium roseum</i> Bain	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gliomastix</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>Penicillium</i> spp.	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trichoderma</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
Colonia estéril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-

^aLas ubicaciones de donde se tomaron los segmentos fueron: 1) al centro, 2) entre el centro y el margen, 3) en el margen del tejido afectado, y 4) a 0.5 cm (la parte no dañada visiblemente) fuera de la lesión.

^b+ y - significan el aislamiento o no aislamiento de los hongos, respectivamente, de las secciones de raíz.

Tabla 2. Hongos aislados en HMA de las raíces del nogal invadidas por *Phymatotrichum omnivorum*

Especies de hongos encontradas	Profundidades de las raíces (en cm) y tipos de segmentos ^a muestreados (1,2,3, o 4)															
	0-30				31-60				61-20				91-120			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Acremonium sp.</i>	-	+	+	+ ^b	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladosporium sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Corynascus sepedonium</i> von Arx	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Doratomyces stemonitis</i> Morton & Smith	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fusarium spp.</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gliocladium roseum</i> Bain	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Melanospora sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Penicillium spp.</i>	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Trichoderma spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-

^aLas ubicaciones de donde se tomaron los segmentos fueron: 1) al centro, 2) entre el centro y el margen, 3) en el margen del tejido afectado, y 4) a 0.5 cm (la parte no dañada visiblemente) fuera de la lesión.

^b+ y - significan el aislamiento o no aislamiento de los hongos, respectivamente, de las secciones de raíz.

Tabla 3. Pruebas de χ^2 para los valores de las colonias de hongos que aparecieron de los cuatro tipos de segmentos de raíces, colocadas en dos medios de cultivo, y extraídas de cuatro profundidades

Medio de cultivo	Profundidad en cm	Tipos de segmentos ^a y % de colonias				χ^2 calculadas ^b
		1	2	3	4	
PDA	0-30	56	56	64	64 ^C	0.66 ns
	31-60	64	68	68	36	7.40 ns
	61-90	72	96	72	64	7.90 *
	91-120	56	68	76	44	6.18 ns
HMA	0-30	84	88	76	76	1.75 ns
	31-60	64	64	56	52	1.12 ns
	61-90	64	72	72	96	7.90 *
	91-120	84	56	72	44	10.07 *

^aLas ubicaciones de donde se tomaron los segmentos fueron: 1) al centro, 2) entre el centro y el margen, 3) en el margen del tejido afectado, y 4) a 0.5 cm (la parte no dañada visiblemente) fuera de la lesión.

^bPrueba realizada con los valores de las frecuencias de aparición de los hongos a partir de 25 raíces, por cada uno de los cuatro tipos de segmentos, en cada profundidad y para cada medio de cultivo.

^cPorcentajes para cada tipo de segmento obtenidos de los valores del número de colonias que aparecieron de las raíces, éstos al colocar cuatro segmentos de raíz por placa, una de cada tipo de segmento; se utilizaron 25 segmentos de raíz por cada tipo (4), por cada una de las 4 profundidades y en cada uno de los 2 medios de cultivo usados.

^{ns}No significativos con $p=0.05$; o * significativo con $p=0.05$.

Tabla 4. Prueba de χ^2 para los valores de las colonias de hongos que aparecieron de las raíces^a extraídas de cuatro profundidades y colocadas en dos medios de cultivo

Profundidad en cm	% ^b de colonias	χ^2 ^c calculada
0-30	70.5	7.68 ns
31-60	59.0	
61-90	76.0	
91-120	63.5	

^aLas ubicaciones de donde se tomaron los segmentos de raíces fueron: 1) al centro, 2) entre el centro y el margen, 3) en el margen del tejido afectado, y 4) a 0.5 cm (la parte no dañada visiblemente) fuera de la lesión.

^bPorcentajes obtenidos con los valores del número de colonias que aparecieron de las raíces que se extrajeron de cuatro profundidades y se colocaron en los medios de cultivo usados. Se utilizaron 25 segmentos de raíz por cada tipo (4), para cada profundidad (4) y en cada medio de cultivo (2).

^cPrueba realizada con los valores de las frecuencias de aparición de los hongos a partir de 200 raíces (25 por cada uno de los cuatro tipos de segmentos) en cada profundidad y para cada medio de cultivo.

ns No significativos con $p=0.05$.

Tabla 5. Prueba de χ^2 para los valores de las colonias de hongos que aparecieron de las raíces^a colocadas en dos medios de cultivo

Medio de cultivo	% ^b de colonias	χ^2 ^c calculada
PDA	64.0	3.26 ns
HMA	70.0	

^aLas ubicaciones de donde se tomaron los segmentos de raíces fueron: 1) al centro, 2) entre el centro y el margen, 3) en el margen del tejido afectado, y 4) a 0.5 cm (la parte no dañada visiblemente) fuera de la lesión.

^bPorcentajes obtenidos con los valores del número de colonias que aparecieron de las raíces que se colocaron en los medios de cultivo usados. Se utilizaron 25 segmentos de raíz por cada tipo (4), para cada profundidad (4) y en cada medio de cultivo (2).

^cPrueba realizada con los valores de las frecuencias de aparición de los hongos a partir de 400 raíces (25 por cada uno de los cuatro tipos de segmentos) para cada profundidad (4) y por cada medio de cultivo.

^{ns}No significativos con $p=0.05$.

Tabla 6. Prueba de χ^2 para los valores de las colonias de *Fusarium spp.*, *Gliocladium roseum* y *Penicillium spp.* que aparecieron de las raíces extraídas de cuatro profundidades y colocadas en dos medios

Medio de cultivo	Hongos	Profundidad en cm	% ^a de colonias	χ^2 calculadas
HMA	<i>Fusarium spp.</i>	0-30	12	48.94 ^{***b}
		31-60	8	
		61-90	5	
		91-120	37	
PDA	<i>Fusarium spp.</i>	0-30	14	20.42 ^{***}
		31-60	13	
		61-90	9	
		91-120	31	
HMA	<i>Gliocladium roseum</i>	0-30	37	81.01 ^{***}
		31-60	50	
		61-90	9	
		91-120	3	
PDA	<i>Gliocladium roseum</i>	0-30	18	32.99 ^{***}
		31-60	29	
		61-90	9	
		91-120	2	
HMA	<i>Penicillium spp.</i>	0-30	25	62.87 ^{***}
		31-60	2	
		61-90	0	
		91-120	2	
PDA	<i>Penicillium spp.</i>	0-30	16	18.57 ^{***}
		31-60	6	
		61-90	9	
		91-120	0	

^aPorcentaje obtenido de 100 raíces (25 por cada uno de los cuatro tipos de segmentos), para cada profundidad y para cada medio de cultivo.

^b*, ** o *** significa que existen niveles de significancia con $p = 0.05$, 0.01 y 0.005 , respectivamente.

Tabla 7. Coeficientes de correlación (r)^a para las relaciones entre la frecuencia de las colonias que aparecieron de *Gliocladium roseum* y/o *Penicillium spp.* vs *Fusarium spp.*, aislados de las raíces del nogal invadidas por *Ph. ommivorum*

Variables	HMA		PDA	
	GL	r	GL	r
Porcentaje de <i>Gliocladium roseum</i> vs porcentaje de <i>Fusarium spp.</i>	3	-4.0 ns	3	-5.4 ns
Porcentaje de <i>Penicillium spp.</i> vs <i>Fusarium spp.</i>	3	-0.73 ns	3	-0.09 ns
Porcentajes de <i>Gliocladium roseum</i> + <i>Penicillium spp.</i> vs <i>Fusarium spp.</i>	3	-0.42 ns	3	-0.56 ns

^aPara calcular la r se utilizó una transformación arcoseno de los valores de las frecuencias de los hongos.

^{ns}No significativos con $p=0.05$.

DISCUSIÓN

El micelio del hongo fitopatógeno debería de haber sido aislado, por lo menos, de los segmentos de raíz del margen de la lesión que se colocaron en un medio con pocos nutrimentos, como es el HMA; sin embargo, sólo aparecieron otros hongos. La causa más probable de estos resultados es que las raíces que se procesaron no habían sido recientemente invadidas por el fitopatógeno y que estaban recolonizadas por otros hongos, que se expresaron en los medios de cultivo utilizados; otra causa posible podría ser que el micelio de los otros hongos creció más rápido en los medios utilizados y enmascaró el del fitopatógeno.

Baker y Cook (1974) plantean que *Ph. omnivorum* es fácilmente eliminado por la competencia de la microbiota presente en las raíces que invadió previamente y que ya han muerto; esta hipótesis parece estar acorde con los resultados obtenidos aquí, aunque sin descartar las otras probables causas expuestas, de por qué no se recobró a *Ph. omnivorum* de las raíces.

Los hongos fitopatógenos que aparentemente están atacando las raíces o los tallos no siempre son recobrados de manera constante, por lo que se dificulta correlacionar su presencia con los síntomas de algunas enfermedades en las plantas. Tal es el caso de *Bipolaris sorokiniana* (Sacc., en Sorok.) Shoem. y de *Fusarium graminearum* Schwabe, que a través de un estudio de tres años no se recobraron de manera constante de las plantas de trigo que evidentemente eran atacadas por estos hongos (Windels y Holen, 1989); dichos autores atribuyen sus resultados a los factores climáticos, que permiten que esos hongos fitopatógenos se manifiesten con mayor o menor frecuencia e intensidad dentro de las lesiones, además de que posiblemente su presencia esté influida por otros hongos que se desarrollan como colonizadores secundarios. De manera semejante a la descrita, quizás el micelio de *Ph. omnivorum* sea rápidamente desplazado de las raíces que va invadiendo y que no es capaz de defender de la competencia de otros microorganismos.

En la mayoría de los casos no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el número de colonias recobrado en HMA y en PDA de las cuatro posiciones de tejido de raíz afectado (ver Tabla 3). Se considera que el segmento de raíz sin daño evidente ya estaba colonizado por los hongos encontrados, aunque no se hiciera evidente el daño en las raíces. Los resultados anteriores sugieren que las especies de *Fusarium* y *Penicillium* son dominantes en este tipo de sustrato, independientemente de la profundidad a la que se extraigan las raíces, y el medio de cultivo que se utilice para aislar los hongos, aunque no se sabe el papel que desempeñan dichas especies en relación a una posible sustitución del micelio de *Ph. omnivorum*.

La mayor frecuencia de *Fusarium spp.*, en la profundidad de 91-120 cm, probablemente esté relacionada con las condiciones que existan a esa profundidad en el suelo, como serían una menor presión de oxígeno y el grado de descomposición de las raíces.

La colonización por hongos de las raíces sanas de las plantas cultivadas es un fenómeno común, y algunos hongos que predominan son *Gliocladium spp.* y *Mortierella sp.*, que colonizan varias especies de frijol (Parkinson y Clarke, 1961); otros hongos comúnmente aislados de las raíces del maíz y de la soya, además de *Gliocladium*, son *Fusarium spp.* y *Trichoderma spp.* (Young y Kucharek, 1977; Muller y Sinclair, 1985; Chambers, 1987), aunque estos últimos hongos se pueden comportar con patogenicidad variable (Roy y Bourland, 1982; Colyer, 1988; Windels y Hohen, 1989). El papel y la presencia de los hongos en las raíces puede variar por algunos factores como: 1) la fertilización nitrogenada, que puede favorecer el ataque por *Fusarium oxysporum* hacia el algodón (Roy y Bourland, 1982); 2) la madurez de la planta, como lo describieron Muller y Sinclair (1985), quienes determinaron que al madurar la planta de soya se recobraban *Phomopsis sp.* y *Macrophomina sp.*, en vez de *Chaetomium sp.*, y 3) la variabilidad genética de las plantas, como lo demostraron Neal et al. (1970), al determinar que las raíces de plantas resistentes a *Cochliobolus sativus* mantenían una microbiota distinta a la de plantas susceptibles. Quizás todos los factores descritos que afectan la microbiota de otras plantas también influyan en las microbiotas asociadas al nogal.

La realización de otros trabajos son necesarios para: 1) determinar la frecuencia con la que se puede recobrar *Ph. omnivorum* a partir de raíces de nogal recientemente invadidas por este hongo; 2) determinar el papel que desempeñan las especies registradas *in situ*, usando técnicas semejantes a las descritas por Arora (1980), y 3) determinar la dinámica de invasión por *Ph. omnivorum* y la sucesión de hongos que le siguen en el proceso de colonización del tejido de las raíces de nogal.

LITERATURA CITADA

- Arora, D.K., 1980. Inter-fungus interaction between *Fusarium lini* Bolley and some saprophytic fungi isolated from *Linum usitatissimum* L. roots. *Pl. & Soil* 54: 207-215.
- Arx, J.A., von, 1981, *The Genera of Fungi Sporulating in Pure Culture*, 3a. ed., Cramer, Vaduz.
- Baker, K.F. y R.J. Cook, 1974. *Biological Control of Plant Pathogens*. Amer. Phytopathol. Soc., St. Paul.

- Colyer, P.D., 1988. Frequency and pathogenicity of *Fusarium* spp. associated with seedling of cotton in Louisiana. *Pl. & Soil* 72: 400-402.
- Chambers, K.R., 1987. Ability of fungal isolates from maize and sorghum to infect roots and seedling emergence of two maize hybrids. *Pl. Dis.* 71: 736-739.
- Domsch, K.H., W. Gams y T.H. Anderson, 1980. *Compendium of Soil Fungi*. 2 Vols., Academic Press, Nueva York.
- Ellis, M.B., 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey.
- Lyda, S.D., 1978. Ecology of *Phymatotrichum omnivorum*. *Ann. Rev. Phytopathol.* 16: 193-209.
- Muller, J.D. y J.B. Sinclair, 1985. Effects of cropping history, cultivar, and sampling date on the internal fungi of soybean roots. *Pl. Dis.* 69: 520-523.
- Neal, J.L., T.G. Atkinson y R.I. Larson, 1970. Changes in the rhizosphere microflora of spring wheat induced by disomic substitution of a chromosome. *Can. J. Microbiol.* 16: 153-158.
- Parkinson, D. y J.H. Clarke, 1961. Fungi associated with the seedling root of *Allium porrum* L. *Pl. & Soil* 13: 384-390.
- Roy, K.W. y F.M. Bourland, 1982. Epidemiological and mycoflora relationships in cotton seedling disease in Mississippi. *Phytopathology* 72: 868-872.
- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie, 1988. *Principles and Procedures of Statistics*, 2a. ed. McGraw-Hill, Nueva York.
- Stevens, B.R., 1981. *Mycology Guidebook*. University of Washington Press, Nueva York.
- Windels, C.E. y C. Hoen, 1989. Association of *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium graminearum* group 2, and *F. culmorum* on spring wheat differing in severity of common root rot. *Pl. Dis.* 73: 953-956.
- Young, T.R. y T.A. Kucharek, 1977. Succession of fungal communities in roots and stalks of hybrid field corn grown in Florida. *Pl. Dis.* 61: 76-80.