

# Epidemiología del Cornezuelo del Sorgo (*Claviceps africana*, Frederickson, Mantle & de Millano) en dos localidades de México

Julián Vicente Koh Pat<sup>1</sup>, Abiel Sánchez Arizpe<sup>1</sup>, Alberto Flores Olivas<sup>1</sup>, María Elizabeth Galindo Cepeda<sup>1</sup>, Guillermo Ledesma Ibarra<sup>1</sup>, Emilio Padrón-Corral<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista. 25315. Saltillo, Coah., México. E-mail: jkohpat@hotmail.com (\*Autor responsable). <sup>2</sup>Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas, Universidad Autónoma de Coahuila. 25080. Unidad Camporredondo, Edificio S, Saltillo, Coah., México.

## Abstract

One of the main plant health problems present in the culture of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench), namely in the production of seed, is caused by the ergot fungus, a world-wide disease. The objectives of this research were: a) to determine the incidence and severity of ergot in commercial varieties of sorghum in two localities of Michoacán and Guanajuato states in Mexico, b) to identify the grass associated to *S. sorghi* and other species of *Claviceps* in both localities, and c) to identify the fungi that colonized species of *Claviceps*. The work was carried out in August 2004 in parcels of sorghum in Tepuza and in Numarán, Mich. and in Trojes de Paul in Pénjamo, Gto. Mexico. The incidence and severity of *C. Africana* was determined for the varieties evaluated in Michoacán, and went from 0 to 29.6% and the severity from 0 to 83%; in Guanajuato there was no incidence in the evaluated varieties. Four species of *Claviceps*, associated to grass, were found in six hosts. The grasses susceptible to *C. Africana* were *Sorghum halepense* (L) Pers., and possibly *Setaria adatherans*. The following species of *Claviceps*, associated to other grasses, were also found: *C. cynodontis* in *Cynodon dactylon*, *C. paspali* in *Paspalum* sp. and *C. fusiformis* in *Pennisetum ciliare*. In addition, *Cerebella andropogonis* Cesati was found as a hyperparasite of the *Claviceps* species present in *Sorghum bicolor*, *Cynodon dactylon* and *Paspalum* sp.

Key words: *Sorghum bicolor* (L) Moench, *Cerebella andropogonis* Cesati, host rank, *Claviceps* species.

## Resumen

Uno de los principales problemas fitopatológicos que se presentan en el cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), y particularmente en la producción de semilla, es el causado por el hongo llamado ergot o cornezuelo, una enfermedad de distribución mundial. Los objetivos de esta investigación fueron: a) determinar la incidencia y severidad del cornezuelo del sorgo en variedades comerciales de sorgo en dos localidades de Michoacán y Guanajuato, México, b) identificar los pastos asociados a *S. sorghi* y otras especies de *Claviceps* en las dos localidades y c) determinar los hongos que colonizaron especies de *Claviceps*. El trabajo se realizó en agosto de 2004 en parcelas de sorgo en Tepuza en Numarán, Mich. y en Trojes de Paúl en Pénjamo, Gto. en México. Se determinó la incidencia y severidad de *C. africana*. La incidencia de *C. africana* en las variedades evaluadas en Michoacán fue de 0 a 29.6 % y la severidad de 0-83 %; en Guanajuato no hubo incidencia en las variedades evaluadas. Se encontraron cuatro especies de *Claviceps* asociadas a pastos en seis hospederos. Los pastos susceptibles a *C. africana* fueron *Sorghum halepense* (L) Pers., y posiblemente *Setaria adatherans*. También se encontraron las siguientes especies de *Claviceps* asociadas a otros pastos: *C. cynodontis* en *Cynodon dactylon*, *C. paspali* en *Paspalum* sp. y *C. fusiformis* en *Pennisetum ciliare*. Además, se encontró a *Cerebella andropogonis* Cesati como hiperparasito de las especies de *Claviceps* presentes en *Sorghum bicolor*, *Cynodon dactylon* y *Paspalum* sp.

**Palabras clave:** *Sorghum bicolor* (L) Moench, *Cerebella andropogonis* Cesti, rango de hospederos, especies de *Claviceps*.

## Introducción

El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) ocupa el quinto lugar entre los cereales cultivados en el mundo, cerca de 45 millones de hectáreas se cultivan con este grano (Bandyopadhyay *et al.*, 1998). Se considera que las plagas y enfermedades reducen entre el 10 y 15 % de la producción de sorgo en México (Narro *et al.*, 1992).

Uno de los problemas fitopatológicos que se presentan en el cultivo, y en particular en la producción de semilla, es el hongo llamado cornezuelo o ergot, una enfermedad de distribución mundial (Aguirre *et al.*, 1997).

El cornezuelo del sorgo puede ser causado por tres especies del hongo *Claviceps* spp.; *C. africana* Frederickson, Mantle y de Millano; *C. sorghi*, Kulkarni Seshadri y Hedge; y *C. sorghicola* Tsukiboshi, Shimanuki y Uematsu (Bandyopadhyay, 1997). El cornezuelo se presenta durante la floración y ataca únicamente a ovarios no fertilizados. La infección puede ocurrir en algunas o en todas las florecillas (Frederickson y Mantle, 1988). Los factores ambientales que favorecen la rápida reproducción del hongo son: humedad relativa mayor a 90 % y días lluviosos y nublados durante el periodo de antesis (Bandyopadhyay *et al.*, 1996).

Esta enfermedad fue reportada por primera vez en 1917 en India y en 1924 en Kenia. Hasta 1994 su presencia estuvo restringida para Asia y África. En la India se reportaron pérdidas del 10-80 % en la producción de semilla híbrida. En América apareció en 1995 en Brasil, diseminándose en una semana en una superficie de 800 000 km<sup>2</sup>; en 1996 se presentó en Argentina, Bolivia, Colombia, Paraguay, Honduras, República Dominicana, Puerto Rico y Australia (Bandyopadhyay *et al.*, 1996). En febrero de 1997, se presentó en México, en la localidad de San Fernando, Tamaulipas y en la región de la Huasteca de San Luis Potosí y Veracruz (Acosta, 1997). En el área del Bajío Guanajuato, Querétaro, Michoacán, y Jalisco se presentó en siembras comerciales durante los meses de agosto y septiembre de 1997. En México se reportaron en 1997, incidencias superiores al 80 % con severidades de 40 % (Torres y Montes, 1999). Se ha observado que la incidencia y severidad de *C. africana* en el sorgo se distribuye de una manera uniforme dentro de una misma parcela, y que sólo se incrementa en orillas donde hay menor disponibilidad de polen debido a la dirección del viento (Soltero-Díaz y Williams Alanís, 2003).

Se han publicado reportes de hospederos alternos (Chinandurai y Govindaswamy, 1971; Bandyopadhyay *et al.*, 1998; Alderman *et al.*, 2004). Se ha encontrado, por ejemplo, que *C. africana* aislada de *Panicum maximum* Jacq., (Forsk) Stapaf., *Sorghum drummondii* Millsp. y Chase, *S. alnum* L. y *Sorghum halepense* L. Pers., puede

infectar al sorgo (Frederickson and Mantle, 1996). Al realizar inoculaciones cruzadas en Morelia, México, se identificaron las especies: *Cenchrus echinatus*, *Panicum maximum* y *Sorghum halepense* como hospederas alternantes para *C. africana*; pero solo *S. halepense* presentó características para actuar como fuente de inóculo primario. (Montes-Belmont *et al.*, 2003).

En Tamaulipas se encontró que *S. halepense* y *Dicanthium aristatum* (Poir) estuvieron infectadas con *C. africana* (San Martín *et al.*, 1997). Posteriormente en el año 2000 el gobierno de México expidió la Norma Oficial Mexicana NOM-078-FITO-2000 de regulación fitosanitaria para prevenir y evitar la diseminación del cornezuelo del sorgo (SAGAR, 2000).

Considerando estos antecedentes los objetivos de esta investigación fueron: a) determinar la incidencia y severidad del cornezuelo del sorgo en variedades comerciales de sorgo, b) identificar los pastos asociados a *S. sorghi* y otras especies de *Claviceps* en algunos estados de México y c) determinar los hongos que colonicen especies de *Claviceps*.

## Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en agosto de 2004 en parcelas de sorgo ya establecidas en los ejidos de La Tepuza, en Numarán, Mich. y en Trojes de Paúl, en Pénjamo, Gto. en México. Se determinó la incidencia y severidad de *C. africana* en las principales variedades comerciales para ambas localidades. Las parcelas se sembraron en el ciclo PV-2004 a partir de la última semana del mes de abril con prácticas de manejo convencional para la región. El tamaño de las parcelas fue variable para cada región, la cual estuvo en función de la disponibilidad del terreno. Se realizaron muestreos en orillas y centro.

## Incidencia y severidad

La incidencia se registró durante la etapa de desarrollo masoso duro del grano, sólo para panojas principales, y se determinó mediante la suma de plantas infectadas por 100, sobre el total de plantas observadas. La severidad se estimó visualmente, utilizando la escala de 0 a 4, donde 0 es planta sana y 4 planta con 100 % de granos dañados. Se consideró como área dañada a la superficie cubierta por la mielecilla exudada por los granos infectados. También se colectó la información climatológica disponible en las estaciones más cercanas a las parcelas. Para la evaluación de la incidencia se utilizó un diseño experimental de bloques al azar y la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad para la comparación de medias; para la severidad se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman. Se utilizó el paquete estadístico de la UANL para el análisis de los datos.

### Pastos asociados

Para determinar los pastos asociados a otras especies de *Claviceps* presentes en algunos pastos, se realizó un muestreo al azar dentro y fuera del cultivo, se tomaron muestras de pasto, principalmente en las orillas de los canales de riego, donde se observó mayor presencia de pastos con producción de mielecilla, síntoma característico del cornezuelo. Para Trojes de Paúl en Pénjamo, Gto. se colectaron los siguiente pastos: *Paspalum sp*, *Cynodon dactylon* y *Sorghum halepense*; para la Tepuza en Numarán, Mich.: *Paspalum spp*, *Cynodon dactylon* y *Sorghum halepense* y en Buenavista, Saltillo, Coah.: *Pennisetum ciliare* y *Setaria adatherans*.

Los pastos fueron identificados en el laboratorio de botánica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por el Dr. Jesús Valdez Reyna.

Se colectaron pastos con síntomas de cornezuelo en inflorescencias y posteriormente se realizó la medición de conidias en laboratorio. Se midió el tamaño (longitud y ancho) y morfología predominante en 100 macroconidios de cada muestra de pasto y se identificaron las especies con la ayuda de claves para identificación de *Claviceps* de Loveless (1964).

### Hongos parásitos

Para la identificación de hongos parásitos asociados a *Claviceps sp.* se realizó un muestreo al azar, fuera y dentro del cultivo. Los hongos se identificaron en el laboratorio con la ayuda de un microscopio compuesto, para determinar el tamaño (longitud y ancho), número de células por espora y morfología predominante en 100 esporas de cada muestra de acuerdo con Pazoutova y Kolínska (1999).

### Resultados y Discusión

La incidencia en Michoacán varió de 0 a 29.6 % con

una severidad de 0-4 (0-83 %) en las 8 variedades comerciales. Dekalb D67 y Mercurio no presentaron incidencia, contrario a Brandon que presentó un 29 % de incidencia y una severidad 4 en la escala de daño (83 %) como se muestra en el Cuadro 1. Estos resultados coinciden con lo citado por Mukuru (1997) quien encontró diferencias significativas en el grado de incidencia y severidad entre los diferentes materiales comerciales.

En Guanajuato no se encontró diferencia significativa entre variedades, sólo Marfil presentó un 3% de incidencia y 1% de severidad mientras que Pionner 8133, Kilate, Dekalb D67, Mercurio, Dekalb D75, Pionner 85 G47, Acero y Rebel no presentaron incidencia.

Es posible que las diferencias de incidencia y severidad para ambas regiones se deban a que las parcelas ubicadas en Michoacán tienen canales de riego anchos y permanecen con agua durante el ciclo de cultivo, creando microclimas entre parcelas, con las condiciones propicias para el hongo.

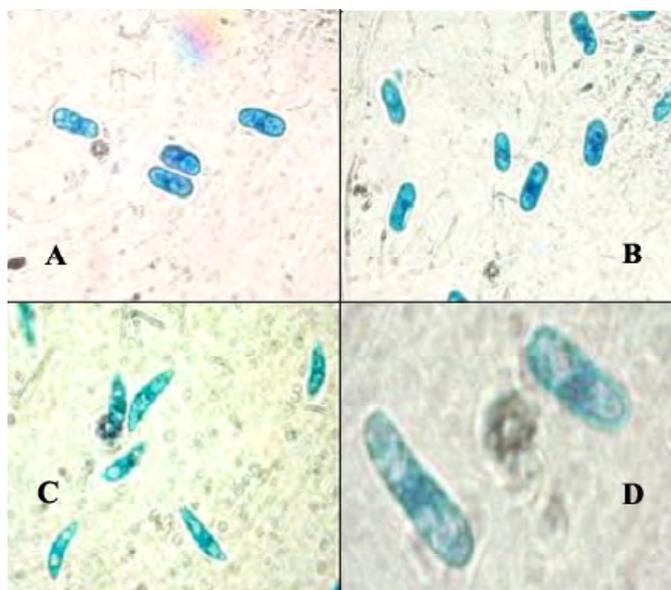
La época de antesis para ambas regiones se presentó en julio y agosto. En Michoacán la temperatura media durante los meses de julio a agosto fue de 19.17 °C con una H.R. de 83.80 % y una precipitación de 4.46 mm. En Guanajuato durante el mismo periodo, se registró una temperatura de 21.38 °C con una H.R. de 84.80 % y una precipitación de 4.65 m; esto es cerca del rango de 20-25 °C y H.R. 90%, óptimo para el desarrollo del hongo (Bandyopadhyay *et al.*, 1996).

### Pastos asociados a *S. sorghi* y otras especies de *Claviceps*

Se encontraron cuatro especies de *Claviceps* en seis hospederos. Los pastos susceptibles a *C. africana* fueron *Sorghum halepense* y *Setaria adatherans* (Figura 1 A y B) ya que presentaron macroconidios hialinos, con extremos redondeados de una forma oblonga

**Cuadro 1.** Incidencia y severidad del cornezuelo del sorgo en las principales variedades comerciales de sorgo en el ejido de la Tepuza, Numaran, Mich., México en el ciclo PV-2004.

Variedad Comercial	Incidencia (%)	Severidad Escala 0-4 (%)
Dekalb D670	0	0
Mercurio	0	0
Dekalb D73	0.33	1 (06.00)
Pionner 8133	0.44	1 (05.33)
Acero	3.71	2 (32.33)
Pionner 85G47	8.90	1 (10.33)
Dekalb D65	12.80	2 (33.00)
Brandon	29.66	4 (83.00)



**Figura 1.** Conidios de diferentes especies de *Claviceps* asociadas a pastos en algunas zonas de México: *C. africana* en *Setaria adaherans* (A); *C. africana* en *Sorghum halepense* (B); *C. fusiformis* en *Pennisetum ciliare* (C); *C. paspali* en *Paspalum* sp. (D).

elíptica, mostrando dos vacuolas y ligeramente constreñidas en el centro las medidas se muestran en el Cuadro 2. Este podría ser el primer reporte de *S.*

*adaherans* como hospedero de *C. africana* sin embargo para lograr una identificación completa se requiere de una inoculación cruzada, que no se pudo realizar en este trabajo debido al poco inóculo obtenido, pero de acuerdo a las medidas que se obtuvieron, concuerdan con lo citado por Frederickson *et al.* (1991).

En los pastos *Cynodon dactylon*, *Pennisetum ciliare*, *Paspalum* spp. se encontró otra especie de *Claviceps* asociado: *Claviceps cynodontis* en *Cynodon dactyl.* La información que se muestra en el Cuadro 2, indica que tiene forma triangular y que fue el mismo hongo en Guanajuato y Michoacán lo cual concuerda con lo reportado por Loveless (1964) y Velásquez (1998).

Loveless (1967) clasificó a *Pennisetum ciliare* dentro del grupo 7 lo cual coincide con lo reportado por Velásquez-Valle (1998) como *C. fusiformis* (Figura 1C). En *Paspalum* spp se encontró a *C. paspali* (Figura 1D), fue el mismo hongo para Guanajuato y Michoacán, lo que concuerda con Loveless (1964). La información para estos hongos se muestra en el Cuadro 2.

En el caso de los hongos que parasitaron a *Claviceps* spp. se encontró presencia de *Cerebella* sp en pastos (Cuadro 3).

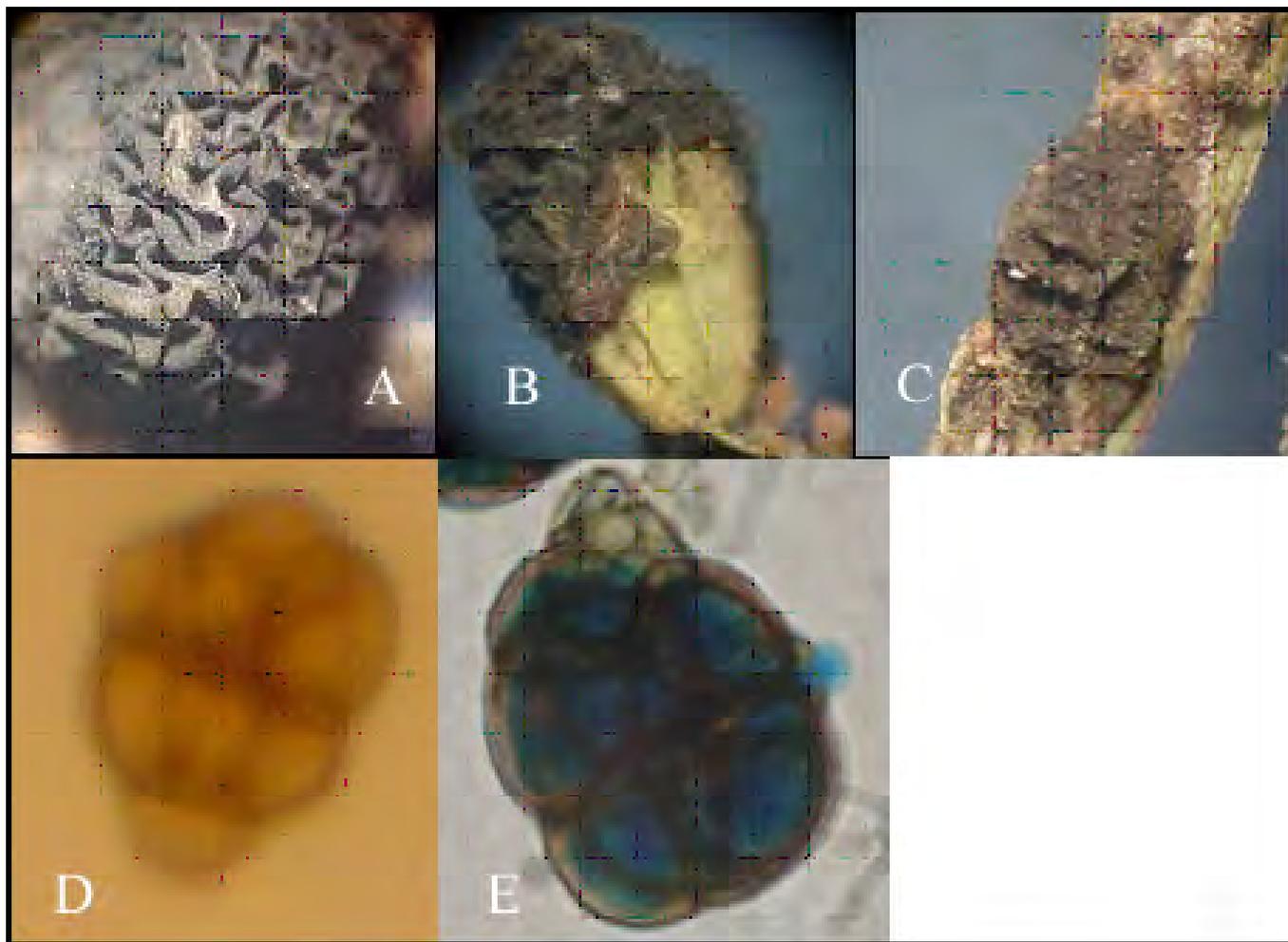
El hiperparásito de *C. africana* se encontró en el cultivo de sorgo (Figura 2A), así como en los pastos: *Paspalum* sp. (Figura 2B) y *C. dactylon* (Figura 2C),

**Cuadro 2.** Dimensiones morfológicas de conidios de diferentes especies de *Claviceps* asociadas a pastos en algunas zonas de México

Hospedante	Forma Predominante	Medidas (mm)	Especies de <i>Claviceps</i>	Origen
<i>Paspalum</i> spp.	Oblonga	12.5-17.0 x 4.7-5.0	<i>C. paspali</i>	Mich.
<i>Pennisetum ciliare</i>	Falcado	13.2-14.2 x 3.7-4.2	<i>C. fusiformis</i>	Coah.
<i>Cynodon dactylon</i>	Triangular	12.0-14.7 x 5.0-6.0	<i>C. cynodontis</i>	Gto., Mich.
<i>Setaria adaherans</i>	Oblonga-elíptica	14.5-15.0 x 5.7-7.5	<i>C. africana</i>	Coah.
<i>Sorghum halepense</i>	Oblonga-elíptica	14.7-15.7 x 6.0-6.75	<i>C. africana</i>	Mich., Gto.
<i>Sorghum bicolor</i>	Oblonga-elíptica	14.0-14.9 x 4.9 -7.6	<i>C. africana</i>	Mich., Gto

**Cuadro 3.** Dimensiones morfológicas de esporas de diferentes especies de hongos que colonizan a *Claviceps* spp. en pastos en algunas zonas de México.

Hospedante	Esporas Células	Medidas (mm)	Especie	Origen
<i>Cynodon dactylon</i>	Café 4 a 5	17.1-18.7 x 14.4-16.2	<i>Cerebella andropogonis</i>	Gto., Mich.
<i>Paspalum</i> sp.	Café 4 a 5	19.1 x 16.24	<i>Cerebella andropogonis</i>	Gto.
<i>Sorghum bicolor</i>	Café de 5 a 7	21.4 x 18.32	<i>Cerebella andropogonis</i>	Gto., Mich.



**Figura 2.** Hiperparásito de *C. africana* en sorgo y asociado a pastos: *Cerebella andropogonis* en sorgo (A, B y C); en *Paspalum* sp y en *Cynodon dactylon* (D); esporas de *C. andropogonis* en sorgo y en *Paspalum* sp. (E).

provenientes de Gto. y Mich. Su estructura de esporodio que asemeja a un cerebro se muestra en la Figura 2A, se pudo observar a simple vista como colonizó a *Claviceps* spp. en campo. Las características de las esporas (Cuadro 3) permitieron identificar al hongo como *Cerebella andropogonis* Cesti, lo que coincide con lo reportado por Pazoutova y Kolínska (1999).

### Conclusiones

La incidencia de *C. africana* en las variedades comerciales evaluados en Michoacán fue de 0 a 29.6 % y la severidad de 0-83 %. En Guanajuato no se presentó el cornezuelo en las variedades evaluadas. Se encontraron cuatro especies de *Claviceps* asociadas a pastos en seis hospederos. Los pastos susceptibles a *C. africana* fueron *Sorghum halepense* (L.) Pers., y posiblemente *Setaria adaherans*; se encontró *C. cynodontis* en *Cynodon dactylon*, *C. paspali* en *Paspalum* sp. y *C. fusiformis* en *Pennisetum ciliare*. Además, se encontró a *Cerebella andropogonis* Cesati como hiperparásito de las especies

de *Claviceps* presentes en *Sorghum bicolor*, *Cynodon dactylon* y *Paspalum* sp.

### Literatura Citada

- Aguirre, R.J., Williams, A.H., Montes, G.N., and Cortinas, H.M. 1997. First report of ergot caused by *Sphacelia sorghi* in Mexico. *Plant Disease* 81(7): 831.
- Acosta, S. 1997. Sorghum ergot in México. pp: 7-8. *In:* U. S. Conference on Sorghum Ergot. Amarillo, Texas. USA.
- Alderman, S.C., Halse, R.R., and White, J.F. 2004. A re-valuation of the host range and geographical distribution of *Claviceps* species in the United States. *Plant Disease* 83: 63-78.
- Bandyopadhyay, R., D. E. Frederickson, N. W. McLaren, and G. Odvody. 1996. Ergot: a global disease threat to sorghum. *International Sorghum and Millet Newsletter*. Vol. 37. 32 p.
- Bandyopadhyay, R. 1997 Geographic distribution and

- spread of sorghum ergot: Causes and implications. pp 35-43. *In: U.S. Conference on Sorghum Ergot*. Amarillo, Texas, USA.
- Bandyopadhyay R, Frederickson DE, McLaren N, Odvody GN, Ryley MJ, 1998. Ergot: a new disease threat to sorghum in the Americas and Australia. *Plant Disease* 82:356-367.
- Chinnadurai, G., and Govindaswamy, C.V. 1997. Host range of sorghum sugary disease pathogen. *Madras Agric. J.* 58:600-6003.
- Frederickson, D. E., Mantle, P. G., and de Milliano, W. A. J. 1991. *Claviceps africana* sp. Nov., the distinctive ergot pathogen of sorghum in Africa. *Mycol. Res.* 95:1101-1107.
- Frederickson, D.E., and Mantle, P.G. 1996. Pearl millet as an alternate host of the sorghum ergot pathogen, *Claviceps africana*. *Int. Sorghum and Millets Newsletter* 37:83-85.
- Frederickson, D. E., and P. G. Mantle. 1988. The path of infection of sorghum by *Claviceps sorghi*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 33: 221-234.
- SAGAR. 2000. Norma oficial Mexicana NOM-078-FITO-2000. Regulación fitosanitaria para prevenir y evitar la diseminación del ergot del sorgo. Dirección General de Sanidad Vegetal. México, D.F.
- Loveless, A.R 1964. Use of Honeydew state in the identification of ergot species. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 47:205-213
- Montes-Belmont, R., Flores-Moctezuma, H.E., and Nava-Juarez, R.A. 2003. Alternate Host of *Claviceps africana* Frederickson, Mantle and De Millano, Causal agent of sorghum "Ergot in the state of Morelos, México. *Rev. Mex. Fitopatol.* 21:63-66
- Mukuru, S.Z. 1997. The ergot disease of sorghum in Africa. pp. 55-67. *In: Proceeding Global Conference on Ergot of Sorghum*. 1-8 de junio. Sete Lagoas, Brasil.
- Narro,S.J., Betancourt, V.A., and Aguirre,R.J.I. 1992. Sorghum diseases in Mexico. pp.75-84. *In: Sorghum and Millets Diseases. A second world review*. Patancheru, India. ICRISAT.
- Pažoutová, S. and Kolínska R. 1999: Record of *Cerebella* sp. In Czech Republic and of *Cerebella andropogonis* in Brazil. *Czech Mycol.* 52:81-88.
- San-Martin, F., Lavín, P., Garcia, A. y Garcia, G. 1997. Estados anamorficos de *Claviceps africana* y *Claviceps fusiformis* asociados a diferentes pastos en Tamaulipas, México. *Rev. Mex. Micol.* 13:52-57.
- Soltero-Diaz, L., y Williams-Alanis, H. 2003. Incidencia y severidad del cornezuelo (*Claviceps africana* Frederickson, Mantle and De Millano) en híbridos comerciales de sorgo [*sorghum bicolor* (L) Moench.] en la Ciénega de Chapala Jalisco, México. *Rev. Mex. Fitopatol.* 21:26-32.
- Torres, M. J. H., and G. N. Montes. 1999. Sorghum ergot in México. pp: 101-108. *In: Global Conference on Ergot of Sorghum*. Sete Lagoas, Brazil.
- Velásquez-Valle. R., San Martín. F., Odvody, G.N., Narro-Sánchez, Mora-Nolasco, R. 1998. Reporte preliminar sobre especies del genero *Claviceps* asociadas con pastos en algunos estados de México y Texas, EUA. *Rev. Mex. Fitopatol.* 16:42-45.