

## Enfermedades fungosas asociadas al cultivo de avena (*Avena sativa* L.) en el Estado de México\*

### Fungal diseases associated with the cultivation of oat (*Avena sativa* L.) in the State of Mexico

Santos Gerardo Leyva-Mir<sup>1</sup>, Refugio Sillas-Covarrubias<sup>1</sup>, Héctor Eduardo Villaseñor-Mir<sup>2</sup>, Luis Antonio Mariscal-Amaro<sup>3§</sup> y María Florencia Rodríguez García

<sup>1</sup>Departamento de Parasitología Agrícola- Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México- Texcoco km 38.5. Chapingo, Texcoco, Estado de México. C. P. 5623. Tel. (595)9521500 Ext. 6179. <sup>2</sup>Campo Experimental Valle de México- INIFAP. Carretera Los Reyes- Texcoco, km 13.5. Coatlinchán, Texcoco, Estado México. C. P. 56250. Tel (595)9212657. <sup>3</sup>Campo Experimental Bajío- INIFAP. Carretera Celaya- San Miguel de Allende, km 6.5. Celaya, Guanajuato, C. P. 38110. (461)6115323 Ext. 181. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: mariscal.luis@inifap.gob.mx.

#### Resumen

En México la avena es uno de los cereales que en los últimos años ha acrecentado su superficie de siembra de manera importante, sustituyendo a cultivos tradicionales como maíz, frijol, trigo y cebada, alcanzando las 942 mil hectáreas en 2010 (SIAP, 2010). Sin embargo, su producción se ve afectada por enfermedades fungosas mismas que en algunos casos no han sido identificadas y que son un peligro potencial para la producción de este cereal en siembras de temporal. Este estudio tuvo como objetivo identificar los agentes causales de enfermedades fungosas en el cultivo de avena sembrada bajo temporal durante el ciclo primavera-verano 2009, en tres regiones productoras del Estado de México. Se realizaron colectas de hojas con síntomas de diferentes enfermedades de las variedades Chihuahua, Cuauhtémoc y Ópalo que fueron sembradas en los ensayos del Programa de Mejoramiento Genético de Avena del INIFAP. Se identificaron los hongos fitopatógenos: *Helminthosporium sativum*, *H. victoriae*, *H. avenae*, *Puccinia coronata*, *P. graminis* f. sp. *avenae*, *Curvularia* sp., y los saprófitos *Alternaria* sp., y *Phoma* sp. La enfermedad con mayor incidencia en las tres regiones de estudio fue *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*.

**Palabras clave:** incidencia, temporal, fitopatógeno, saprófito.

#### Abstract

In Mexico oat cereal is one that in recent years has increased its surface significantly, replacing traditional crops such as corn, beans, wheat and barley, reaching 942 000 ha in 2010 (SIAP, 2010). However, its production is affected by fungal diseases that in some cases have not been identified and are a potential threat to the production of this cereal under rainfed. This study aimed to identify the causative agents of fungal diseases in the oat crop sown under rainfed conditions during the spring-summer 2009, in three regions of the State of Mexico. Collections were made from leaves with symptoms of different diseases of varieties Chihuahua, Cuauhtémoc and Opal that were sown in trials of the Oat Breeding Program from INIFAP. Phytopathogenic fungi identified were: *Helminthosporium sativum*, *H. victoriae*, *H. avenae*, *Puccinia coronata*, *P. graminis* f. sp. *avenae*, *Curvularia* sp., and saprophytic *Alternaria* sp., and *Phoma* sp. The disease with highest incidence in the three study regions was *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*.

**Key words:** incidence, rainfed, pathogen, saprophyte.

During the spring-summer 2009 in the localities of Jaltepec, Chapingo and Santa Lucía, State of Mexico, leaf samples were collected with different symptoms (blights,

\* Recibido: febrero de 2013  
Aceptado: agosto de 2013

Durante el ciclo primavera-verano 2009 en las localidades de Jaltepec, Chapingo y Santa Lucía, Estado de México, se colectaron muestras de hojas con diferentes síntomas (tizones, manchados, rayados, entre otros) y signos (pústulas) en las variedades Chihuahua, Cuauhtémoc y Ópalo sembradas en ensayos del Programa de Mejoramiento Genético de Avena del INIFAP. Se seleccionaron estas variedades porque actualmente son las más susceptibles al ataque del complejo de enfermedades foliares y porque actualmente se siembran a nivel comercial (Villaseñor *et al.*, 2008). La incidencia de enfermedades se presentó de forma natural debido a que existieron las condiciones adecuadas de temperatura (18-26 °C) y humedad ambiental (>70% más de 5 h) durante la temporada de lluvias (Villaseñor y Espitia, 2000), así como de inóculo, ya que en los sitios evaluados se ha sembrado avena en los últimos tres años, factor indispensable para el desarrollo de los hongos que atacan el follaje de este cultivo (Leyva *et al.*, 2004). Los tres sitios seleccionados se caracterizan por tener un clima templado subhúmedo, altitud >2 200 m y precipitación media anual >400 mm (Villaseñor y Espitia, 2000).

La colecta de muestras de hojas se hizo durante la etapa de grano masoso. Las variedades en cada sitio fueron sembradas en parcelas de 4 surcos de 3 m de largo y espaciados a 0.30 m con 3 repeticiones. En cada parcela se eligieron 15 plantas al azar y en cada una se tomó la hoja bandera, para dar un total de 135 muestras por variedad, 45 por sitio. Para acondicionar y preservar las muestras, las hojas con tejido enfermo se almacenaron en bolsas de glaciante, se prensaron y se secaron (Zillinsky, 1984). Las muestras se procesaron en el laboratorio de hongos del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), donde a cada hoja colectada se le hizo un corte de 1 cm<sup>2</sup> con parte sana y enferma; posteriormente se hizo una desinfección superficial con hipoclorito de sodio 1% durante dos minutos y se enjuagó con agua destilada durante 2 min. En total se tuvieron 135 cortes de hojas de cada variedad y se pusieron 5 cortes por caja petri (Zillinsky, 1984).

Debido a que no existe en avena una metodología para determinar el comportamiento de las enfermedades foliares, se determinó la incidencia de patógenos utilizando los cortes de cada caja petri, de las cuales se cuantificó el número de hongos presentes y su incidencia, la misma que se convirtió en porcentaje (%), para lo cual se calculó utilizando la fórmula: (%) incidencia = (número de muestras con patógeno foliar / Total de muestras examinadas) (100). El

spots, scratched, etc.) and signs (pustules) in Chihuahua, Cuauhtémoc and Opal varieties planted in trials from the Oat Breeding Program from INIFAP. These varieties were selected because they currently are the most susceptible to the attack from the foliar disease complex and because currently is sown commercially (Villaseñor *et al.*, 2008). The incidence of diseases presented naturally because there were adequate conditions of temperature (18-26 °C) and humidity (70% > more than 5 h) during the rainy season (Villaseñor and Espitia, 2000) thus as inoculum, as in the evaluated sites, oat has been planted in the last three years, which is crucial for the development of fungi that attack the foliage of the crop (Leyva *et al.*, 2004). The three selected sites are characterized by a humid temperate climate, altitude >2 200 m and average annual rainfall >400 mm (Villaseñor and Espitia, 2000).

The leaf sample collection was made during the dough grain stage. The varieties in each site were planted in 4-row plots 3 m long and spaced at 0.30 m with 3 replications. In each plot, 15 plants were selected randomly and on each the flag leaf was taken, for a total of 135 samples per variety, 45 per site. To condition and preserve samples, the diseased tissue leaves were stored in glaciante bags, pressed and dried (Zillinsky, 1984). The samples were processed in the laboratory of fungi from the Department of Agricultural Parasitology from the Universidad Autónoma Chapingo (UACH), where each leaf collected was made a cut of 1 cm<sup>2</sup> with healthy and ill part; subsequently the surface was disinfected with sodium hypochlorite 1% for two minutes and rinsed with distilled water for 2 min. There were a total of 135 leaf cuts of each variety and placed 5 cuts per petri dish (Zillinsky, 1984).

Because in oat does not exist a methodology to determine the behavior of foliar diseases, was determined the incidence of pathogens using the cuts of each petri dish, from which measured the number of fungi present and their incidence, the same that became percentage (%), for which was calculated using the formula: (%) incidence = (number of samples with foliar pathogen / Total sample tested) (100). The procedure was applied to the three varieties. The boxes were placed in humid chamber and incubated at room temperature (18-28 °C). Identification was made in the laboratory after 48 h, since fungi on cereals in dried or fresh samples usually develop after this time (Zillinsky, 1984). After the sporulation of organisms was induced in petri dishes, direct mounts were made using the needle scraping technique.

It was also used the colony characteristics and morphology of structures in temporary preparations with lactophenol 10%, which were observed under a compound microscope

procedimiento se aplicó para las tres variedades en los tres sitios muestreados. Las cajas se colocaron en cámara húmeda y se incubaron a temperatura ambiente (18–28 °C). Se hizo la identificación en laboratorio después de 48 h, ya que los hongos de cereales en muestras secas o frescas generalmente se desarrollan transcurrido este tiempo (Zillinsky, 1984). Después de que se indujo la esporulación de los organismos en las cajas petri, se hicieron montajes directos, utilizando la técnica de raspadura con aguja.

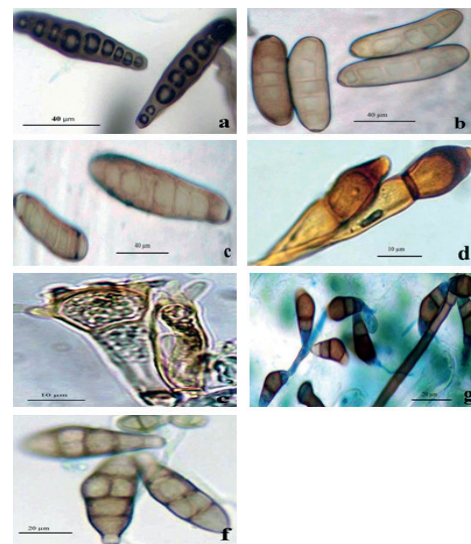
También se utilizaron las características de las colonias y morfología de las estructuras en preparaciones temporales con lactofenol al 10%, las que se observaron al microscopio compuesto (Zillinsky, 1984). Para el caso de las royas, se hicieron montajes directos del material enfermo debido a su condición de parásitos obligados (Roelfs *et al.*, 1992). Para la identificación final se hizo una comparación con base en la sintomatología registrada y en el desarrollo y la morfología de las colonias, utilizando las descripciones e ilustraciones dadas por Dickson (1963); Barnett y Hunter (1972); Zillinsky (1984); Wiese (1987); Strand (1990); Roelfs *et al.* (1992); Romero (1993); Mathre (1997); Latorre (1999) y Warham *et al.* (1999).

Los géneros de los hongos identificados fueron: *Puccinia*, *Helminthosporium* y *Curvularia*, los cuales para este cultivo se han descrito como fitopatógenos, mientras que dentro de los saprófitos se encontraron a *Alternaria* y *Phoma* (Zillinsky, 1984; Warham *et al.*, 1999). Por la morfología de las colonias y características de los conidios, se identificaron las especies de hongos fitopatógenos: *H. sativum* Pammel, King y Bakke; *H. avenae* Eidam; *H. victoriae* Meehan y Murphy; *Puccinia graminis* f. sp. *avenae* Eriks y Henn; y *P. coronata* (Pers.) Corda, y los saprófitos fueron: *Alternaria* sp. Ness; *Curvularia* sp. Boedijn; y *Phoma* sp., Westend (Figura 1).

Con el número total de muestras analizadas se observó gran diversidad de especies de hongos, lo cual se debió quizá a las diferentes condiciones ambientales de las localidades (Villaseñor y Espitia, 2000). Las especies identificadas fueron en orden de incidencia general en los tres sitios: *P. graminis* f. sp. *avenae* (74%), *P. coronata* (73%), *Alternaria* sp. (72%), *H. sativum* (51%), *Phoma* sp. (47%), *H. avenae* (43%), *Curvularia* sp. (27%), y *H. victoriae* (26%). Es importante mencionar que las especies *H. sativum* y *Alternaria* sp., pueden ser transportados en semilla o grano como lo describe Bautista *et al.* (2011), lo que puede causar su incidencia en los siguientes ciclos de cultivo.

(Zillinsky, 1984). In the case of rusts, direct mounts of the diseased material were made due to its status as obligate parasites (Roelfs *et al.*, 1992). For final identification a comparison based on symptomatology, development and colony morphology was made, using the descriptions and illustrations given by Dickson (1963), Barnett and Hunter (1972); Zillinsky (1984); Wiese (1987), Strand (1990); Roelfs *et al.* (1992), Romero (1993), Mathre (1997); Latorre (1999) and Warham *et al.* (1999).

The genera of fungi identified were: *Puccinia*, *Helminthosporium* and *Curvularia*, which have been described as plant pathogens for this crop, while within saprophytes were found *Alternaria* and *Phoma* (Zillinsky 1984; Warham *et al.*, 1999). For colony morphology and conidia characteristics, were identified pathogenic fungi species: *H. sativum* Pammel, King and Bakke; *H. avenae* Eidam; *H. victoriae* Meehan and Murphy; *Puccinia graminis* f. sp. *avenae* Eriks and Hen; and *P. coronata* (Pers.) Corda, and saprophytes were: *Alternaria* sp. Ness, *Curvularia* sp. Boedijn, and *Phoma* sp. Westend (Figure 1).



**Figura 1.** Hongos identificados en colectas de hojas en variedades de avena sembradas en tres localidades del Estado de México, ciclo primavera-verano, 2009. a) Conidios de *H. sativum*; b) Conidios de *H. avenae*; c) Conidios de *H. victoriae*; d) Teliosporas de *Puccinia graminis* f. sp. *avenae*; e) Teliosporas de *P. coronata*; f) Conidios de *Alternaria* sp.; y g) Conidios de *Curvularia* sp.

**Figure 1.** Identified fungi in leaves collected, in oat varieties planted at three locations in the State of Mexico, spring-summer, 2009. a) Conidia of *H. sativum*; b) Conidia of *H. avenae*; c) Conidia of *H. victoriae*; d) Teliospores of *Puccinia graminis* f. sp. *Avenae*; e) *P. coronata*; f) conidia of *Alternaria* sp., and; g) conidia of *Curvularia* sp.

El sitio con mayor incidencia del complejo de enfermedades fungosas fue Santa Lucía seguido de Chapingo y Jaltepec. *P. graminis* f. sp. *avenae*, *P. coronata* y *Alternaria* sp., fueron los hongos con mayor incidencia, siendo este último organismo una especie saprófita de poca importancia para el cultivo (Zillinsky, 1984; Warham *et al.*, 1999), por lo que las royas fueron el grupo de enfermedades más importantes que se presentaron en las localidades evaluadas, lo cual coincide con lo mencionado por Villaseñor *et al.* (2001), quienes afirman que estas dos enfermedades inciden más en el cultivo y se pueden presentar desde la etapa de plántula hasta el llenado de grano (Leyva *et al.*, 2004).

La incidencia de *Helminthosporium* sp., no alcanzó los niveles de *Puccinia* sp., sin embargo, Zillinsky (1984) menciona que las especies de este género son el segundo grupo de patógenos más destructivos de los cereales a nivel mundial y, al igual que especies del género *Alternaria* spp., pueden ser transportadas en el grano o semilla y mediante el monocultivo pueden convertirse en un problema serio (Bautista *et al.*, 2011). Las tres variedades presentaron los mismos niveles de infección y tipo de reacción ante la incidencia de *Puccinia* spp., según los descrito por Roelfs *et al.* (1992), y no mostraron variación entre ellas ante la incidencia de *Helminthosporium* sp., *Alternaria* sp., *Curvularia* sp. y *Phoma* sp., por lo que se confirma que son variedades susceptibles a las royas y enfermedades foliares que inciden en trigo de temporal, y que es conveniente sustituirlas por variedades con mayor nivel de resistencia, como los son Karma, Obsidiana o Turquesa (Villaseñor *et al.*, 2008).

## Agradecimientos

Al Programa de Mejoramiento Genético de Avena del INIFAP- CEVAMEX por brindar el germoplasma y las facilidades para la realización del presente trabajo durante la fase de campo, a través del proyecto "Mejoramiento genético y liberación de variedades de avena para la producción de forraje y grano en México" PRECI: 2096030A.

## Literatura citada

Barnett, H. L.; and Hunter, B. B. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. 3<sup>th</sup>. Burgess Publishing Company. Minnesota, USA. 241 p.

With the total number of samples tested was observed a great diversity of species of fungi, which may be due to different environmental conditions in the localities (Villaseñor and Espitia, 2000). The identified species were by general incidence in the three sites: *P. graminis* f. sp. *avenae* (74%), *P. coronata* (73%), *Alternaria* sp. (72%), *H. sativum* (51%), *Phoma* sp. (47%), *H. avenae* (43%), *Curvularia* sp. (27%), and *H. victoriae* (26%). It is noteworthy that the species *H. sativum* and *Alternaria* sp. can be transported in grain or seed as described by Bautista *et al.* (2011), which may cause its incidence on the following crop cycles.

The site with the highest incidence of the fungal disease complex was Santa Lucia followed by Chapingo and Jaltepec. *P. graminis* f. sp. *avenae*, *P. coronata* and *Alternaria* sp. were the fungi with highest incidence, the latter being a saprophyte specie of little importance for the crop (Zillinsky 1984; Warham *et al.*, 1999), so that rusts were the most important group of diseases present at localities evaluated, which is consistent with that reported by Villaseñor *et al.* (2001), who argue that these two diseases affect more the crop and may be present from seedling stage to grain filling (Leyva *et al.*, 2004).

The incidence of *Helminthosporium* sp., did not reach the levels of *Puccinia* sp., However, Zillinsky (1984) mentions that the species of this genus are the second most destructive group of pathogen of cereals worldwide and, like species of the genus *Alternaria* spp., can be transported in grain or seed and through monoculture can become a serious problem (Bautista *et al.*, 2011). The three varieties showed the same levels of infection and type of reaction to the incidence of *Puccinia* spp., according to the described by Roelfs *et al.* (1992), and showed no variation among them before the incidence of *Helminthosporium* sp., *Alternaria* sp., *Curvularia* sp. and *Phoma* sp., so it is confirmed that varieties are susceptible to rust and foliar diseases affecting rainfed wheat, and it is convenient to substitute them by varieties with higher resistance level, as are Karma, Obsidiana and Turquesa (Villaseñor *et al.*, 2008).

*End of the English version*



Bautista, E. M. E.; Leyva, M. S. G.; Villaseñor, M. H. E.; Huerta, E. J. y Mariscal, A. L. A. 2011. Hongos asociados al grano de trigo sembrado en áreas del centro de México. Rev. Mex. Fitopatol. 29:175-177.

Dickson, J. G. 1963. Enfermedades de las plantas de gran cultivo. Primera edición. SALVAT. Barcelona, España. 584p.

Latorre, G. B. 1999. Enfermedades de las plantas cultivadas. 5<sup>th</sup> (Ed.). Alfaomega. Mexico, D. F. 53-57 pp.



- Leyva, M. S. G.; Espitia, R. E.; Villaseñor, M. H. E.; y Huerta, E. J. 2004. Pérdidas ocasionadas por *Puccinia graminis* f. sp. *avenae* Ericks. y Henn., causante de la roya del tallo en seis cultivares de avena (*Avena sativa* L.) en los Valles Altos de México. Rev. Mex. Fitopatol. 22(2):166-171.
- Mathre, D. E. 1997. Compendium of barley diseases. 2<sup>th</sup> (Ed.). APS Press. The American Phytopathological Society. Montana, USA. 90 p.
- Roelfs, A. P.; Singh, R. P. y Saari, E. E. 1992. Las royas del trigo: conceptos y métodos para el manejo de esas enfermedades. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). México, D. F. 81 p.
- Romero, C. S. 1993. Hongos fitopatógenos. Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, Texcoco, Estado de México, 346 p.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). www.siap.gob.mx/index (consultado noviembre, 2011).
- Strand, L. L. 1990. Integrated pest management for small grains. University of California. Statewide Integrated Pest Management Project. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3333. 126 p.
- Villaseñor, M. H. E. y Espitia, R. E. 2000. Características de la áreas productoras de trigo de temporal: problemática y condiciones de producción. 85-98 pp. In: Villaseñor, M. H. E. y Espitia, R. E. (Eds.). El trigo de temporal en México. Libro técnico Núm. 1. SAGARPA-INIFAP-CIRCE-CEVAMEX. 176 p.
- Villaseñor, M. H. E.; Limón, O. A.; Huerta, E. J.; Rodríguez, G. M. F.; Espitia, R. E. y Leyva, M. S. G. 2008. El cultivo de avena en el Estado de México. Campo Experimental Valle de México, INIFAP. Folleto técnico Núm. 29. México, D. F. 20 p.
- Warham, E. J.; Butler, L. D. y Sutton, B. C. 1999. Ensayos para la semilla de maíz y trigo. Manual de laboratorio. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). México, D. F. 84 p.
- Wiese, M. V. 1987. Compendium of wheat diseases. Second edition. APS Press. The American Phytopathological Society. Montana, USA. 112 p.
- Zillinsky, F. J. 1984. Guía para la identificación de enfermedades en cereales de grano pequeño. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). México, D. F. 141 p.