

Fusarium lateritium*: NUEVO PATÓGENO DE LA RAÍZ DEL FRIJOL EN MÉXICO

***Fusarium lateritium*: NEW PATHOGEN OF BEAN ROOTS IN MEXICO**

Bertha María Sánchez-García¹, Francisco González-Flores¹, José Luis Pons-Hernández¹, Jorge Alberto Acosta-Gallegos¹, Mariandrea Cabral-Enciso², Saúl Fraire-Velázquez³, June Simpson⁴ y Raúl Rodríguez-Guerra^{1§}

¹Unidad de Biotecnología, Campo Experimental Bajío, INIFAP. Km 6.5 carretera Celaya-San Miguel de Allende. Apartado Postal 112. 38010 Celaya, Guanajuato, México. ²Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas. ³Unidad Académica de Biología Experimental, Universidad Autónoma de Zacatecas. ⁴Departamento de Ingeniería Genética, CINVESTAV, Unidad Irapuato. [§]Autor para correspondencia: rodriguez.raul@inifap.gob.mx

RESUMEN

Las pudriciones de raíz del frijol son causadas por un complejo grupo de especies de hongos del suelo. En México, se han identificado 10 especies de *Fusarium* asociadas a estas pudriciones y, debido a su frecuencia y amplia distribución, se ha sugerido que *F. lateritium* juega un papel como patógeno de raíces del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en varios estados del centro de México. En esta investigación se evaluó la patogenicidad de siete cepas de *F. lateritium* provenientes de cuatro estados del país, se determinaron los síntomas y el tiempo de aparición sobre la variedad de frijol Montcalm del acervo Andino y sus síntomas se compararon con los causados por *F. solani* sobre esta misma variedad. Todas las cepas de *F. lateritium* causaron síntomas de enfermedad en raíces e hipocotilo de las plantas inoculadas y hubo diferencias entre ellas y el control ($p \leq 0.01$). Las cepas probadas causaron una reacción de intermedia a susceptible sobre la variedad Montcalm, lo que indica escasa variabilidad en agresividad entre aislados de *F. lateritium* del frijol. El hongo sólo fue recuperado de las plantas inoculadas. Los síntomas causados por *F. lateritium* fueron observados a los siete días de inoculación y fueron diferentes de los causados por *F. solani* a los 21 días de inoculados. Los resultados indicaron que aislados de *F. lateritium* obtenidos de raíces de frijol, provenientes del centro de México, son patógenos de este cultivo y que la variedad Montcalm es susceptible.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris* L., cv. Montcalm, patogenicidad, síntomas.

ABSTRACT

Root rots in common bean are caused by a complex of soil fungal species. In Mexico, 10 *Fusarium* species have been identified in association with root rots in common bean and it has been suggested that *F. lateritium* has a role as bean pathogen due to its high frequency and wide distribution in several states of central Mexico. In this investigation, the pathogenicity of seven isolates of *F. lateritium*, obtained from four different Mexican states, was evaluated on the common bean cultivar Montcalm (Andean gene pool). The time of appearance and characteristics of symptoms caused by *F. lateritium* were observed on cv. Montcalm and compared to those symptoms caused by *F. solani* on the same cultivar. All *F. lateritium* isolates caused symptoms on the roots and hypocotyls of the inoculated plants and significant differences were observed among isolates and between them and the control ($p \leq 0.01$). The isolates caused reactions from intermediate to susceptible on cv. Montcalm which suggests poor variation in the aggressiveness of the isolates of *F. lateritium* when inoculated on common bean. The fungus recovered was only from the inoculated plants. The symptoms caused by *F. lateritium* were observed seven days after inoculation and were distinguishable from those

* Recibido: Julio de 2005
Aceptado: Julio de 2006

caused by *F. solani* at twenty one days after inoculation. Results indicated that the *F. lateritium* isolates obtained from common bean roots in central Mexico are pathogenic to this crop and that the cv. Montcalm is susceptible.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., cv. Montcalm, pathogenicity, symptoms.

INTRODUCCIÓN

Entre los géneros de hongos que destacan como responsables de las pudriciones de raíz del frijol se encuentran *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium* y *Pythium*, entre otros (Bolkan, 1980). De estos, el género *Fusarium* es uno de los más diversos y complejos. *F. oxysporum* y *F. solani* son las especies más comúnmente reportadas y estudiadas como patógenas de la raíz del frijol en el mundo. *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* es causante de la enfermedad conocida como marchitamiento o amarillamiento del frijol; los síntomas que causa en el hipocotilo y la raíz consisten en decoloración externa del tejido normal, que se va tornando café rojizo y el tejido vascular se vuelve anaranjado a café rojizo (Bolkan, 1980). *F. solani* f. sp. *phaseoli* causa la pudrición seca de la raíz del frijol y su síntoma inicial consiste en la formación de vetas rojizas en la raíz y en el hipocotilo. Las lesiones no tienen un margen definido y pueden desarrollar grietas longitudinales en la raíz; éstas se agrandan y se tornan café (Bolkan, 1980).

Además, *F. sambucinum* y *F. graminearum* también han sido reportados como patógenos de la raíz en frijol (Dhingra y Muchovej, 1979; Chongo *et al.*, 2001). En 2003 se colectaron raíces de plantas de frijol en cinco estados de la región central de México para conocer la presencia y distribución de especies de *Fusarium* asociadas a las pudriciones de la raíz (Montiel-González *et al.*, 2005). En esta investigación se determinó que *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* y *F. solani* f. sp. *phaseoli* tuvieron mayor frecuencia y distribución, y por primera vez se reportó la ocurrencia de *F. lateritium* asociada a pudriciones de la raíz del frijol en México. *F. lateritium* fue la tercera especie más frecuente y se distribuyó en cuatro estados de México. Esta especie sólo había sido reportada en frijol por Wellman (1972); sin embargo, también ha sido reportada como patógena de otras especies de plantas como en camote (*Ipomea batatas* Lam.) (Clark, 1992), mora (Vajna, 2000), cedro apestoso (*Torreya taxifolia*) (El-Gholl, 1985) y avellana (Belisario *et al.*, 2005), causando lesiones en tubérculo, hojas o yemas. Montiel-González *et al.* (2005) sugieren que *F. lateritium*,

considerando su frecuente presencia y amplia distribución, puede jugar algún papel importante entre los organismos que causan la pudrición de raíz del frijol. El objetivo de esta investigación fue evaluar el papel de cepas de *F. lateritium*, aisladas de plantas de frijol en México, para determinar si es causante de pudriciones de raíz y comparar sus síntomas con los causados por *F. solani*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico

Se utilizaron siete cepas monoconidiales de *F. lateritium* y dos de *F. solani*, obtenidas de raíces de frijol por Montiel-González *et al.* (2005). Las cepas de *F. lateritium* (Fla) provenían de los estados de Zacatecas, Guanajuato, San Luis Potosí y Querétaro. Las dos cepas de *F. solani* fueron aisladas con material colectado en Aguascalientes (Fsol25-03) y Guanajuato (Fsol35-03). Estas cepas se mantuvieron a 4 °C en el medio de cultivo Spezieller Nährstoffmarmmer Agar (SNA: 1.0 g de KH_2PO_4 , 1.0 g de KNO_3 , 0.5 g de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.5 g de KCl , 0.2 g de glucosa, 0.2 g de sacarosa y 20.0 g de agar en un litro de agua destilada) de acuerdo con Nirenberg (1976) y fueron reactivadas al transferir fragmentos de las colonias a cajas Petri (100 x 15) conteniendo este mismo medio de cultivo. Para el experimento de patogenicidad se utilizó la variedad Montcalm, de origen andino, bajo la consideración de que las cepas fueron aisladas de genotipos comúnmente cultivados en México que mostraron raíces con daños evidentes de pudrición de raíz y que representan germoplasma de origen mesoamericano. Lo anterior permitiría determinar si el germoplasma de origen andino podía ser potencialmente susceptible de ser afectado por cepas del patógeno. Esta variedad, indicadora de susceptibilidad a *F. solani* (Schneider y Kelly, 2002), fue inoculada con las cepas Fsol25-03 y Fsol35-03 para comparar los síntomas causados por ambas especies de *Fusarium*.

Elaboración de inóculo

La producción de inóculo de las cepas de *F. lateritium* se realizó a partir de las colonias reactivadas en el medio SNA. Se transfirió un fragmento de las colonias a cajas Petri (100 x 15) conteniendo el medio de cultivo papa-dextrosa-agar acidificado (PDA: 200 µL de ácido láctico al 85%), incorporado antes de vaciar a las cajas Petri (González-Chavira *et al.*, 2004) y se mantuvieron a temperatura

aproximada de 25 °C en laboratorio. A los cinco días se agregó 50 µL de agua estéril a cada placa y las colonias se dispersaron con una varilla de vidrio a fin de distribuir los conidios producidos para lograr el desarrollo homogéneo y abundante de nuevos conidios en toda la placa. Las placas fueron mantenidas a temperatura ambiente por 10 días adicionales hasta la inoculación.

El inóculo de las cepas de *F. solani* se elaboró de manera similar que el de *F. lateritium*, sólo que después de la dispersión de las colonias, las cepas fueron mantenidas por cinco días adicionales hasta su uso. Lo anterior se debe a que *F. lateritium* sólo produce macroconidios y el tiempo para lograr una abundante producción de éstos es más largo que en *F. solani*. Se obtuvo una suspensión de conidios de cada cepa y se realizó un conteo con ayuda de un hematocímetro. Finalmente se elaboró una suspensión con 200 000 conidios mL⁻¹ de cada cepa de *F. lateritium* y *F. solani* para ser utilizadas como inóculo. Esta concentración de inóculo ha sido previamente utilizada para la selección de genotipos de frijol resistentes a *F. solani* (Schneider y Kelly, 2002).

Prueba de patogenicidad

Las semillas fueron desinfectadas superficialmente con hipoclorito de sodio al 1% por 3 min y lavadas en tres pasos de agua estéril. Posteriormente fueron colocadas individualmente en vasos de unicel Núm. 14 que contenían sustrato de vermiculita. Las plantas desarrolladas a los 15 días de la siembra fueron utilizadas en las pruebas de patogenicidad. Fueron inoculados los tallos con 50 mL de la suspensión del patógeno. Cada cepa fue aplicada por triplicado y cada repetición consistió de tres plantas inoculadas. Como tratamiento control se utilizaron plantas a las que se les aplicó 50 mL de agua. Las plantas fueron regadas cada tercer día y se mantuvieron en invernadero hasta los 21 días de la inoculación a una temperatura media diaria de 28 °C. Las plantas fueron extraídas del sustrato, lavadas en agua común y evaluadas según su reacción a cada cepa. Se tomaron tres plantas del tratamiento control y de las inoculadas con cada cepa (una de cada repetición) para determinar la presencia de *F. lateritium*. Fragmentos de raíz e hipocotilo fueron tratados con hipoclorito de sodio al 1% y lavados en ocasiones con agua estéril (Montiel-González *et al.*, 2005). Los fragmentos fueron colocados en el medio de cultivo PDA acidificado y las colonias desarrolladas fueron transferidas a nuevo PDA acidificado. Los hongos aislados fueron identificados con ayuda de las claves de Nelson *et al.* (1983) y comparados con la morfología de la colonia y

macroconidios de las cepas inoculadas mantenidas en el mismo medio de cultivo.

La reacción de la variedad Montcalm a la inoculación de las cepas de *F. lateritium*, fue evaluada con la escala visual de daño creada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1987) para *F. solani*. La escala incluye nueve valores: 1= 0%; 2= 1-5%; 3= 6-10%; 4= 11-25%; 5= 26-35%; 6= 36-50%; 7= 51-65%; 8= 66-75%; 9= más del 75% del hipocotilo y tejido de la raíz con lesiones. Las plantas control (sin inocular) fueron evaluadas de igual manera. Los valores de 1 a 3 fueron categorizados como una reacción resistente; de 4 a 6, reacción intermedia y de 7 a 9, susceptible. El promedio de la reacción de las tres plantas de cada repetición fue sometido a un análisis de varianza con un diseño al azar y las medias fueron comparadas con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Desarrollo de síntomas

Con el propósito de conocer la rapidez con que se desarrollan los síntomas causados por *F. lateritium*, fueron inoculadas 10 plantas de la variedad Montcalm con la cepa Fla21-03 como se describió anteriormente, y seis plantas fueron mantenidas como control. Esta cepa fue seleccionada debido a que fue la más agresiva de las utilizadas en la prueba de patogenicidad. Se extrajeron cinco plantas inoculadas y tres plantas control cada siete días después de la inoculación, para describir los daños observados sobre cada grupo de plantas.

Adicionalmente, la variedad Montcalm fue inoculada con las cepas Fsol25-03 y Fsol35-03 de *F. solani* para comparar los síntomas causados por estas cepas y los causados por Fla21-03 a los 21 días de la inoculación. En este tiempo, ambas especies son capaces de mostrar síntomas claros de la enfermedad sobre Montcalm. De cinco a seis plantas contenidas en macetas fueron inoculadas con 50 mL (200 000 conidios mL⁻¹) de inóculo de cada cepa de *F. solani*. También se incluyeron plantas control sin inocular.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó en plantas inoculadas por *F. lateritium*, que a los siete días sin hipocotilo presentó pequeñas lesiones dispersas de color rojizo (Figura 1), las cuales a los 14 días se unieron y extendieron para cubrir mayor superficie del tejido sano (Figura 2). En algunas plantas, la raíz principal y la parte subterránea del hipocotilo se encontraron completamente

cubiertas por lesiones del patógeno a los 14 días de la inoculación; mientras que a los 21 días las lesiones se extendieron a toda la raíz principal y cubrieron la mayor parte del hipocotilo subterráneo de las plantas inoculadas (Figura 3). Lo que muestra que *F. lateritium* es capaz de producir rápidamente síntomas sobre el tejido de la raíz y del hipocotilo de frijol.

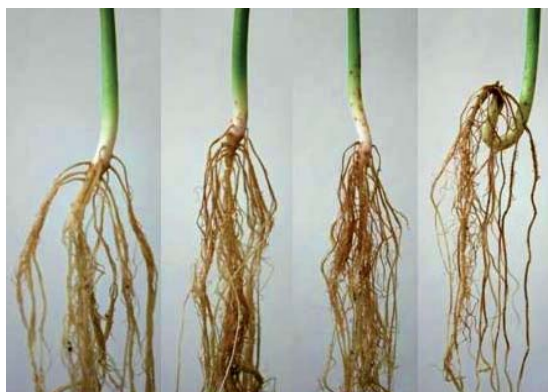


Figura 1. Síntomas de *Fusarium lateritium* sobre la variedad Montcalm a los siete días de la inoculación. Planta del lado izquierdo sin inocular, tres plantas inoculadas del lado derecho.



Figura 2. Síntomas de *Fusarium lateritium* sobre la variedad Montcalm a los 14 días de la inoculación. Planta del lado izquierdo sin inocular, tres plantas inoculadas del lado derecho.

A los siete días después de la inoculación, las raíces secundarias de las plantas inoculadas mostraron un cambio de coloración de claro a café rojizo, comparado con el control sin inocular. Lesiones similares han sido reportadas para *F. semitectum* (Dhingra y Muchovej, 1979) y *F. solani* (Bolkan, 1980) sobre frijol. Dhingra y Muchovej (1979) indicaron que

las lesiones causadas por *F. semitectum* son similares a las causadas por *Rhizoctonia solani*; sin embargo, los síntomas causados por este hongo se diferencian claramente de los daños causados por *F. lateritium* sobre frijol. Aunque la descripción de síntomas sobre el hipocotilo y la raíz principal causados por *F. solani* es similar a los síntomas causados por *F. lateritium*, las dos cepas de *F. solani* utilizadas no causaron síntomas confundibles al nivel del hipocotilo entre las dos especies sobre la variedad Montcalm (Figura 4), la cual fue reportada como susceptible a *F. solani* por Schneider y Kelly (2000).



Figura 3. Síntomas de *Fusarium lateritium* sobre la variedad Montcalm a los 14 días de la inoculación. Planta del lado izquierdo sin inocular, tres plantas inoculadas del lado derecho.



Figura 4. Síntomas causados por *Fusarium solani* sobre la variedad Montcalm a los 21 días de la inoculación. Planta del lado izquierdo sin inocular, tres plantas inoculadas del lado derecho. Observe la ausencia de lesiones extendidas sobre el hipocotilo.

La variedad de frijol Montcalm mostró, a los 21 días de la inoculación, lesiones de color café rojizo en raíz e hipocotilo con todas las cepas de *F. lateritium* inoculadas (Figura 3). Fue posible aislar al hongo *F. lateritium* a partir de las lesiones de raíz e hipocotilo de las plantas inoculadas, pero no de las plantas control. Estos resultados indican que las lesiones observadas en las plantas inoculadas fueron causadas por *F. lateritium*. Considerando que el hongo de esta especie es de lento crecimiento (Nelson *et al.*, 1983), es posible que no haya sido aislado y reportado previamente asociado a la pudrición de la raíz del frijol en México, debido a que especies como *F. oxysporum* y *F. solani*, entre otras, son de rápido crecimiento y pueden encubrir el desarrollo y síntomas de *F. lateritium*. La presencia de síntomas en las plantas inoculadas y la recuperación del hongo en las lesiones, permiten reportar por primera vez en México a *F. lateritium* como patógeno de la raíz del frijol.

Los valores de reacción entre plantas individuales inoculadas variaron entre 5 y 9 (datos no mostrados), es decir, con tendencia a ser susceptibles. El análisis de varianza de los promedios escalares detectó diferencias entre cepas y el control ($p \leq 0.01$). El coeficiente de variación en el experimento fue de 13.2%. Los valores promedios de reacción variaron entre 6.2 y 8.8 (Cuadro 1) siendo Fla21-03 la cepa que causó la reacción más severa sobre Montcalm (Tukey, $p \leq 0.05$). Con base en el sistema de evaluación de daño utilizado (CIAT, 1987), todas las cepas causaron una reacción de intermedia a susceptible en Montcalm. Estos resultados sugieren que existe escasa variación en agresividad entre cepas de *F. lateritium*, a diferencia de cepas obtenidas de camote donde se reportaron dos patotipos contrastantes, uno patogénico y otro no patogénico (Clark *et al.*, 1995). Considerando que la cepa Fla21-03 causó la mayor severidad sobre Montcalm, ésta puede ser utilizada en la búsqueda de fuentes de resistencia contra el patógeno.

De las especies de *Fusarium* comúnmente reportadas como patógenas de la raíz del frijol, sólo en *F. oxysporum* se han observado cepas patogénicas y no patogénicas obtenidas de este cultivo (Alves-Santos *et al.*, 2002). También en *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* se han identificado razas del patógeno al inocularlas sobre diferentes variedades de frijol pero no en *F. solani* f. sp. *phaseoli* (Woo *et al.*, 1996; Alves-Santos *et al.*, 1999). Los resultados indican que todas las cepas de *F. lateritium* provenientes de diferente origen geográfico, utilizadas en esta investigación, fueron patógenas del frijol. La reacción causada por las cepas sobre la variedad Montcalm sugiere la ausencia de cepas

no patogénicas sobre el cultivo, a diferencia de lo reportado en camote *Ipomea batatas* Lam. (Clark *et al.*, 1995). Aunque en esta investigación sólo se inoculó la variedad de frijol Montcalm, es necesario inocular mayor número de variedades para determinar la ocurrencia de razas entre cepas de este patógeno aisladas de este cultivo. También es necesario evaluar la capacidad que tienen estas cepas de infectar otras especies de plantas para conocer sus hospederos y forma especial (Hyun y Clark, 1998; Vajna, 2000).

Cuadro 1. Comparación de medias de la reacción causada por siete cepas de *Fusarium lateritium* en raíces e hipocotilo de la variedad de frijol Montcalm.

Cepa	Origen	Reacción ¹
Fla21	San Luis Potosí	8.8 a ²
Fla17	Guanajuato	7.7 ab
Fla15	Guanajuato	7.5 ab
Fla23	Querétaro	7.3 ab
Fla10	Zacatecas	7.0 ab
Fla25	Querétaro	6.4 b
Fla3	Zacatecas	6.2 b
Control		1.0 c

¹Escala de 1 a 9, donde: 1=0%, 2=1-5%, 3=6-10%, 4=11-25%, 5=26-35%, 6=36-50%, 7=51-65%, 8=66-75%, 9= más del 75% del hipocotilo y tejido de la raíz con lesiones; ²Prueba de Tukey 0.05.

La coloración rojiza de las raíces secundarias causadas por *F. lateritium* fue similar a la causada por *F. solani* a los 21 días de la inoculación (comparar Figuras 3 y 4). Los resultados anteriores sugieren que el diagnóstico de patógenos causantes de pudriciones de la raíz del frijol, basado en la descripción de síntomas, puede ser complejo bajo condiciones de campo, donde dos o más patógenos pueden ocurrir simultáneamente.

La demostración de la patogenicidad de cepas de *F. lateritium* sobre frijol, que ocurren en la región central de México, permitirá la dirección de nuevas investigaciones para el control del patógeno. Se ha iniciado la búsqueda de fuentes de resistencia contra este hongo en variedades mejoradas de frijol liberadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y se está realizando la caracterización genética de un amplio número de cepas del hongo aisladas de esa región.

CONCLUSIONES

Este es el primer reporte en México de que cepas del hongo *F. lateritium*, aisladas de raíces de frijol con evidentes daños de pudriciones y provenientes de cuatro estados del centro del país, son patógenas de este cultivo.

La reacción de la variedad Montcalm a cepas de *F. lateritium* muestra que genotipos de frijol del acervo andino pueden ser susceptibles a este patógeno. Los síntomas causados por *F. lateritium* pueden confundirse con daños causados por otras especies del género *Fusarium*.

Es necesario determinar la ocurrencia y frecuencia de esta especie en otros estados productores de frijol y considerar la necesidad de generar medidas de combate contra este patógeno.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Sistema de Investigación Regional Miguel Hidalgo el financiamiento otorgado para la realización de este trabajo a través del convenio 2002020610.

LITERATURA CITADA

- Alves-Santos, F. M.; Benito, E. P.; Eslava, A. P. and Díaz-Mínguez, J. M. 1999. Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* strains from common bean fields in Spain. *Appl. Environ. Microbiol.* 65:3335-3340.
- Alves-Santos, F. M.; Ramos, B.; García-Sánchez, M. A.; Eslava, A. P. and Díaz-Mínguez, J. M. 2002. A DNA-based procedure for in plant detection of *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. *Phytopathology* 92:237-244.
- Belisario, A.; Maccaroni, M. and Coramusi, A. 2005. First report of twig canker of hazelnut caused by *Fusarium lateritium* in Italy. *Plant Dis.* 89(1):106.
- Bolkan, H. A. 1980. Las pudriciones radicales. *In*: Schwartz, H. F. y Gálvez, G. E. (eds.). Problemas de producción del frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia. p. 65-99.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1987. Standard system for the evaluation of bean germplasm. van Schoonoven, A. and Pastor-Corrales, M. A. (compilers). Cali, Colombia. 54 p.
- Chongo, G.; Gossen, B. D.; Kutcher, H. R.; Gilbert, J.; Turkington, T. K.; Fernandez, M. R. and McLaren, D. 2001. Reaction of seedling roots of 14 crop species to *Fusarium graminearum* from wheat heads. *Can. J. Plant Pathol.* 23:132-137.
- Clark, C. A. 1992. Histological evidence that *Fusarium lateritium* is an exopathogen on sweetpotato with chlorotic leaf distortion. *Phytopathology* 82:656-663.
- Clark, C. A.; Hoy, M. W. and Nelson, P. E. 1995. Variation among isolates of *Fusarium lateritium* from sweetpotato for pathogenicity and vegetative compatibility. *Phytopathology* 85:624-629.
- Dhingra, O. D. and Muchovej, J. J. 1979. Pod rot, seed rot, and root rot of snap bean and dry bean caused by *Fusarium semitectum*. *Plant Dis. Reporter* 63:84-87.
- El-Gholl, N. E. 1985. *Fusarium lateritium* causing needle spots on *Torreya taxifolia* in Florida. *Plant Dis.* 69:905.
- González-Chavira, M.; Rodríguez G., R.; Acosta-Gallegos, J. A.; Martínez de la Vega, O. and Simpson, J. 2004. Analysis of *Colletotrichum lindemuthianum* pathotypes found in the central region of Mexico and resistance in elite germ plasm of *Phaseolus vulgaris*. *Plant Dis.* 88:152-156.
- Hyun, J-W. and Clark, C. A. 1998. Analysis of *Fusarium lateritium* using RAPD and rDNA RFLP techniques. *Mycol. Res.* 10:1259-1264.
- Montiel-González, L.; González-Flores, F.; Sánchez-García, B. M.; Guzmán-Rivera, S.; Gámez-Vázquez, F. P.; Acosta-Gallegos, J. A.; Rodríguez-Guerra, R.; Simpson, W. J.; Cabral-Enciso, M. y Mendoza-Elos, M. 2005. Especies de *Fusarium* (Link) presentes en raíces de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con daños de pudriciones, en cinco estados del centro de México. *Rev. Mex. Fitopatol.* 23:1-10.
- Nelson, P. E.; Toussoun, T. A. and Marasas, W. F. O. 1983. *Fusarium* species: An illustrated manual for identification. The Pennsylvania State University, University Park. Pennsylvania, USA. 193p.
- Nirenberg, H. I. 1976. Untersuchungen über die morphologische and biologische differenzierungin der *Fusarium*-sektion Liseola. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstw. Berlin-Dahlem* 169:1-117.
- Schneider, K. A. and Kelly, J. D. 2000. A greenhouse screening protocol for *Fusarium* root rot in bean. *Hortscience* 35:1095-1098.
- Vajna, L. 2000. First report of trunk blight and canker of *Morus alaba* var. *pendula* caused by *Fusarium lateritium* f. sp. *mori* in Hungary. *Plant Dis.* 84:372.

- Wellman, F. L. 1972. Tropical American Plant Diseases (Neotropical Phtopathology Problems). The Scarecrow Press. Metuchen, N. J., USA. 989 p.
- Woo, S. L.; Zoina, A.; Del Sorbo, G.; Lorito, M.; Nanni, B.; Scala, F. and Noviello, C. 1996. Characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* by pathogenic races, VCGs, RFLPs, and RAPD. *Phytopathology* 86:966-973.