

Diversidad de hongos en semilla de avena del Valle Central de México*

Fungal diversity in oat seeds from the Central Valley of Mexico

Santos Gerardo Leyva-Mir^{1§}, Marco Antonio Cervantes-García¹, Héctor Eduardo Villaseñor-Mir², María Florencia Rodríguez-García², Elizabeth García-León³ y Juan Manuel Tovar-Pedraza³

¹Departamento de Parasitología Agrícola-Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 38.5, C. P. 56230, Estado de México, México (lsantos@correo.chapingo.mx). ²Campo Experimental Valle de México, INIFAP. Carretera Los Reyes-Texcoco km 13.5, Coatlínchán, Texcoco, Estado de México. C. P. 56250 Tel: 01 595 9212715. Ext. 161. (villaseñor.hector@inifap.gob.mx; rodriguez.maria@inifap.gob.mx). ³Fitopatología, Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230 Tel. 01 595 9520200. Ext. 1614. (elizabeth.garcia@colpos.mx; jmtovar@colpos.mx). [§]Autor para correspondencia: lsantos@correo.chapingo.mx.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar la diversidad e incidencia de hongos fitopatógenos y saprófitos presentes en semilla de avena (*Avena sativa* L.) obtenida de los cultivares Ágata, Chihuahua y Turquesa, en nueve localidades del valle central de México, durante los ciclos de cultivo primavera-verano 2009 y 2010. Mediante la prueba de Freezing-blotter, se obtuvieron las siguientes especies de hongos fitopatógenos: *Alternaria alternarina*, *A. cerealis*, *A. uredinis*, *Bipolaris hawaiiensis*, *B. sorokiniana*, *B. spicifera*, *B. victoriae*, *Diplodia* sp., *Drechslera avenacea*, *Fusarium avenaceum*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. verticillioides*, *Phoma* sp. y *Rhizoctonia solani*. Mientras que, los hongos saprófitos encontrados fueron: *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp., *Chaetomium* sp., *Coniothyrium* sp., *Epicoccum* sp., *Gonatobotrys* sp., *Graphium* sp., *Nigrospora* sp., *Stemphylium* sp. y *Torula* sp. La incidencia total de hongos fue mayor en la variedad Chihuahua, seguida por Ágata y Turquesa. En general, las semillas del ciclo 2009 mostraron una mayor incidencia de hongos.

Palabras clave: *Avena sativa*, *Alternaria*, *Bipolaris*, *Diplodia*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Phoma*.

Abstract

The aim of this study was to determine the diversity and incidence of fungal pathogens and saprophytes present in oat seed (*Avena sativa* L.) obtained from Ágata, Chihuahua and Turquesa cultivars, in nine localities in the central valley of Mexico during the spring-summer 2009 and 2010 crop cycles. Through the Freezing-blotter test, the following species of plant pathogenic fungi were obtained: *Alternaria alternarina*, *A. cerealis*, *A. uredinis*, *Bipolaris hawaiiensis*, *B. sorokiniana*, *B. spicifera*, *B. victoriae*, *Diplodia* sp., *Drechslera avenacea*, *Fusarium avenaceum*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. verticillioides*, *Phoma* sp. and *Rhizoctonia solani*. While, the saprophytic fungi found were: *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp., *Chaetomium* sp., *Coniothyrium* sp., *Epicoccum* sp., *Gonatobotrys* sp., *Graphium* sp., *Nigrospora* sp., *Stemphylium* sp. and *Torula* sp. The overall fungal incidence was higher in the Chihuahua variety, followed by Ágata and Turquesa. In general, seeds from the 2009 cycle showed a higher fungal incidence.

Keywords: *Avena sativa*, *Alternaria*, *Bipolaris*, *Diplodia*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Phoma*.

* Recibido: marzo de 2014
Aceptado: abril de 2014

Durante los ciclos primavera-verano de 2009 y 2010, se colectaron semillas de avena de los cultivares Ágata, Chihuahua y Turquesa, en cinco localidades de Tlaxcala (Teacalco, Nanacamilpa, Francisco I. Madero, Terrenate y Velazco) y cuatro del Estado de México (Santa Lucía, Coatepec, Juchitepec y Chapingo). En cada localidad, se colectaron 80 semillas por cultivar, obteniendo así un total de 1 200 (ciclo 2009) y 1 680 (ciclo 2010). La inducción del crecimiento micelial y esporulación de los hongos, se realizó mediante la prueba de Freezing-Blotter descrita por Warham *et al.* (1998). La identificación de los géneros y especies de hongos se realizó usando las claves taxonómicas de Warham *et al.* (1998), Leslie y Summerell (2006), Simmons (2007), MAPA (2009), y Watanabe (2010).

Se evaluó la incidencia total de hongos, incidencia de fitopatógenos e incidencia de saprófitos. Para obtener la incidencia total, se observó la presencia/ausencia de hongos en la semilla, por localidad y cultivar. Las medias de los datos de incidencia general de hongos, incidencia de fitopatógenos e incidencia de saprófitos en porcentaje, se compararon mediante la prueba de Tukey, con $p \geq 0.05$, usando SAS Versión 9.1 (SAS Institute, 2003).

Se identificó un total de 26 especies de hongos, de los cuales 15 se han reportado como fitopatógenos y 11 como saprófitos. De acuerdo al número de colonias encontradas, se determinó que 65.69% de las semillas presentó incidencia de hongos, y 34.31% restante perteneció a semilla sana (Cuadro 1).

During the spring-summer 2009 and 2010 cycles, oat seeds from the Ágata, Chihuahua and Turquesa cultivars were collected in five localities in Tlaxcala (Teacalco, Nanacamilpa, Francisco I. Madero, Terrenate and Velazco) and four in the State of Mexico (Santa Lucía, Coatepec, Juchitepec and Chapingo). At each locality, 80 seeds were collected by cultivar, thus obtaining a total of 1 200 (2009 cycle) and 1 680 (2010 cycle). Induction of mycelial growth and fungal sporulation was performed by the Freezing-Blotter test described by Warham *et al.* (1998). The identification of fungal genera and species was performed using the taxonomic keys of Warham *et al.* (1998), Leslie and Summerell (2006), Simmons (2007), MAPA (2009), and Watanabe (2010).

The overall fungal incidence and the incidence of plant pathogens and saprophytes was evaluated. For the overall incidence, the presence/absence of fungi in seed was observed, by locality and cultivar. The means of data on overall fungal incidence and the incidence of fungal pathogens and saprophytes in percentage, were compared using the Tukey test, with $p \geq 0.05$, using SAS 9.1 (SAS Institute, 2003).

A total of 26 species of fungi were identified, of which 15 have been reported as plant pathogens and 11 as saprophytes. According to the number of colonies found, it was determined that 65.69% of seeds showed fungal incidence, and the remaining 34.31% belonged to healthy seed (Table 1).

Cuadro 1. Incidencia de hongos presentes en semillas de avena de los cultivares Ágata, Chihuahua y Turquesa, obtenidas a partir de diferentes localidades del valle central de México, durante los ciclos primavera-verano 2009 y 2010.

Table 1. Fungal incidence in oat seeds of Ágata, Chihuahua and Turquesa cultivars obtained from different localities in the central valley of Mexico, during the spring-summer 2009 and 2010 cycles.

Especie	Hábito	Ciclo		Núm. colonias	Incidencia (%)
		2009	2010		
<i>Alternaria alternarina</i>	Fitopatógeno	X		20	0.69
<i>Alternaria alternata</i>	Saprófito	X	X	533	18.51
<i>Alternaria cerealis</i>	Fitopatógeno	X		25	0.87
<i>Alternaria uredinis</i>	Fitopatógeno	X	X	139	4.87
<i>Aspergillus niger</i>	Saprófito		X	3	0.10
<i>Bipolaris hawaiiensis</i>	Fitopatógeno	X		2	0.07
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	Fitopatógeno	X	X	27	0.94
<i>Bipolaris spicifera</i>	Fitopatógeno		X	1	0.03
<i>Bipolaris victoriae</i>	Fitopatógeno	X		1	0.03
<i>Chaetomium</i> sp.	Saprófito	X		4	0.14
<i>Cladosporium</i> sp.	Saprófito	X	X	310	10.76
<i>Coniothyrium</i> sp.	Saprófito	X		2	0.07
<i>Diplodia</i> sp.	Fitopatógeno	X	X	3	0.10

Cuadro 1. Incidencia de hongos presentes en semillas de avena de los cultivares Ágata, Chihuahua y Turquesa, obtenidas a partir de diferentes localidades del valle central de México, durante los ciclos primavera-verano 2009 y 2010 (Continuación).

Table 1. Fungal incidence in oat seeds of Ágata, Chihuahua and Turquesa cultivars obtained from different localities in the central valley of Mexico, during the spring-summer 2009 and 2010 cycles (Continuation).

Especie	Hábito	Ciclo		Núm. colonias	Incidencia (%)
		2009	2010		
<i>Drechslera avenacea</i>	Fitopatógeno	X		7	0.24
<i>Epicoccum</i> sp.	Saprófito	X	X	445	15.45
<i>Fusarium avenaceum</i>	Fitopatógeno	X		9	0.31
<i>Fusarium oxysporum</i>	Fitopatógeno	X		1	0.03
<i>Fusarium poae</i>	Fitopatógeno	X		4	0.14
<i>Fusarium verticillioides</i>	Fitopatógeno	X	X	3	0.10
<i>Gonatobotrys</i> sp.	Saprófito	X	X	46	1.60
<i>Graphium</i> sp.	Saprófito	X		1	0.30
<i>Nigrospora</i> sp.	Saprófito	X		13	0.45
<i>Phoma</i> sp.	Fitopatógeno	X	X	84	2.92
<i>Rhizoctonia solani</i>	Fitopatógeno	X	X	117	4.06
<i>Stemphylium</i> sp.	Saprófito	X	X	3	0.10
<i>Torula</i> sp.	Saprófito	X		40	1.39
No identificado		X	X	49	1.70
Subtotal				1 849	65.69
Semilla sana				988	34.31
Total				2 880	100

Alternaria uredinis, *A. cerealis*, *A. alternarina*, *Rhizoctonia solani*, *Bipolaris* spp. y *Phoma* sp. se encontraron como los hongos fitopatógenos con mayor incidencia, sumando 14.48%. Mientras que, *Cladosporium* sp. y *Epicoccum* sp. se detectaron como los hongos saprófitos con mayor incidencia, sumando 26.21%. Todas las semillas de avena presentaban apariencia sana al momento de la colecta, sin embargo, al colocarlas en cámara húmeda por el método Freezing-Bottler, se logró la germinación, crecimiento y reproducción de estructuras de los hongos presentes en la semilla.

Alternaria alternata se detectó con la mayor incidencia (18.51%), coincidiendo con Neergaard (1977) y Kurowski (2009), quienes señalaron que *A. alternata* está presente como un contaminante común en semillas de cereales. Por otra parte, se encontraron las siguientes especies fitopatógenas de *Alternaria*: *A. alternarina*, *A. cerealis* y *A. uredinis* sumando 6.43% de la incidencia total. Lo anterior concuerda con Simmons (2007) quien registró a estas especies como causantes de manchas y tizones foliares en avena.

Rhizoctonia solani mostró una incidencia considerable en este estudio, su rol como patógeno en plantas de avena es muy importante, debido a que este cereal es altamente susceptible,

Alternaria uredinis, *A. cerealis*, *A. alternarina*, *Rhizoctonia solani*, *Bipolaris* spp. and *Phoma* sp. were found as the fungal pathogens with higher incidence, comprising 14.48%. While *Cladosporium* sp. and *Epicoccum* sp. were detected as the saprophytic fungi with the highest incidence, representing 26.21%. All oat seeds appeared healthy upon collection, however, when placed in a humid chamber by the Freezing-Bottler method, germination, growth and reproduction of fungal structures present in the seed was achieved.

Alternaria alternata was detected with the highest incidence (18.51%), coinciding with Neergaard (1977) and Kurowski (2009), who noted that *A. alternata* is present as a common contaminant in cereal seed. Moreover, the following plant pathogenic *Alternaria* species were found: *A. alternarina*, *A. cerealis* and *A. uredinis* consisting of 6.43% of the total incidence. This is consistent with Simmons (2007) who recorded these species causing leaf spots and blights in oats.

Rhizoctonia solani showed a significant incidence in this study, its pathogenic role in oat plants is very important, since this cereal is highly susceptible, and plants infected

y las plantas infectadas por este hongo presentan lesiones en forma de diamante con el centro bronceado y márgenes color marrón oscuro sobre vainas de las hojas inferiores, además de retrasar su madurez y en ciertos casos ocasionar la muerte las plantas (Nyvall, 1999).

De acuerdo a Zyllinsky (1984), *Bipolaris* spp. siguen en importancia a las royas como patógenos destructivos de los cereales en todo el mundo. En este trabajo se obtuvieron colonias de *Bipolaris sorokiniana*, *B. hawaiiensis*, *B. spicifera* y *B. victoriae*. De manera similar, Bautista-Espinoza *et al.* (2011), registraron alta incidencia de *B. sorokiniana* y *B. spicifera* a partir de semillas de trigo obtenidas en la zona de colecta del presente estudio.

En esta investigación se identificaron cuatro especies de *Fusarium*: *F. avenaceum*, *F. poae*, *F. oxysporum* y *F. verticillioides*. Éste hongo ha sido comúnmente aislado a partir de semillas de *Avena sativa* (Clear *et al.*, 2000; Kurowski y Wysocka, 2009), *A. fatua* (Mortensen y Hsiao, 1987) y *A. strigosa* (Farias *et al.*, 2002). *Fusarium avenaceum* resultó ser la especie con mayor frecuencia, coincidiendo con lo indicado por Clear *et al.* (2000) en su investigación sobre *Fusarium* spp. en semillas de avena producidas en Canadá.

Drechslera avenacea se identificó en la semillas analizadas de este estudio, coincidiendo con lo mencionado por Långaro *et al.* (2001), Silva *et al.* (2002), y Almeida y Reis (2009), quienes encontraron a esta especie en alta frecuencia en semillas de *Avena sativa*. 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 (Långaro *et al.*, 2001; Carmona *et al.*, 2004; Almeida y Reis, 2009).

Phoma sp. se obtuvo en baja proporción en ésta investigación, tal y como se ha detectado previamente en semillas de *A. strigosa* (Farias *et al.*, 2002). Sin embargo, Tariq *et al.* (2004) encontraron a *Phoma* sp. en una incidencia 46%, sobre diferentes variedades de avena producidas en Pakistán, colocando a éste hongo como un patógeno de gran importancia actual en la producción de este cereal.

Se identificó a *Diplodia* sp. en la semilla proveniente de dos localidades de Tlaxcala, México, coincidiendo con Leyva-Mir *et al.* (2011), quienes reportaron a este fitopatógeno causando pudrición del grano de avena del cultivar Chihuahua en el mismo sitio. Por otra parte, la alta frecuencia de *Cladosporium* sp. en este estudio, concuerda

by this fungus have diamond-shaped lesions with a bronzed center and dark brown margins on pods of the lower leaves, and delayed maturity and in some cases causing plant death (Nyvall, 1999).

According to Zyllinsky (1984), *Bipolaris* spp. follow the rusts in importance as destructive pathogens of cereals worldwide. In this paper, *Bipolaris sorokiniana*, *B. hawaiiensis*, *B. spicifera* and *B. victoriae* colonies were obtained. Similarly, Bautista-Espinoza *et al.* (2011) recorded high incidence of *B. sorokiniana* and *B. spicifera* in wheat seeds obtained in the collection zone of this study.

In this investigation four *Fusarium* species were identified: *F. avenaceum*, *F. poae*, *F. oxysporum* and *F. verticillioides*. This fungus has been commonly isolated from *Avena sativa* seeds (Clear *et al.*, 2000; Kurowski and Wysocka, 2009), *A. fatua* (Mortensen and Hsiao, 1987) and *A. strigosa* (Farias *et al.*, 2002). *Fusarium avenaceum* proved to be the most frequent species, coinciding with indications from Clear *et al.* (2000) in his research on *Fusarium* spp. in oat seeds produced in Canada.

Drechslera avenacea was identified in seeds analyzed in this study consistent with reports from Långaro *et al.* (2001), Smith *et al.* (2002) and Almeida and Reis (2009), who found this species at high frequency in *Avena sativa* seeds. This is one of the main pathogens transmitted through oat seeds, besides being the causal agent of oat leaf blight (Långaro *et al.*, 2001; Carmona *et al.*, 2004; Almeida and Reis, 2009).

Phoma sp. was obtained in low proportion in this investigation, as has been previously detected in *A. strigosa* seeds (Farias *et al.*, 2002). However, Tariq *et al.* (2004) found a 46% incidence of *Phoma* sp. on different oat varieties produced in Pakistan, positioning this fungus currently as a pathogen of great importance in the production of this cereal.

Diplodia sp. was identified in seeds from two localities in Tlaxcala, Mexico, coinciding with Leyva-Mir *et al.* (2011), who reported this plant pathogen causing oat grain rot in the Chihuahua cultivar at the same place. Moreover, the high frequency of *Cladosporium* sp. in this study is consistent with that reported by Farias *et al.* (2002), who noted that this genus is one of the main saprophytes isolated from *A. strigosa* seeds.

Table 2 shows the fungal incidence per locality. In general, it was found that samples from localities in the 2009 cycle showed a higher fungal incidence compared to the 2010

con lo reportado por Farias *et al.* (2002), quienes señalaron que este género es uno de los principales saprófitos aislados a partir de semillas de *A. strigosa*.

El Cuadro 2, muestra la incidencia de hongos por localidad. En general, se encontró que las muestras de localidades del ciclo 2009 presentaron mayor incidencia de hongos comparadas con el periodo 2010. Además, se observaron diferencias significativas en incidencia total, incidencia de patógenos y saprófitos entre localidades, lo que indica que cada localidad mostró una problemática distinta de hongos presentes en la semilla. Zillinsky (1984), también encontró que la presencia de enfermedades en cereales varía según las condiciones ambientales de cada región.

Cuadro 2. Comparación de medias de la incidencia general de hongos, incidencia fitopatógenos e incidencia de saprófitos por localidad.

Table 2. Means comparison of the overall fungal incidence, and the incidence of pathogens and saprophytes by locality.

Localidad (Ciclo agrícola)	Media de incidencia de hongos (%)		
	General	Fitopatógenos	Saprófitos
Velasco, Tlaxcala (2009)	95a*	10d*	85*
Terrenate, Tlaxcala (2009)	95a	27ab	68b
Santa Lucía, Estado de México (2009)	90ab	18bcd	72b
Nanacamilpa, Tlaxcala (2009)	89ab	13cd	76ab
Santa Lucía, Estado de México (2010)	76bc	31a	45c
Coatepec, Estado de México (2009)	72c	25abc	47c
Terrenate, Tlaxcala (2010)	55d	27ab	28d
Teacalco, Tlaxcala (2010)	49de	27ab	22de
Francisco I. Madero, Tlaxcala (2010)	46de	31a	15e
Juchitepec, Estado de México (2010)	46de	33a	13e
Coatepec, Estado de México (2010)	38e	21bcd	17de
Chapingo, Estado de México (2010)	38e	18bcd	20de

*Medias dentro de cada columna seguidas por la misma letra no difieren en la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Las localidades donde se colectaron las muestras cuentan con una diferente precipitación anual, lo que probablemente incidió en una diferente frecuencia de hongos en la semilla, coincidiendo con Neergaard (1977), quien mencionó que la presencia de patógenos en las semillas puede fluctuar de un año a otro en una misma región, debido a variación en las condiciones de humedad.

Los resultados de incidencia de hongos por cultivar son mostrados en el Cuadro 3, señalando que el cultivar Chihuahua presentó mayor incidencia general seguido por Ágata y Turquesa. Lo anterior podría deberse a que el cultivar Chihuahua es el que posee mayor tiempo de haber sido liberado, además de que es altamente susceptible a enfermedades foliares y a roya del tallo (*Puccinia graminis*

cycle. Moreover, significant differences was observed in overall fungal incidence, and incidence of pathogens and saprophytes between localities, indicating that each site showed different problems related to seed fungi. Zillinsky (1984) also found that the presence of diseases in cereals varies according to the environmental conditions of each region.

The localities where samples were collected have a different annual rainfall, which probably had an impact on a different frequency of fungi in seeds, coinciding with Neergaard (1977), who mentioned that the presence of pathogens in seeds can fluctuate from one year to the next in the same region, due to variation in humidity conditions.

Results of the incidence of fungi per cultivar are shown in Table 3, indicating that the Chihuahua cultivar showed higher overall incidence followed by Ágata and Turquesa. This could be because the Chihuahua cultivar was released before the others, and it is highly susceptible to foliar diseases and stem rust (*Puccinia graminis* f. sp. *avenae*) (Jiménez, 1992). While the Ágata and Turquesa varieties which were released in 2009, express tolerance to the foliar disease complex caused by *Drechslera avenacea*, *Septoria avenae* f. sp. *avenae* and *Colletotrichum graminicola*, besides being moderately resistant to stem rust and crown rust (*Puccinia coronata*) (Villaseñor-Mir *et al.*, 2009a, 2009b). Moreover, the incidence of pathogens and saprophytes per cultivar is similar, as the three cultivars tested had an incidence percentage with the same group of means.

f. sp. *avenae*) (Jiménez, 1992). Mientras que, las variedades Ágata y Turquesa las cuales se liberaron en el año 2009, expresan tolerancia al complejo de enfermedades foliares causadas por *Drechslera avenacea*, *Septoria avenae* f. sp. *avenae* y *Colletotrichum graminicola*, además de ser moderadamente resistentes a roya del tallo y a roya de la corona (*Puccinia coronata*) (Villaseñor-Mir *et al.*, 2009a, 2009b). Por otra parte, la incidencia de patógenos y saprófitos por cultivar, se registró de manera semejante, ya que los tres cultivares evaluados presentaron un porcentaje de incidencia con la misma agrupación de medias.

En conclusión, la incidencia de hongos fitopatógenos en semillas de avena provenientes de diferentes cultivares, ciclos de producción y localidades del valle central de México fue 15.4%; mientras que la incidencia de hongos saprófitos fue 48.87%. Por otra parte, la incidencia total de hongos fue mayor en el cultivar Chihuahua, seguido por los cultivares Ágata y Turquesa. Además, las semillas obtenidas durante el ciclo 2009, mostraron una mayor incidencia de hongos, tanto fitopatógenos como saprófitos.

Literatura citada

- Almeida, M. F. e Reis, E. M. 2009. Comparação da sensibilidade de métodos para a detecção de fungos patogênicos em sementes de aveia branca e preta no Rio Grande do Sul. *Tropical Plant Pathol.* 34:265-269.
- Bautista-Espinoza, M. E.; Leyva-Mir, S. G.; Villaseñor-Mir, H. E.; Huerta-Espino, J. y Mariscal-Amaro, L. A. 2011. Hongos asociados al grano de trigo sembrado en áreas del centro de México. *Rev. Mex. Fitopatol.* 29:175-177.
- Carmona, M.; Zweegman, J. and Reis, E. M. 2004. Detection and transmission of *Drechslera avenae* from oat seed. *Fitopatol. Bras.* 29:319-321.
- Clear, R. M.; Patrick, S. K. and Gaba, D. 2000. Prevalence of fungi and fusariotoxins on oat seed from western Canada, 1995-1997. *Can. J. Plant Pathol.* 22:310-314.
- Farias, C. R. J.; Del Ponte, E. M.; Lucca-Filho, O. A. e Pierobom, C. R. 2005. Fungos causadores de Helminthosporiose associados às sementes de aveia-preta (*Avena strigosa*, Schreb.). *Rev. Bras. Agrociência.* 11:57-61.
- Farias, C. R. J.; Lucca-Filho, O. A.; Pierobom, C. R. e Del Ponte, E. M. 2002. Qualidade sanitária de sementes de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) produzidas no estado do Rio Grande do Sul, safra 1999/20001. *Rev. Bras. Sementes.* 24:1-4.
- Jiménez, G. C. 1992. Descripción de las variedades de avena cultivadas en México. SARH, Campo Experimental Valle de México. Chapingo, Estado de México. 89 p.
- Kurowski, T. P. and Wysocka, U. 2009. Fungal communities colonizing grain of hulled and naked oat grown under organic farming system. *Phytopathologia* 54:53-59.

Cuadro 3. Incidencia general de hongos, incidencia de fitopatógenos e incidencia de saprófitos por cultivar de semillas de avena obtenidas de diferentes localidades del valle central de México, durante los ciclos primavera-verano 2009 y 2010.

Table 3. Overall fungal incidence, incidence of pathogens and saprophytes per cultivar in oat seeds obtained from different localities in the central valley of Mexico, during the spring-summer 2009 and 2010 cycles.

Cultivar	Incidencia media de hongos (%)		
	General	Fitopatógenos	Saprófitos
Chihuahua	69a*	25a*	44a*
Ágata	65ab	23a	42a
Turquesa	63b	22a	41a

*Medias dentro de cada columna seguidas por la misma letra no difieren en la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

In conclusion, the incidence of fungal pathogens in oat seeds from different cultivars, production cycles and localities in the central Valley of Mexico was 15.4%; while the incidence of saprophytic fungi was 48.87%. Moreover, the overall fungal incidence was higher in the Chihuahua cultivar, followed by the Ágata and Turquesa cultivars. In addition, the seeds obtained during the 2009 cycle showed a higher fungal incidence of both pathogens and saprophytes.

End of the English version



- Lângaro, N. C.; Reis, E. M. and Floss, E. L. 2001. Detection of *Drechslera avenae* in oat seeds. *Fitopatol. Bras.* 26:745-748.
- Leslie, F. J. and Summerell A. B. 2006. *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Publishing. Iowa, USA. 388p.
- Leyva-Mir, S. G.; Mariscal-Amaro, L. A.; Villaseñor-Mir, H. E. y Huerta-Espino J. 2011. *Diplodia* sp., causante de la pudrición de grano de Avena (*Avena sativa*) en Nanacamilpa, Tlaxcala, México. *Rev. Mex. Fitopatol.* 29:81-83.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). 2009. Manual de análise sanitária de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. MAPA/ACS. Brasília, Brasil. 200 p.
- Mortensen, K. and Hsiao, A. I. 1987. Fungal infestation of seeds from seven populations of wild oats (*Avena fatua*) with different dormancy and viability characteristics. *Weed Res.* 27:297-304.
- Neergaard, P. 1977. Seed pathology. 1. MacMillan Press. Surrey, UK. 1:839 p.
- Nyvall, R. F. 1999. Field crop diseases. Iowa State University Press. Iowa, USA. 1021 p.
- Statistical Analysis Systems (SAS Institute). 2003. user's guide. Version 9.1. Cary, USA. 1052 p.

- Silva, R. T. V.; Homechin, M.; Endo, R. M. e Fonseca, I. C. B. 2002. Efeito do tratamento de sementes e da profundidade de semeadura no desenvolvimento de plantas de aveia-branca (*Avena sativa* L.) e a microflora da rizosfera e do rizoplaneo. Rev. Bras. Sementes. 24:237-243.
- Simmons, G. E. 2007. *Alternaria: an identification manual: fungal biodiversity centre*. Utrecht, Netherlands. 775 p.
- Tariq, A. H.; Saed, A.; Hussain, A.; Akhtar, L. H.; Muhammad, A. and Siddiqui, S. Z. 2004. Seed-borne mycoflora on oats in the Punjab. Pakistan J. Sci. Indus. Res. 47:46-49.
- Villaseñor-Mir, H. E.; Huerta-Espino, J.; Rodríguez-García, M. F.; Santa-Rosa, H. y Martínez-Cruz, E. 2009a. Ágata, nueva variedad de avena para siembra de temporal en México. INIFAP, Campo Experimental Valle de México. Texcoco, Estado de México. 10 p.
- Villaseñor-Mir, H. E.; Espitia-Rangel, E.; Huerta-Espino, J.; Osorio-Alcalá, L. y López-Hernández, J. 2009b. Turquesa, nueva variedad de avena para producir grano y forraje en México. INIFAP, Campo Experimental Valle de México. Texcoco, México 23 p.
- Warham, E. J.; Butler, D. L. y Sutton, C. B. 1998. Ensayos para la semilla de maíz y trigo. Manual de laboratorio. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Texcoco, Estado de México. 84 p.
- Watanabe, T. 2010. Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species. 3th (Ed.). CRS Press. Boca Raton, USA 3970 p.
- Zyllinsky F. J. 1984. Guía para la identificación de enfermedades en cereales de grano pequeño. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Texcoco, Estado de México. 141 p.