

# Diversidad e incidencia de hongos asociados a enfermedades foliares de la avena (*Avena sativa* L.) en los valles altos de México

GARCÍA-LEÓN, E.<sup>1</sup>; LEYVA-MIR, S.G.<sup>2</sup>; VILLASEÑOR-MIR, H.E.<sup>3</sup>; RODRÍGUEZ-GARCÍA, M.F.<sup>3</sup>; TOVAR-PEDRAZA, J.M.<sup>1</sup>

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar las especies de hongos asociados a enfermedades foliares de la avena en los Valles Altos de México. Durante los ciclos agrícolas primavera-verano 2009 y 2010, se recolectaron en 163 sitios diferentes un total de 815 muestras de plantas de avena exhibiendo síntomas de enfermedades foliares y signos en el caso de royas. La identificación de los hongos se basó en caracteres morfológicos. Se identificaron seis especies de hongos fitopatógenos: *Colletotrichum graminicola*, *Curvularia hawaiiensis*, *Drechslera avenacea*, *Passalora graminis*, *Puccinia coronata* y *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*. Además, se encontraron cinco especies de hongos saprófitos o patógenos débiles: *Alternaria triticicola*, *A. triticina*, *A. uredinis*, *Curvularia protuberata* y *Pleospora* sp. Los hongos fitopatógenos que presentaron mayor frecuencia fueron: *P. graminis* f. sp. *avenae* (73%), *P. coronata* (61%) y *D. avenacea* (19%).

**Palabras clave:** *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Puccinia*.

## ABSTRACT

The aim of this study was to determine the fungal species associated to foliar diseases on oat in the highlands of Mexico. During spring-fall seasons 2009 and 2010, a total of 815 samples of oat plants exhibiting foliar diseases were collected from 163 different oat fields. Fungal identification was based on morphological characteristics. Six different pathogenic fungal species were identified: *Colletotrichum graminicola*, *Curvularia hawaiiensis*, *Drechslera avenacea*, *Passalora graminis*, *Puccinia coronata*, *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*. Whereas, that the saprophytic and weakly pathogenic fungi founded were: *Alternaria triticicola*, *A. triticina*, *A. uredinis*, *Curvularia protuberata* y *Pleospora* sp. The species *P. graminis* f. sp. *avenae* (73%), *P. coronata* (61%) and *D. avenacea* (19%) were the pathogenic fungi most frequently founded.

**Keywords:** *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Puccinia*.

<sup>1</sup>Fitopatología, Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados. Carr. México- Texcoco Km 36,5 Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. Correo electrónico: jmtovar@colpos.mx.

<sup>2</sup>Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México, México.

<sup>3</sup>Campo Experimental del Valle de México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, México.

## INTRODUCCIÓN

En 2012, el área sembrada con avena (*Avena sativa* L.) en México fue superior a 900.000 ha (SAGARPA, 2013) distribuidas en todas las zonas agrícolas de la República Mexicana debido a su amplio rango de adaptación a las condiciones ambientales, además de considerarse como un cultivo alternativo en los Valles Altos y en la región semiárida del norte-centro. Es importante señalar que el cultivo de avena se siembra particularmente cuando el inicio del período de lluvias se retrasa o se presentan bajas temperaturas que ponen en riesgo la siembra de los cultivos tradicionales como maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (Villaseñor-Mir *et al.*, 2003).

La avena, al igual que los otros cereales, está expuesta a un gran número de enfermedades causadas por diferentes patógenos, resaltando las enfermedades foliares ocasionadas por hongos, debido a que son altamente destructivas y su presencia provoca una reducción significativa del área foliar, ocasionando pérdidas en el rendimiento de grano y forraje (Leyva-Mir *et al.*, 2004a).

La importancia de conocer la incidencia de una enfermedad se basa en que esta variable nos provee una estimación de la cantidad de plantas enfermas en un área determinada si se toma en consideración la evaluación de plantas que presentan síntomas y signos característicos para cada enfermedad. Asimismo, los datos de incidencia son usados en estudios epidemiológicos que determinan la dispersión de la enfermedad a través del tiempo y espacio (Campbell y Madden, 1990).

El objetivo de este estudio fue determinar la diversidad e incidencia de hongos asociados a enfermedades foliares de la avena en los Valles Altos de México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los ciclos agrícolas primavera-verano de 2009 y 2010, se recolectaron 163 muestras de tejido foliar de avena de las variedades Turquesa, Karma, Chihuahua, Cevamex, Cuauhtémoc, Gema, Ópalo y Obsidiana, con síntomas de enfermedades foliares y signos de royas, en campos de agricultores distribuidos en los valles altos de los estados de Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Morelos, Estado de México y Distrito Federal, México. Cada muestra consistió de cinco hojas de cada uno de los 63 sitios del ciclo 2009 y 100 sitios del ciclo 2010 cuando la avena estaba en la etapa de grano lechoso-masoso próximo a la madurez fisiológica. Las plantas en campo presentaban infección natural, debido a la prevalencia de alta humedad relativa y temperatura > 25 °C en las localidades donde se recolectaron las muestras durante ambos años. Las muestras se depositaron en bolsas de papel encerado y se prensaron para facilitar su procesamiento en el laboratorio.

Para aislar a los hongos asociados a síntomas de manchas y tizones foliares, se indujo la esporulación en el material enfermo. Para esto, se realizaron cortes de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup> a partir del área de transición entre el tejido

sintomático y el asintomático de cada hoja recolectada. Posteriormente, los cortes se desinfectaron en una solución de hipoclorito de sodio al 3% durante un minuto, se enjuagaron en agua destilada estéril durante dos minutos y se secaron en papel absorbente esterilizado. De cada muestra, se colocaron 10 piezas de tejido foliar distribuidas en dos cajas de Petri que contenían papel filtro humedecido con agua destilada estéril. Cada pieza representó una repetición. Las cajas de Petri se incubaron de 24 a 72 horas bajo luz blanca continua y a temperatura de 20 ± 2 °C. Al formarse las estructuras de reproducción de los hongos en el tejido, se obtuvieron cultivos monospóricos mediante la transferencia directa de las esporas a cajas de Petri con medios de PDA y jugo de verduras. En el caso de tejidos foliares con signos típicos de royas (pústulas errumpentes), únicamente se realizaron cortes longitudinales de uredios y telios debido a su condición de parásitos obligados.

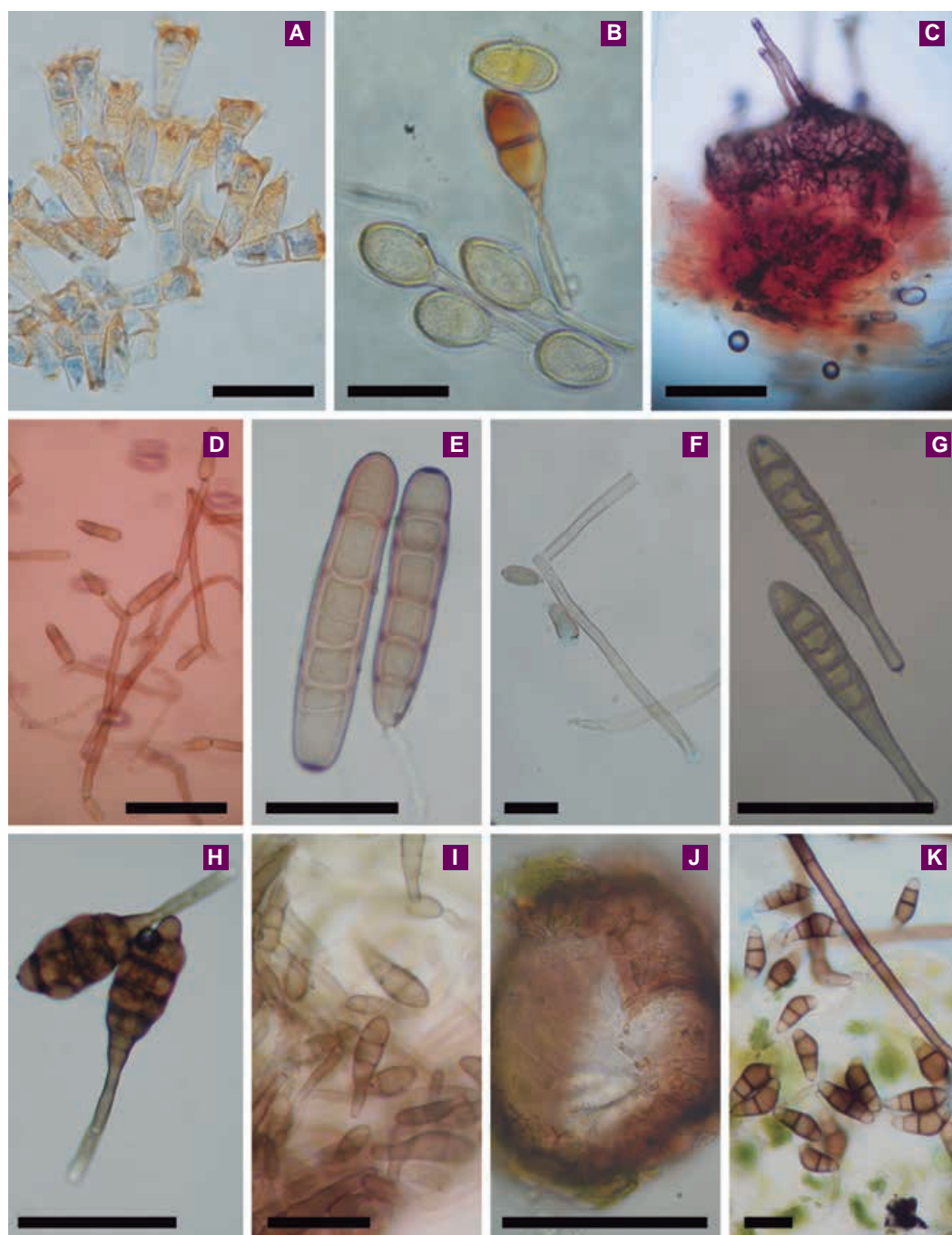
La identificación de las especies de hongos se basó en la morfología de la colonia en medio de cultivo PDA (excepto para royas) y estructuras de reproducción (ascosporas, conidios, urediniosporas y teliosporas), para lo cual, preparaciones semi-permanentes con glicerina y lactofenol se observaron en un microscopio compuesto a 400 X, registrando la forma y tamaño de 20 cuerpos fructíferos (seudotecios, acérvulos, uredios, y telios) y 50 esporas (conidios, ascosporas, urediniosporas y teliosporas).

La incidencia de cada una de las especies de hongos se calculó con la siguiente ecuación:  $li = (\sum ni / Ni) \cdot 100$ ; donde:  $li$  = incidencia de cada especie de hongo en el momento  $i$ ;  $ni$  = número de muestras con presencia de cada especie de hongo en el momento  $i$ ;  $Ni$  = número total de muestras analizadas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A través de la caracterización morfológica y con el uso de las claves especializadas de Ellis (1971), Manamgoda *et al.* (2012), Sivanesan (1987) y Zillinsky (1983), se identificaron seis especies de hongos fitopatógenos: *Puccinia coronata* (figura 1A), *Puccinia graminis* f. sp. *avenae* (figura 1B), *Colletotrichum graminicola* (figura 1C), *Curvularia hawaiiensis* (figura 1D), *Drechslera avenacea* (figura 1E), *Passalora graminis* (figura 1F). Además, mediante las claves de Simmons (2007) y Zillinsky (1983), se identificó a *Alternaria triticicola* (figura 1G), *A. uredinis* (figura 1H), *A. triticina* (figura 1I), *Curvularia protuberata* (figura 1J), y *Pleospora* sp. (figura 1K). Sin embargo, estas cinco especies son reportadas principalmente como patógenos débiles de cereales y con hábitos saprofitos (Zillinsky, 1983).

La incidencia en que se presentó cada una de las especies de hongos identificados se muestra en la figura 2. Por una parte, los resultados de este estudio indicaron que la roya de la corona (*P. coronata*) y la roya del tallo (*P. graminis* f. sp. *avenae*) son las enfermedades foliares más importantes de la avena en los Valles Altos de México, con un 61% y 73% de incidencia, respectivamente. Lo anterior coincide con lo reportado por Leyva-Mir *et al.*

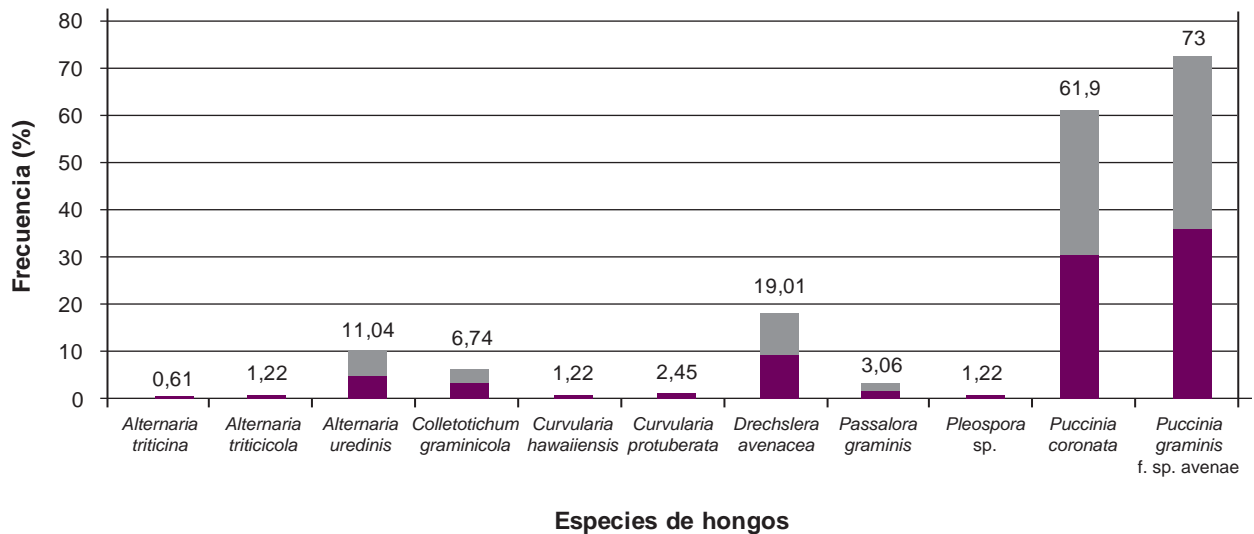


**Figura 1.** Esporas y cuerpos fructíferos de hongos asociados a enfermedades foliares de la avena en los valles altos de México. A: Teliosporas de *Puccinia coronata*; B: Urediniosporas y teliospora de *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*; C: Acérvulo de *Colletotrichum graminicola*; D: Conidios de *Curvularia hawaiiensis*; E: Conidios de *Drechslera avenacea* F: Conidios y conidióforos de *Passalora graminis*; G: Conidios de *Alternaria triticicola*; H: Conidios de *Alternaria uredinis*; I: Conidios de *Alternaria triticina*; J: Peritecio de *Pleospora* sp.; K: Conidios de *Curvularia protuberata*. Barra en A, B, E, G-I = 50  $\mu$ m; C, D, J = 100  $\mu$ m; F, K = 30  $\mu$ m.

(2004a), quienes indicaron que estas dos especies de royas se encuentran ampliamente distribuidas en los valles altos de México, debido al uso de variedades susceptibles, las cuales tienen efecto en la disminución tanto del rendimiento de grano como del forraje.

Por otra parte, se observó una alta incidencia de otros patógenos causantes de enfermedades foliares como *D.*

*avenacea* y *C. graminicola*, los cuales pueden ocasionar severas epidemias bajo ciertas condiciones de campo, tal y como lo indicaron Zillinsky, (1983) y Leyva-Mir *et al.* (2004b). Asimismo, en el caso de *D. avenacea*, nuestros resultados coincidieron con Leyva-Mir *et al.* (2014) quienes reportaron la presencia de este hongo fitopatógeno en semillas de avena producidas en los valles altos de México,



### Especies de hongos

**Figura 2.** Incidencia de especies de hongos asociados a enfermedades foliares de la avena (*Avena sativa* L.) en los Valles Altos de México durante los ciclos primavera-verano 2009 y 2010.

por lo que la importancia de este hongo radica en que es uno de los principales patógenos transmitidos a través de semillas de avena, además de ser el agente causal de tizón foliar de la avena (Carmona *et al.*, 2004).

En este estudio se identificaron, mediante análisis morfológico, seis especies de hongos fitopatógenos y cinco especies de hongos saprofitos asociados a enfermedades foliares de la avena en los valles altos de México. Los hongos fitopatógenos que presentaron mayor incidencia fueron: *P. graminis* f. sp. *avenae* (73%), *P. coronata* (61%) y *D. avenacea* (19%). Se sugiere realizar estudios epidemiológicos con la finalidad de conocer mayores detalles sobre la dispersión espacio-temporal de estos patógenos, además de llevar a cabo estudios enfocados a evaluar diversas estrategias para el manejo de estas enfermedades.

### BIBLIOGRAFÍA

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley and Sons, Nueva York, USA. p. 552.

CARMONA, M.; ZWEEGMAN, J.; REIS, E.M. 2004. Detection and transmission of *Drechslera avenae* from oat seed. Fitopatología Brasileira 29, 319-321.

ELLIS, M.B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. CAB International. Kew, Surrey, Reino Unido. p. 608.

LEYVA-MIR, S.G.; ESPITIA-RANGEL, E.; VILLASEÑOR-MIR, H.E.; HUERTA-ESPINO, J. 2004a. Pérdidas ocasionadas por *Puccinia graminis* f. sp. *avenae* Eriks. y Henn., causante de la roya del tallo en seis cultivares de avena (*Avena sativa* L.) en los Valles Altos de México. Revista Mexicana de Fitopatología: 22(2), 166-171.

LEYVA-MIR, S.G.; SOTO-HERRERA, A.; ESPITIA-RANGEL, E.; VILLASEÑOR-MIR, H.E.; GONZÁLEZ-IÑIGUEZ, M.; HUER-

TA-ESPINO, J. 2004b. Etiología e incidencia de la antracnosis [*Colletotrichum graminicola* (Ces.) G. W. Wils.] de la avena (*Avena sativa* L.) en Michoacan, México. Revista Mexicana de Fitopatología 22, 351-355.

LEYVA-MIR, S.G.; CERVANTES-GARCÍA, M.A.; VILLASEÑOR-MIR, H.E.; RODRÍGUEZ-GARCÍA, M.F.; GARCÍA-LEÓN, E.; TOVAR-PEDRAZA, J.M. 2014. Diversidad de hongos en semillas de avena del valle central de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 5(8), 1379-1385.

MANAMGODA, D.S.; CAI, L.; MCKENZIE, E.H.C.; CROUS, P.W.; MADRID, H.; CHUKEATIROTE, E.; SHIVAS, R.G.; TAN, Y.P.; HYDE, K.D. 2012. A phylogenetic and taxonomic re-evaluation of the *Bipolaris-Cochliobolus-Curvularia* complex. Fungal Diversity 56(1), 131-144.

SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2013. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. ([www.siap.gob.mx/index](http://www.siap.gob.mx/index), verificado: 10 de septiembre de 2013).

SIMMONS, E.G. 2007. *Alternaria: An Identification Manual*. Fungal Biodiversity Centre, CBS Biodiversity Series No. 6. Utrecht, the Netherlands. p. 775.

SIVANESAN, A. 1987. Graminicolous species of *Bipolaris*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Exserohilum* and their teleomorphs. CAB International. Wallingford, Oxon, Reino Unido. p. 261.

VILLASEÑOR-MIR, H.E.; ESPITIA-RANGEL, E.; HUERTA-ESPINO, J. 2003. El Campo Experimental Valle de México, estratégico en la producción nacional de avena: Historia y Aportaciones. En: 60 años de investigación en el Campo Experimental Valle de México. SAGARPA, INIFAP, Centro de Investigación del Centro, Campo Experimental Valle de México. Chapingo, Estado de México, México. p. 17-30.

ZILLINSKY, F.J. 1983. Common Diseases of Small Grain Cereals. A Guide to Identification. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. CIMMYT. México, D.F. p. 141.