

# FUSARIUM VERTICILLIOIDES Y FUMONISINAS EN MAÍZ COSECHADO EN PEQUEÑAS EXPLOTACIONES Y CONUCOS DE ALGUNOS ESTADOS DE VENEZUELA

Claudio Mazzani, Odalis Luzón, Marleny Chavarri, Morella Fernández y Natacha Hernández

Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Laboratorio de Micotoxicología. Apdo. 4579, Maracay 2101A, Estado Aragua, Venezuela.

Recibido: 21 de julio de 2007.

Aceptado: 25 de abril de 2008.

## RESUMEN

Mazzani, C., Luzón, O., Chavarri, M., Fernández, M. y Hernández, N. 2008. *Fusarium verticillioides* y fumonisinas en maíz cosechado en pequeñas explotaciones y conucos de algunos estados de Venezuela. *Fitopatol. Venez.* 21: 18-22.

Se evaluó la ocurrencia de *F. verticillioides*, de fumonisinas y de otros mohos en 41 muestras de maíz amarillo y blanco, cosechadas durante el ciclo 2005–2006, en pequeñas explotaciones y conucos en Las Peñitas estado Aragua, Manuare estado Carabobo, Macapo estado Cojedes, El Socorro-El Sombrero estado Guárico, Turén estado Portuguesa y Sabana de Parra estado Yaracuy. La incidencia de *F. verticillioides* se determinó por siembra directa de granos, superficialmente desinfectados, en el medio de malta-sal-agar. El contenido de fumonisinas ( $B_1+B_2$ ) se determinó por inmunoensayo. Se aplicó una encuesta a los productores sobre aspectos relativos al cultivo, cosecha y almacenamiento. La incidencia de *F. verticillioides* fue alta (>30%) en maíz amarillo en los estados Carabobo, Cojedes y Guarico y en maíz blanco en los estados Cojedes, Carabobo y Yaracuy, fue intermedia (15-30%) en maíz amarillo en los estados Aragua y Yaracuy, y en maíz blanco en los estados Portuguesa y Aragua. Baja incidencia (<15%) se determinó en la única muestra de maíz amarillo del estado Portuguesa y en las muestras de maíz blanco de los estados Aragua y Portuguesa. El 56,1% de las muestras presentó contaminación con fumonisinas y fue alta (>1 µg/g) en maíz amarillo en los estados Guarico y Carabobo (3,1 y 1,6 µg/g, respectivamente) y en maíz blanco en el estado Carabobo (2,4 µg/g). Se identificaron otras especies de mohos potencialmente toxigénicos. Desconocimiento sobre mohos y micotoxinas, y deficiencias en el manejo agronómico fueron detectadas en siembras de los estados Aragua, Carabobo y Cojedes donde existe un elevado riesgo de ingesta de fumonisinas en la población rural de bajos recursos.

## ABSTRACT

Mazzani, C., Luzón, O., Chavarri, M., Fernández, M. and Hernández, N. 2008. *Fusarium verticillioides* and fumonisins in maize harvested at small farms and "conucos" of some States of Venezuela. *Fitopatol. Venez.* 21: 18-22.

Occurrence of *F. verticillioides*, fumonisins, and others molds were evaluated in 41 samples of yellow and white maize grains. Maize was harvested during 2005–2006, at small farms and "conucos" at Las Peñitas Aragua State, Manuare Carabobo State, Macapo Cojedes State, El Socorro-El Sombrero Guárico State, Turén Portuguesa State and Sabana de Parra Yaracuy State. The incidence of *F. verticillioides* was estimated placing disinfected kernels on a malt-salt-agar medium. Fumonisins contents were quantified by specific immunoassay. An opinion poll was carried out to the agricultural in order to know aspects related to the culture, harvest and storage of the maize grains. *F. verticillioides* incidence was high (>30%) in yellow maize grains of Guárico, Cojedes and Carabobo states, and in white maize grains of Cojedes, Carabobo and Yaracuy states. The incidence was intermediate (15-30%) in yellow maize grains of Aragua and Yaracuy states, and in white maize grains of Portuguesa and Aragua states. Low incidence (<15%) was found in the only one sample of yellow maize grains of the Portuguesa state, and in white maize grains of Aragua and Portuguesa states. Fumonisins contamination was found in many samples (56.1%). High contents of fumonisins (>1 µg/g) was found in yellow corn grains of Guárico and Carabobo states (3.1 y 1.6 µg/g, respectively) and in white corn grains in the Carabobo state (2.4 µg/g). Other species of toxigenic molds also were identified. Lack of knowledge about toxigenic molds and mycotoxins, and deficient agronomic management were determined at small farms and "conucos" of Aragua, Carabobo and Cojedes states, where exists high risk to ingest fumonisins in the rural population of scarce resource.

## INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) constituye el alimento de mayor importancia en muchos países de América, es el cultivo anual más valioso de EE.UU. y es el único alimento para muchos pueblos del mundo. Tiene amplio aprovechamiento para el consumo humano y animal, así como en la industria. Se le puede explotar para uno u otro fin, en forma directa y subproductos (3). En Venezuela, se siembran alrededor de 600 mil has casi exclusivamente con maíz blanco para el consumo humano, para lo cual también se destina el pequeño volumen de maíz amarillo cosechado en el estado Guárico (4). Actualmente, la mayor parte de ese maíz es monitoreado para análisis de aflatoxinas durante su recepción en la agroindustria, únicas micotoxinas para las cuales existe legislación en Venezuela y en la mayor parte de los países donde se produce maíz.

Por otro lado, el maíz producido en Venezuela de forma artesanal por la población rural con menos recursos, en pequeñas explotaciones y en conucos, cuyo volumen preciso

se desconoce, no pasa por monitoreo alguno de su posible contaminación con micotoxinas antes de ser consumido en forma directa por humanos y animales. Ningún trabajo en el país y pocos en el mundo evaluaron los riesgos debidos a la exposición humana a las micotoxinas por la ingesta de alimentos contaminados (10,17). Asimismo, se desconoce el destino de aquellos lotes rechazados por la agroindustria por elevados contenidos de aflatoxinas, pero que sin duda son procesados para el consumo masivo en los sectores más pobres de la población o para el consumo animal. De forma análoga, en países exportadores cuando un alimento es también un producto de exportación la mejor parte se destina para ello, mientras que la parte más contaminada queda para consumo local aumentando el riesgo de los efectos tóxicos en la población de menores recursos (18).

Además de *Aspergillus flavus* Link ex Fries, otros mohos están generalmente presentes en los granos por lo que la consecuente contaminación con otras micotoxinas es factible. Una de las especies más importantes, con amplia distribución en todas las áreas tropicales y subtropicales

donde se cultiva el maíz, es *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg. (Syn. *Fusarium moniliforme*). Esta especie es patógeno primario de la planta de maíz a la cual ocasiona la enfermedad conocida como pudrición del tallo y de la mazorca (15) lo cual conlleva en muchos casos a la contaminación de los granos con fumonisinas, inclusive en aquellos asintomáticos (16). La ingesta de granos de maíz infectados con *F. verticillioides* y contaminados con fumonisinas se asoció con leucoencefalomalasia equina, edema pulmonar porcino, cáncer esofágico en humanos y más recientemente con defectos en el tubo neural (7,10,17). La alta incidencia de ese patógeno y de las fumonisinas se demostró consistentemente durante los últimos diez años en maíz cosechado en siembras experimentales y extensivas de Venezuela en las cuales se aplica alta tecnología y gran cantidad de insumos (8,9,11,12,13). Sin embargo, el problema no había sido estudiado en pequeñas explotaciones con poco o ningún uso de insumos y poca o ninguna tecnología como en los denominados conucos.

En tal sentido se realizó la presente investigación con el fin de determinar la ocurrencia e incidencia de *F. verticillioides* y de las fumonisinas en granos de maíz producidos de manera artesanal en conucos o en pequeñas explotaciones en comunidades y cooperativas campesinas, e indagar sobre el conocimiento que esos agricultores tienen sobre plagas y enfermedades, con énfasis en los mohos y las micotoxinas que contaminan los granos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Origen de las muestras y caracterización de las unidades de producción.** En esta investigación se evaluó la incidencia en campo de *F. verticillioides*, de fumonisinas y de otros mohos en 41 muestras de granos de maíz amarillo y blanco, provenientes de igual número de parcelas, de la cosecha de secano del ciclo 2005–2006. Las muestras fueron colectadas en pequeñas explotaciones y conucos (desde 0,1 hasta 10 ha) en Las Peñitas estado Aragua (6 muestras), Manuare estado Carabobo (7 muestras), Macapo estado Cojedes (7 muestras), El Sombrero y El Socorro estado Guárico (8 muestras), Turén estado Portuguesa (7 muestras) y Sabana de Parra estado Yaracuy (6 muestras), tomadas al azar durante recorridos por las parcelas. Se colectaron entre 8 y 16 mazorcas por parcela dependiendo de la extensión estimada de cada una. Las mazorcas fueron secadas al sol hasta alcanzar 12-13% de contenido de humedad, medido en un determinador marca Motomco, modelo 919S.

Con el fin de caracterizar las zonas y las unidades de producción, se aplicó una encuesta a los productores de las parcelas seleccionadas sobre aspectos relativos a la superficie cultivada, origen de la semilla, manejo del cultivo, conocimiento sobre plagas y enfermedades y su control, acceso a la asistencia técnica, tipo de cosecha y almacenamiento de semillas y granos, entre otros.

**Aislamiento, cuantificación de incidencia e identificación de la microbiota.** La incidencia de *F. verticillioides* y de otros mohos se determinó por siembra directa de 100 granos por muestra en el medio malta-salagar (pH 5,8), previa desinfección con NaClO al 3,5% por 30 seg (18). Después de 7 d de incubación a 24±2 °C, los granos se examinaron bajo microscopio estereoscópico, para

cuantificar la incidencia (% de granos colonizados) y realizar los aislamientos de *F. verticillioides* y de otras especies para confirmar su identificación. Los aislados se conservaron en papa dextrosa agar (PDA).

Para la identificación de la microbiota se describieron las características de las colonias de cada aislamiento en Czapek agar (pH 5,8), a partir de las cuales se hicieron preparados microscópicos para realizar el estudio morfológico de las estructuras con valor taxonómico y ser comparadas con la literatura especializada (19,21).

**Cuantificación de fumonisinas.** El contenido de fumonisinas ( $B_1+B_2$ ) se determinó por inmunoensayo específico (Fumonitest, VICAM Science Technology, EE.UU.). En general, consistió en la molienda en seco de 50 g de muestra, extracción en una solución metanol-agua + NaCl, filtración-dilución, paso a través de la columna de afinidad, lavados, extracción de la toxina pura con metanol HPLC grado, derivatización y fluorometría. Los resultados fueron expresados como  $\mu\text{g}$  de fumonisinas. $\text{g}^{-1}$ , considerándose altos valores mayores a 1  $\mu\text{g/g}$  (5,24).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Aspectos relevantes de la encuesta a los productores.** De las encuestas aplicadas a los pequeños productores se seleccionaron por localidad los resultados más relevantes relacionados con los objetivos de la investigación.

Las Peñitas, estado Aragua: unidades de producción desde 0,1 hasta 10 ha, maíz blanco en todas, rotación con sorgo en las de mayor superficie y pequeñas áreas con ají dulce, yuca y frijol. Solo uno de los seis productores dijo conocer alguna plaga y ninguno conocía de la pudrición del tallo y de la mazorca del maíz por *F. verticillioides*, ni de las fumonisinas. La cosecha fue manual y su destino al consumo masivo en todas los casos (cinco para consumo propio y comercio local, y uno para la agroindustria). Se observó baja tecnología, poco uso de insumos y ningún productor recibió asistencia técnica.

Manuare, estado Carabobo: unidades de producción desde 0,1 hasta <5 ha, maíz blanco o amarillo en todas, solo, o en asociaciones con otros cultivos como caraota y frijol. Ninguno de los pequeños productores conocía de plagas, como tampoco sobre la pudrición del tallo y de la mazorca del maíz por *F. verticillioides*, ni de las fumonisinas. La cosecha fue manual y su destino al consumo propio, excepto un productor que respondió comercializar a la agroindustria. La mayoría de los conucos visitados fueron de productores de muy escasos recursos, sin acceso a tecnología alguna, con poco uso de insumos y ningún productor recibió asistencia técnica.

Macapo, estado Cojedes: la ganadería extensiva y agricultura de subsistencia con barbechos prolongados caracterizó la actividad agrícola de la zona. Unidades de producción desde 0,1 hasta <5 ha, maíz blanco o amarillo en todas, solo, o en asociaciones con otros cultivos como ñame, caraota, yuca dulce y/o yuca amarga con escaso control de malezas. Como en los casos anteriores, ningún pequeño productor conocía de plagas, como tampoco sobre la pudrición del tallo y de la mazorca del maíz por *F. verticillioides*, ni de las fumonisinas. La cosecha fue manual y su destino dirigida

al consumo propio y/o animal. La mayoría de los conucos visitados fueron productores de muy escasos recursos, sin acceso a tecnología alguna, poco uso de insumos y ningún productor recibió asistencia técnica.

El Sombrero-El Socorro, estado Guárico: la actividad agrícola de la zona la caracterizó el cultivo de maíz y sorgo, y la ganadería de cría. Unidades de producción con superficie de siembra mayor a los anteriores (desde 6 hasta 10 ha). A diferencia de los casos anteriores, todos los pequeños productores conocían de alguna plaga como el “gusano cogollero” y aplicaban medidas para su control. Sin embargo, no tenían conocimiento sobre enfermedades en general, ni sobre la pudrición del tallo y de la mazorca del maíz por *F. verticillioides* y de las fumonisinias. La cosecha fue manual o mecánica dependiendo de la superficie y el destino de la misma era para la agroindustria en su totalidad. Los productores seleccionados recibieron asistencia técnica por lo menos una vez y mostraron un mejor nivel de conocimientos acerca del manejo del cultivo. Muestra de ello fue que todos los productores compraron su semilla.

Turén, estado Portuguesa: la actividad agrícola de la zona estuvo representada por cultivos anuales fundamentalmente maíz, arroz y ajonjolí, entre otros. La superficie de siembra fue muy variable desde conucos con < 5 ha hasta productores con 20-40 ha, pero distribuidos en pequeños lotes irregulares desde 3 hasta 8 ha. La cosecha, dependiendo de la extensión, era manual o mecanizada y el destino, principalmente para la agroindustria y en algunos casos para consumo propio y consumo animal. Todos los productores conocían de alguna plaga como el “gusano cogollero” y aplicaban medidas para su control. Algunos mostraron cierto conocimiento sobre enfermedades como la “mancha por *Rhizoctonia*”; sin embargo, ningún productor dijo conocer la “pudrición del tallo y de la mazorca del maíz” por *F. verticillioides*, ni las fumonisinias. Aun cuando se observó gran heterogeneidad entre las explotaciones, en líneas generales los productores seleccionados mostraron un mejor nivel de conocimientos acerca del manejo del cultivo y recibieron asistencia técnica por lo menos una vez. Todos los productores compraron su semilla.

Sabana de Parra, estado Yaracuy: la actividad agrícola de la zona se caracterizó principalmente por cultivos de maíz, caña de azúcar, caraota, sorgo y la cría de ganado. Se observó gran homogeneidad entre las unidades de producción, con superficies desde 6 hasta 10 ha, y manejo similar entre productores. La cosecha fue mecanizada y el destino para la agroindustria en todos los casos. Todos los productores conocían de alguna plaga como el “gusano cogollero” y aplicaban medidas para su control. Algunos mostraron cierto conocimiento sobre enfermedades como la “mancha por *Rhizoctonia*”, sin embargo, ningún productor dijo conocer la “pudrición del tallo y de la mazorca del maíz” por *F. verticillioides*, ni las fumonisinias. Los productores seleccionados mostraron un mejor nivel de conocimientos acerca del manejo del cultivo y recibieron asistencia técnica por lo menos una vez. Todos los productores compraron su semilla.

La mayor parte del maíz producido en las parcelas muestreadas en los estados Guárico, Portuguesa y Yaracuy se comercializó a la agroindustria. Sin embargo, casi todo el maíz producido en pequeñas explotaciones de los estados Aragua, Carabobo y Cojedes se destinó al consumo familiar

o se comercializó localmente, con graves deficiencias de manejo, entre las que figuran la semilla que se utilizó, la cual era almacenada del ciclo anterior, la cosecha fue sumamente tardía, no se realizó control de plagas y enfermedades ya que las mismas se desconocen, y los pequeños productores, en su mayoría, no recibieron asistencia técnica.

**Composición de la micobiota.** La micobiota identificada, contaminante de los granos de maíz colectados en las diferentes explotaciones, se presenta en el Cuadro 1. En adición a *F. verticillioides*, la mayoría de los mohos identificados fueron especies referibles al género *Aspergillus* entre las que predominó *A. flavus*. La mayoría de esas especies fueron previamente identificadas también en granos de maíz muestreados en siembras extensivas de diferentes localidades de Venezuela (8,14).

**Frecuencia e incidencia de *Fusarium verticillioides*.** Todas las muestras, excepto una de maíz blanco colectada en la localidad de Turén, resultaron colonizadas por *F. verticillioides*. Frecuencias de 100% o cercanas se determinaron en investigaciones realizadas en maíz producido en siembras experimentales y en explotaciones extensivas ubicadas en los estados Guárico, Portuguesa y Yaracuy, caracterizadas por la alta tecnología aplicada (8,10,11,12).

La incidencia promedio de este moho fue alta (>30%) en muestras de maíz amarillo colectadas en pequeñas explotaciones de El Socorro-El Sombrero, Macapo y Manuare (60,3; 39,5 y 39,3%, respectivamente) y en muestras de maíz blanco colectadas en Macapo, Manuare y Sabana de Parra (44,0; 43,8 y 33,8%, respectivamente) (Cuadro 2). Esos valores de incidencia promedio de *F. verticillioides* fueron mayores a los observados en siembras experimentales de maíz de grano amarillo en los estados Yaracuy y Guárico (9) y, en líneas generales, mayores a los observados en siembras experimentales de maíz de grano blanco en los mismos estados (11,12). Mayores incidencias de *F. verticillioides* a las cuantificadas en esta investigación se determinaron en siembras extensivas en cuatro localidades del estado Portuguesa y de El Socorro-El Sombrero del estado Guárico en un estudio realizado durante el año 2001 (13).

Las muestras de maíz amarillo provenientes de Las Peñitas y de Sabana de Parra, presentaron valores intermedios de incidencia promedio (15-30%). Baja incidencia (<15%) se determinó en única muestra de maíz amarillo colectada en Turén y en las muestras de maíz blanco colectadas en Las Peñitas y Turén (Cuadro 2).

Cuadro 1. Micobiota identificada en granos de maíz blanco y amarillo cosechado en pequeñas explotaciones y conucos en seis estados de Venezuela (ciclo 2005-2006).

---

*Alternaria* sp.  
*Aspergillus flavus* Link  
*Aspergillus niger* van Tieghem  
*Aspergillus ochraceus* Wilhelm  
*Aspergillus tamarii* Kita  
*Aspergillus terreus* Thom  
*Curvularia* sp.  
*Eurotium chevalieri* Mangin  
*Fusarium verticillioides* (Sacc.) Niremb.  
*Penicillium* spp.

---

Cuadro 2. Frecuencia (F) e Incidencia (I) de *Fusarium verticillioides* en granos de maíz blanco y amarillo cosechado en pequeñas explotaciones y conucos de seis estados de Venezuela (ciclo 2005-2006).

Localidad (estado)	Maíz amarillo		Maíz blanco	
	F	I	F	I
Las Peñitas (Aragua)	5/5 <sup>(1)</sup>	19,0 <sup>(2)</sup>	2/2	12,0
Macapo (Cojedes)	6/6	39,5	1/1	44,0
Manuare (Carabobo)	3/3	39,3	4/4	43,8
Sabana de Parra (Yaracuy)	2/2	15,5	4/4	33,8
Sombrero-Socorro (Guárico)	3/3	60,3	5/5	28,2
Turén (Portuguesa)	1/1	3,0	5/6	14,2

<sup>(1)</sup>Número de muestras positivas/Número total de muestras.

<sup>(2)</sup>Porcentaje de granos colonizados.

La incidencia desde intermedia hacia alta de este moho encontrada en esta investigación, tanto en los granos de maíz blanco como amarillo, confirmó su carácter endémico también en pequeñas explotaciones y conucos de Venezuela, como lo ha sido en ensayos y siembras extensivas. La frecuencia e incidencia de *F. verticillioides* encontrada en Venezuela y en otras regiones tropicales y subtropicales donde se cultiva maíz, sobre todo desde que se demostró su capacidad para sintetizar fumonisinas, lo ubican como un patógeno de alto riesgo en este cultivo tal como lo ha sido *A. flavus* (1,2,10,16).

**Frecuencia e incidencia de fumonisinas.** El 56,1% (23/41) de las muestras presentó contaminación con fumonisinas. Su incidencia fue alta (>1 µg/g) en maíz amarillo en El Socorro-El Sombrero (3,1 µg/g) y en maíz blanco y amarillo en Manuare (2,4 µg/g y 1,6 µg/g, respectivamente). No se detectó presencia de fumonisinas en las muestras de maíz amarillo y blanco en Turén ni en maíz blanco en Las Peñitas. Aun cuando los niveles de fumonisinas detectados en el resto de las muestras no excedieron la tolerancia para consumo humano (1 µg/g), tan solo su presencia podría involucrarla en intoxicaciones crónicas (Cuadro 3). Elevados niveles de fumonisinas habían sido determinados en granos de maíz blanco de siembras extensivas de los estados Guárico y Portuguesa (13), así como en granos de maíz blanco y amarillo en ensayos en el estado Guárico (12).

Alto riesgo de ingesta de aflatoxinas se sugirió en la población de escasos recursos en algunas áreas de Nigeria y Benin, de acuerdo a los contenidos de estas toxinas en granos de maíz almacenados para su consumo directo (6,22). Elevado riesgo de ingesta de fumonisina se determinó en áreas rurales de África y Centro América (2,23). Asimismo, en un estudio epidemiológico en algunas regiones del sur de Brasil se correlacionó la alta incidencia de cáncer esofágico en la población rural con la ingesta de maíz contaminado con fumonisinas (20).

Los resultados sugieren que existe un alto riesgo de ingesta de fumonisinas en la población rural de bajos recursos en algunas de las localidades en estudio, donde toda o parte de la cosecha es destinada al consumo familiar y animal, o se comercializa localmente sin pasar por monitoreo alguno.

Cuadro 3. Frecuencia (F) e Incidencia (I) de fumonisinas en granos de maíz blanco y amarillo cosechado en pequeñas explotaciones y conucos de seis estados de Venezuela (ciclo 2005-2006).

Localidad (estado)	Maíz amarillo		Maíz blanco	
	F	I	F	I
Las Peñitas (Aragua)	1/5 <sup>(1)</sup>	0,2 <sup>(2)</sup>	0/2	0,0
Macapo (Cojedes)	3/6	0,2	1/1	0,4
Manuare (Carabobo)	3/3	1,6	3/4	2,4
Sabana de Parra (Yaracuy)	1/2	0,5	3/4	0,6
Sombrero-Socorro (Guárico)	3/3	3,1	5/5	0,7
Turén (Portuguesa)	0/1	0,0	0/6	0,0

<sup>(1)</sup>Número de muestras positivas/Número total de muestras.

<sup>(2)</sup>µg/g (ppm).

## LITERATURA CITADA

- Aziz, N. and Shain, A. 1997. Influence of other fungi on aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in maize kernels. *Journal of Food Safety* 17: 113-123.
- Doko, M.B., Rapior, S., Visconti, A. and Schjoth, J.E. 1995. Incidence and levels of fumonisins contamination in maize genotypes grown in Europe and Africa. *Journal Agricultural Food Chemistry* 23: 429-434.
- Fontana, H. y González, C. (Compiladores). 2000. *El maíz en Venezuela*. Caracas, Venezuela. Fundación Polar. 530 pp.
- FAO. 2007. *Anuario Estadístico 2005-2006*. Vol. 2. p. 62
- Hansen, T.J. 1993. Quantitative testing for mycotoxin. *Journal American Association Cereal Chemistry*. 38: 346-348.
- Hell, K., Cardwell, K.F., Setamou, M. and Poehling, H.M. 2000. The influence of storage practices on aflatoxin contamination in maize in four agroecological zones of Benin, west Africa. *Journal of Stored Products Research* 36: 365-382.
- Leslie, J.F., Zeller, K.A., Lamprecht, S.C. Rheeder, J.P., and Marasas, W.F.O. 2005. Toxicity, pathogenicity, and genetic differentiation of five species of *Fusarium* from sorghum and millet. *Phytopathology* 95: 275-283.
- Luzón, O., Chavarri, M., Mazzani, C., Barrientos, V. y Alezones, J. 2007. Principales mohos y micotoxinas asociados a granos de maíz en campos de los estados Guárico, Portuguesa y Yaracuy, Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 20: 25-30.
- Luzón, O., Martínez, A., Mazzani, C., Figueroa, R. y Barrientos, V. 2003. Comportamiento de genotipos de maíz de grano amarillo ante *Fusarium moniliforme* y fumonisinas en dos localidades de Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 16: 17-21.
- Marasas, W.F.O. 1996. Fumonisins: history, worldwide occurrence and impact. *In* Fumonisins in food. L.S. Jackson, J.W. De Vries, and L.B. Bullman (eds.). Plenum Press, New York. pp. 1-17.
- Mazzani, C., Borges, O., Luzón, O., Barrientos, V. y Quijada, P. 1999. Incidencia de *Aspergillus flavus*, *Fusarium moniliforme*, aflatoxinas y fumonisinas en ensayos de híbridos de maíz en Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 12: 9-13.
- Mazzani, C., Borges, O., Luzón, O., Barrientos, V. y Quijada, P. 2000. *Fusarium moniliforme*, fumonisinas y *Aspergillus flavus* en granos de híbridos de maíz en el estado Guárico, Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* 17: 185-195.
- Mazzani, C., Borges, O., Luzón, O., Barrientos, V. and Quijada, P. 2001. Occurrence of *Fusarium moniliforme* and fumonisins in kernels of maize hybrids in Venezuela. *Brazilian Journal of Microbiology* 32: 345-349.

14. Mazzani, C., Luzón, O., Beomont, P. y Chavarri, M. 2004. Micobiota asociada a granos de maíz en Venezuela y capacidad aflatoxigénica *in vitro* de los aislamientos de *Aspergillus flavus*. Fitopatología Venezolana 17: 19-23.
15. McGee, D. 1988. Maize Disease: a referente source for seed technologists. St. Paul, Minnesota. APS Press. pp. 13-15.
16. Pascale, M., Visconti, A., Pronezuk, M., Wisniewska, H. and Chelkowski, J. 1997. Accumulation of fumonisins in maize hybrids inoculated under field conditions with *Fusarium moniliforme* Sheldon. Journal Science Food Agricultural 74: 1-6.
17. Placinta, C.M., D'Mello, J.P.F., and Macdonald, A.M.C. 1999. A review of worldwide contamination of cereal grains and animal feed with *Fusarium* mycotoxins. Animal Feed Sci. Tech. 78: 21-37.
18. Sabino, M. 2006. O controle de alimentos com relação às micotoxinas no Brasil: impacto na saúde pública. Livro de Resumos V Congresso Latino-Americano de Micotoxicologia. Florianópolis, Brasil. pp. 46-47.
19. Samsom, R. A., Hoekstra, E. S., Frisvad, J. C. and Filtenborg, O. 1995. Introduction to Food-Borne Fungi. 4<sup>th</sup> ed. Wageningen, The Netherlands. Ponsen and Looyen. 322 pp.
20. Scussel, V.M. 2006. Esophageal cancer in the south of Brazil and its relation to food habits. Livro de resumos V Congresso Latinoamericano de Micotoxicologia. Florianópolis, Brazil. p. 39.
21. Singh, K., Frisvad, J.C., Thrane, U. and Mathur, S.B. 1991. An Illustrated Manual on Identification of Some Seed-borne *Aspergilli*, *Fusaria*, *Penicillia* and their Mycotoxins. Hellerup, Denmark. AiO Trik. 133 pp.
22. Udoh, J.M., Cardwell, K.F. and Ikotum, T. 2000. Storage structures and aflatoxin content of maize in five agroecological zones of Nigeria. Journal of Stored Products Research 36: 187-201.
23. Viquez, O.M., Castel, P.M.E. and Shelby, R.A. 1996. Occurrence of fumonisin B<sub>1</sub> in maize grown in Costa Rica. Journal Agricultural Food Chemistry 44: 2789-2791.
24. Zheng, M.Z., Richard, J.L., and Binder, J. 2006. A review of rapid methods for the analysis of mycotoxins. Mycopathologia 161: 261-273.