

MICROBIOTA ASOCIADA A GRANOS DE DIFERENTES CULTIVARES DE ARROZ COSECHADOS EN LOS ESTADOS GUÁRICO Y PORTUGUESA

Iraima Rodríguez¹, Claudio Mazzani¹ y Rosana Figueroa².

Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. ¹Instituto de Química y Tecnología e ²Instituto de Ingeniería Agrícola. Apartado 4579, Maracay, Venezuela. E-mail: iraima1408@gmail.com.

Recibido: 16 de febrero de 2011

Aceptado: 30 de junio de 2011

RESUMEN

Rodríguez, I., Mazzani, C. y Figueroa, R. 2010. Micobiota asociada a granos de diferentes cultivares de arroz cosechados en los estados Guárico y Portuguesa. *Fitopatol. Venez.* 24:9-13.

Los granos de arroz son colonizados por hongos que afectan drásticamente su calidad. Para estudiar la composición y la incidencia de la micobiota, con énfasis en la detección de especies potencialmente toxigénicas en diferentes cvs de arroz, se recolectaron 37 muestras de arroz en siembras comerciales y experimentales de los estados Guárico y Portuguesa. De cada muestra se sembró 100 granos/repetición en el medio malta sal agar y se incubó a temperatura ambiente por 7 d. Se determinó el porcentaje de granos colonizados/especie de hongo y su identificación se realizó por el método tradicional (caracterización macroscópica y microscópica, y comparación con claves micológicas). Los resultados indicaron diferentes niveles de contaminación en los cvs evaluados. En Guárico, los materiales experimentales Danac-08, Danac-01 y Danac-06 presentaron la mayor incidencia con 90,9, 60 y 54,6%, respectivamente. En Portuguesa lo fue la línea 6 con 58,7%. En las variedades comerciales, El Palmar presentó 76,61% de incidencia, mientras que Cimarrón tuvo 66,25%. Los hongos identificados fueron *Aspergillus flavus*, *A. chevalieri*, *A. candidus*, *A. ochraceus*, *A. tamarii*, *A. niger*, *A. fumigatus*, *Fusarium verticillioides*, *Penicillium citrinum* y *Curvularia* sp. *A. flavus* fue el hongo que se presentó con una mayor incidencia (67%), seguido de *A. fumigatus* (20,67%) y *F. verticillioides* (18,4%). Se concluye que existe un alto nivel de contaminación por hongos con potencial toxigénico en ambas zonas productoras y que existen diferencias entre los cvs evaluados.

Palabras clave adicionales: campo, contaminación fúngica, hongos, *Oryza sativa*.

ABSTRACT

Rodríguez, M. I., Mazzani, C. and Figueroa, R. 2010. Mycobiota associated to the grains of different cultivars of rice harvest at Guárico and Portuguesa States. *Fitopatol. Venez.* 24:9-13.

The rice grains are colonized by fungi that drastically affect their quality. To study the composition and the incidence of isolated fungi, with emphasis on the detection of potentially toxigenic species in different rice cvs were collected 37 samples of rice in commercial and experimental plantings of Guarico and Portuguesa states. Of each sample were plated 100 grains for replication on a malt salt agar medium and were incubated at ambient temperature for 7 days. The percentage of kernels colonized / fungal species and their identification was made by the traditional method (macroscopic and microscopic characterization, and comparison with mycological keys). The results indicated different levels of contamination at the evaluated cultivars. At Guárico, the materials experimental Danac-08, Danac-01 and Danac-06 showed the most incidence with 90,9; 60 y 54,6%, respectively. At Portuguesa was the line 6 with 58,7%. At the commercial varieties, The Palmar showed a 76,61% of incidence, whereas than Cimarron there was 66,25%. The fungus identified were *Aspergillus flavus*, *A. chevalieri*, *A. candidus*, *A. ochraceus*, *A. tamarii*, *A. niger*, *A. fumigatus*, *Fusarium verticillioides*, *Penicillium citrinum* and *Curvularia* sp. *A. flavus* was the fungus that showed the most incidence (67%), continued of *A. fumigatus* (20,67%) y *F. verticillioides* (18,4%). Finally, we concluded that exist a high level of contamination for fungus with potential toxigenic in both zones productive and that there is different between the evaluated cultivars.

Additional key words: field, fungal contamination, fungi, *Oryza sativa*.

INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa* L.) es el cereal más consumido en el mundo. Constituye la base principal de la dieta debido al alto contenido de proteínas y gran valor energético. Este cultivo muestra una gran capacidad de adaptación a factores climáticos variables (luz, temperatura, agua), considerándose que su hábitat de crecimiento es principalmente tropical. Venezuela posee todas las condiciones ideales para su desarrollo (20). Al igual que otros cereales, el arroz es afectado por diversos patógenos tanto en campo (durante su ciclo vegetativo), como en almacenamiento (semilla o grano). En el caso específico de los hongos, su acción se encuentra, en buena parte, relacionada al daño mecánico que ocasionan en el grano los insectos antes y durante el almacenamiento. Los hongos desmejoran la calidad del grano, ocasionan pérdida de su calidad, reducen el valor nutritivo, disminuyen el poder germinativo y algunos producen micotoxinas (17).

Se conoce que las pérdidas anuales de granos por diversas causas oscilan entre 10 y 20% y sólo por hongos se pierde entre 5 y 10% del total de la producción mundial (17); en Venezuela se estima que las pérdidas por diferentes causas llegan a 25% en algunos granos almacenados (11,12). Por ser

el arroz el cereal de mayor consumo y producción en nuestro país, se consideró la importancia de realizar un estudio sobre la incidencia de la micobiota presente en granos de los cvs comerciales y experimentales de mayor relevancia en el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Origen de las muestras y diseño experimental. Las variedades e híbridos experimentales de arroz se colectaron de los campos experimentales del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y ensayos de campo de la Fundación para la Investigación Agrícola-DANAC. En el estado Guárico, se evaluaron los cvs comerciales: Cimarrón (en 3 fincas), El Palmar, Araure y Fonaiap I) y los experimentales: 2459, 2412, 2466, 2453, 2411, 2463, Línea 6 y Línea 10; mientras que en Portuguesa, se valoraron el material comercial Cimarrón (6 fincas) y dentro de los experimentales D-01, D-02, D-03, D-04, D-05, D-06, D-07, D-08, D-09, D-10, D-11, D-12, D-14, D-15 y D-16. Se tomaron muestras de 1-2 kg, dependiendo del tamaño de las parcelas experimentales y comerciales, las cuales luego de identificadas se trasladaron al Laboratorio de Micotoxicología

del Instituto de Química y Tecnología, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, a fin de realizarles las determinaciones correspondientes. El diseño experimental fue un completamente aleatorizado con tres o cuatro repeticiones (de acuerdo con la disponibilidad del material) y el análisis estadístico de los resultados se realizó por la metodología no paramétrica, usando la prueba de Kruskal y Wallis.

Detección de la micobiota. Para el aislamiento y cuantificación de los hongos se utilizó el método de siembra directa. De cada muestra homogenizada, se seleccionaron granos enteros con apariencia sana (sin daños mecánicos, ni picaduras por insectos), se desinfectaron con hipoclorito de sodio 3.5% durante ½ min, se lavaron 3 veces con agua destilada estéril y se secaron sobre papel de filtro esterilizado. Se sembraron 100 granos de arroz por repetición/cv, a razón de 10 granos/placa de Petri contentiva del medio de cultivo malta sal agar (MSA) (9). El conjunto de placas una vez identificado, se colocó en bolsas de plástico y se incubó en condiciones de laboratorio (temperatura promedio de 27°C y humedad relativa de 60-65%). Después de 7 d de incubación, se examinaron bajo una lupa con el fin de determinar el número de granos colonizados por especie de hongo.

Conservación de los hongos. Los aislamientos obtenidos se sembraron en tubos de ensayo contentivos de papa dextrosa agar en cuña a pH 5,8, mantenidos en condiciones de laboratorio. A los 8 d fueron colocados a baja temperatura ($\pm 10^\circ\text{C}$) hasta su utilización en la identificación de los aislamientos respectivos.

Identificación de los hongos. Se procedió a la siembra de los mismos en los medios Czapek agar, agar papa dextrosa y agar extracto de malta (22,23), a fin de realizar observaciones macroscópicas (forma de crecimiento, desarrollo micelial, color de la cara inferior de la colonia, presencia de anillos y exudados, entre otros) y microscópicas (medición de las estructuras de valor taxonómico). Los datos que se obtuvieron a partir de 100 mediciones/estructura de importancia fueron promediados y comparados con mediciones reportadas en la literatura especializada (7,18,21). Los resultados se presentan en forma descriptiva.

Criterios utilizados para calificar la incidencia de hongos en granos de cvs de arroz. La escala utilizada para valorar la incidencia de hongos en los diferentes cultivares de arroz evaluados, es una adaptación de la utilizada por Campbell y White (3), Mazzani y Layrisse (15) y Mazzani *et al.* (14). La misma consiste en calificar la incidencia como baja (0-15%), intermedia (15-30%) y alta (>30%), según el porcentaje de granos colonizados por los hongos. Los datos obtenidos permitieron determinar las especies de hongos más importantes que afectan cada uno de los cultivares de arroz sembrados en las zonas productoras de Calabozo, estado Guárico y Araure, estado Portuguesa; así como su incidencia individual por cultivar evaluado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Especies de hongos identificadas. A partir de los diferentes cvs de arroz cosechados de siembras comerciales y experimentales de los estados Guárico y Portuguesa, se identificaron las siguientes especies fúngicas: *Aspergillus flavus* Link and Fries, *A. niger* Van Tieghem, *A. ochraceus* Wilhelm, *A. tamarii* Kita, *A. fumigatus* Fresenius, *A.*

japonicus Soito, *A. candidus* Link, *A. terreus* Thom, *Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn, *Curvularia* sp., Boedijn, *Eurotium chevalieri* Thom and Church, *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Niremb. (Sin. *Fusarium moniliforme*), *Penicillium citrinum* Thom y *Trichoderma* sp. La caracterización morfológica de las especies señaladas se realizó por los métodos de rutina utilizados en los estudios taxonómicos tradicionales de hongos y tomando como referencia las claves micológicas correspondientes (7,18,19,21).

Estudios realizados por Mallick y Nandi (10) señalan que *Aspergillus versicolor*, *A. restrictus*, *A. amstelodami*, *A. candidus*, *A. ochraceus*, *A. flavus* y *Fusarium* spp. son las especies más comunes en granos de arroz, mientras que Jayaraman y Kalynasundaram (8) señalan a *A. parasiticus*, *A. flavus*, *A. oryzae*, *A. fumigatus*, *A. amstelodami*, *A. chevalieri*, *A. nidulans*, *A. japonicus*, *A. niger*, *A. versicolor*, *A. sydowii*, *Penicillium tardium* y *P. wasmani*. Estos resultados coinciden con los aquí señalados para las especies *A. candidus*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. chevalieri* y *A. niger*, los cuales fueron aislados con diferentes grados de incidencia en las muestras de arroz provenientes tanto de Guárico como de Portuguesa. Otros autores, sin embargo, han señalado la presencia sobre arroz paddy de especies tales como *P. aurantiogriseum*, *P. islandicum*, *E. nidulans* y *F. semitectum*, las cuales no fueron encontradas en ninguna de las muestras procesadas en este trabajo. Esta contraposición con los resultados obtenidos puede deberse a variaciones climáticas, edáficas y/o genéticas entre las diferentes zonas productoras (23).

En Venezuela, Capobianco (5) identificó en granos de arroz a las especies *P. corylophilum*, *P. steckeeii*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Syncephalastrum racemosus*, *Rhizopus oryzae* y *Cladosporium* spp., las cuales no fueron encontradas en ninguna de las muestras aquí analizadas. Sin embargo, hubo coincidencia respecto a las especies *A. flavus*, *A. niger*, *A. ochraceus*, *A. tamarii* y *A. terreus*. Dentro de la micobiota identificada *A. flavus* y *F. verticillioides* se consideran las especies más importantes debido a su comprobado potencial toxigénico, su habilidad de colonizar este tipo de sustrato y la asociación directa que existe entre los requerimientos óptimos para su crecimiento y las condiciones ambientales imperantes en las diferentes zonas productoras del país. Otras especies identificadas fueron *A. fumigatus* y *P. citrinum*, las cuales han sido involucradas en problemas de toxicidad en humanos y animales.

Cuantificación e Incidencia de la micobiota. De acuerdo con los resultados obtenidos se comprobó que existe una elevada contaminación fúngica en granos de arroz en los cultivares bajo estudio; se encontraron muestras con más de 90% de incidencia.

Estado Guárico. En el Cuadro 1 se presenta la información sobre la incidencia de las especies identificadas en 16 cultivares de arroz (15 experimentales y uno comercial) provenientes de Calabozo, estado Guárico. Las especies que se detectaron con mayor incidencia fueron: *A. flavus* (61%), *A. candidus* (21%), *F. verticillioides* (12.8%), *P. citrinum* (6.3%) y *A. terreus* (5.7%). Otros hongos como *A. ochraceus*, *A. niger*, *E. chevalieri*, *A. tamarii* y *A. fumigatus*, se encontraron en bajos porcentajes de incidencia. Algunas de estas especies también han sido señaladas por otros autores. Jayaraman y Kalynasundaram (8) encontraron que los hongos más comúnmente asociados a sus granos fueron *A. flavus*, *A. fumigatus*, *E. chevalieri*, *A. niger* y *A. candidus*, detectados con incidencia variable en las muestras de arroz procesadas.

Cuadro 1. Porcentaje de colonización total y por especie de hongo en diferentes cultivares comerciales y experimentales de arroz, provenientes de Calabozo, estado Guárico.

Cultivar	Porcentaje de infección por especie de hongo										Total
	<i>A.f.</i> ⁽¹⁾	<i>A.n.</i> ⁽³⁾	<i>A.o.</i> ⁽³⁾	<i>A.t.</i> ⁽³⁾	<i>E.c.</i> ⁽²⁾	<i>A.c.</i> ⁽³⁾	<i>A.ta.</i> ⁽³⁾	<i>P.c.</i> ⁽¹⁾	<i>F.v.</i> ⁽¹⁾	<i>A.fu.</i> ⁽²⁾	
Cimarrón	8,0 ⁽⁴⁾	0,7	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	2,6	<u>12,8</u>	0,0	47,8
D-01	46,5	0,8	0,0	0,0	1,3	1,1	0,0	0,0	1,3	0,5	60,0
D-02	1,3	1,3	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	11,0	0,0	<u>81,4</u>
D-03	4,5	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,8	0,3	8,5	0,0	68,0
D-04	11,6	<u>4,7</u>	0,3	1,7	<u>2,7</u>	0,7	<u>3,0</u>	2,0	3,0	0,0	37,0
D-05	2,3	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	56,9
D-06	35,0	0,0	0,0	<u>5,7</u>	0,0	3,6	0,0	1,3	1,3	0,0	54,6
D-07	15,5	0,3	0,0	1,0	0,0	<u>21,0</u>	0,0	0,3	4,3	0,0	59,0
D-08	<u>61,0</u>	1,0	<u>0,7</u>	1,0	0,0	0,7	2,3	<u>6,3</u>	3,0	0,0	<u>90,9</u>
D-09	12,0	3,7	0,3	0,0	0,0	0,0	1,7	5,7	9,0	0,0	59,3
D-10	34,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,7	0,0	<u>77,0</u>
D-11	12,6	1,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	3,0	6,0	<u>0,6</u>	43,9
D-12	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	2,8	0,0	44,4
D-14	11,5	1,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,5	4,3	0,5	45,7
D-15	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	<u>17,3</u>
D-16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	39,7

A.f.=*Aspergillus flavus*, *A.n.*=*A. niger*, *A.o.*=*A. ochraceus*, *A.t.*=*A. terreus*, *E.c.*=*Eurotium chevalieri*, *A.c.*=*A. candidus*, *A.ta.*=*A. tamarii*, *P.c.*=*Penicillium citrinum*, *F.v.*=*Fusarium verticillioides*, *A.fu.*=*A. fumigatus*. ⁽¹⁾Altamente significativo (p<0,01) según Kruskal y Wallis. ⁽²⁾No significativo según Kruskal y Wallis. ⁽³⁾No se analizó. ⁽⁴⁾Promedio de 3 y 4 repeticiones.

Observaron además un 100% de infestación por *A. flavus*, *A. glaucus*, *A. nidulans* y *A. terreus*, mientras que especies referibles a *Penicillium* se presentaron en muy raras ocasiones. Esto se asemeja a los resultados obtenidos en la presente investigación en lo referente a *A. flavus* y *Penicillium* sp, ya que el primero fue el hongo que se detectó con mayor incidencia en los 16 cvs evaluados, mientras que el último se aisló en porcentajes relativamente bajos.

En cuanto a la incidencia total de hongos/cv, D-08 presentó el mayor porcentaje de incidencia con 90,9%, seguido de D-02 con 81,4% y D-10 con 77,0%. El valor más bajo se observó en el cv D-15 con 17,3%. Esto se relaciona con lo señalado por Axberg *et al.* (2) y Murthy *et al.* (16), quienes encontraron diferencias altamente significativas en cuanto a la susceptibilidad de genotipos de arroz al ataque de hongos toxigénicos y/o sus toxinas.

Se detectaron diferencias altamente significativas en cuanto a la colonización por *A. flavus*, *F. verticillioides* y *P. citrinum*, no así para *A. fumigatus* y *E. chevalieri* (Cuadro 1). De los 16 cvs de arroz, D-08 presentó 61% de incidencia de *A. flavus*, seguido de D-01 con 46,5% y D-06 con 35%. En los cvs D-15 y D-16 no se aisló el hongo, lo cual parece indicar que los mismos pueden ser utilizados como posibles fuentes de resistencia a la especie en referencia. Los porcentajes más altos de incidencia por *F. verticillioides* se presentaron sobre Cimarrón con 12,81%, D-10 con 12,7% y D-02 con 11%, mientras que los más bajos se observaron en D-01 (1,3%), D-06 (1,3%) y D-12 (2,8%). En D-16 no se manifestó este hongo. D-08 tuvo la mayor incidencia por *P. citrinum* (6,3%) seguido de D-09 con 5,7%. Los restantes cvs presentaron bajos niveles de contaminación que oscilaron entre 0,0 a 3,0% (Cuadro 1). Estos hongos han sido señalados en maíz (4) mijo perlado (1) y arroz (16). No se observó diferencias significativas en la reacción de los cvs de arroz frente a los hongos *A. fumigatus* y *E. chevalieri*, encontrándose la mayoría de ellos libres de contaminación por hongos. Sólo en los cvs D-01 y D-11 se manifestó el hongo *A. fumigatus*.

Al relacionar el porcentaje de incidencia promedio de hongos totales con el contenido por especie, se observa que los cvs que demostraron ser más sensibles a la acción de hongos totales (D-08, D-02, D-10) fueron precisamente los que presentaron mayor colonización por *A. flavus*, *P. citrinum* (D-08) y *F. verticillioides* (D-10, D-02). Materiales como el D-15 y el D-16 manifestaron bajos porcentajes de incidencia total (17,3% y 39,7%) y prácticamente ninguna contaminación por los hongos evaluados. El comportamiento diferente de los cvs evaluados para algunas especies de hongos detectados (*A. flavus*, *A. candidus*, *A. tamarii*, *P. citrinum*, *F. verticillioides* y *A. fumigatus*), que se apreció en este ensayo, sugiere diferencias genotípicas para la reacción ante los hongos. Resultados similares a los señalados, pero en maíz, para las especies *A. flavus*, y *F. verticillioides* fueron encontrados por Mazzani (13). En arroz, Axberg *et al.* (2) hallaron diferencias altamente significativas entre los cvs evaluados en cuanto a su habilidad para detener el crecimiento de *Penicillium verrugosum* y reducir la contaminación por ocratoxinas producidas por éste.

En cuanto a Cimarrón, los resultados indican que fue afectado principalmente por *F. verticillioides* (12,8%) y *A. flavus* (8%) y no por las especies *A. candidus*, *A. tamarii*, *E. chevalieri* y *A. fumigatus*, los cuales no se detectaron en las muestras examinadas.

Estado Portuguesa. En el Cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos en la evaluación de 12 cultivares de arroz (08 experimentales y 04 comerciales) por incidencia total de hongos y por especies. Dichos cvs fueron cosechados de la zona de Araure, estado Portuguesa. En cuanto a la micobiota total, la mayor incidencia se presentó en el cv 2412 con 77,3% mientras que la menor se observó en 2466 con 18,4%. Los cvs Cimarrón y Fonaiap-I, utilizados como testigos comerciales en este ensayo, tuvieron niveles de incidencia de 48,7 y 40,0%, respectivamente. Otros cultivares comerciales como El Palmar

Cuadro 2. Porcentaje de colonización total y por especie de hongo en diferentes cultivares comerciales y experimentales de arroz, provenientes de Araure, estado Portuguesa.

Cultivar	Porcentaje de infección por especie de hongo										Total
	<i>A.f.</i> ⁽¹⁾	<i>A.n.</i> ⁽³⁾	<i>A.o.</i> ⁽³⁾	<i>A.t.</i> ⁽³⁾	<i>E.c.</i> ⁽¹⁾	<i>A.c.</i> ⁽³⁾	<i>P.c.</i> ⁽¹⁾	<i>F.v.</i> ⁽²⁾	<i>A.fu.</i> ⁽¹⁾	<i>A.ta.</i> ⁽³⁾	
El Palmar	7,8 ⁽⁴⁾	<u>5,3</u>	0,0	0,0	<u>10</u>	0,5	16,3	7,8	15,5	0,3	<u>76,6</u>
Araure	<u>23,5</u>	0,0	0,0	0,8	7,5	1,8	1,8	2,3	23	0,0	60
Cimarrón	17,4	2,6	0,3	0,5	0,9	2,9	3,9	8,2	1,8	0,2	48,7
Fonaiap I	22,7	2	<u>2,3</u>	0,0	8,3	0,0	2	<u>9,3</u>	11	<u>2,3</u>	40
2412	12,2	3,8	2,2	3,2	0,0	0,0	<u>18,6</u>	4	0,0	0,0	<u>77,3</u>
2466	2,2	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	2	0,0	0,0	<u>18,4</u>
2453	8,5	1,5	0,0	0,8	0,0	0,0	5,8	3,5	0,0	1,3	29
2411	5,2	2,8	2,2	0,6	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,2	34,9
2463	1,4	1	0,4	<u>4,4</u>	0,0	0,0	15	2,6	5,2	0,0	31
Línea 6	20,3	0,7	0,0	0,0	4,3	4,6	0,0	8	16	0,0	<u>58,7</u>
2459	2,6	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	2,8	0,0	0,0	19,8
Línea 10	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	4,3	<u>24,7</u>	0,0	32,8

A.f.=*Aspergillus flavus*, *A.n.*=*A. niger*, *A.o.*=*A. ochraceus*, *A.t.*=*A. terreus*, *E.c.*=*Eurotyum chevalieri*, *A.c.*=*A. candidus*, *P.c.*=*Penicillium citrinum*, *F.v.*=*Fusarium verticillioides*, *A.fu.*=*A. fumigatus*, *A.ta.*=*A. tamaritii*, ⁽¹⁾Altamente significativo ($p < 0,01$) según Kruskal y Wallis. ⁽²⁾No significativo según Kruskal y Wallis. ⁽³⁾No se analizó. ⁽⁴⁾Promedio de 3 y 4 repeticiones.

y Araure presentaron incidencias tan altas como 76,6% y 60,0%, respectivamente. Esto demuestra la susceptibilidad de estos cvs a la infección natural por hongos.

El hongo que se aisló con mayor incidencia fue *A. fumigatus* con 24,7% (Línea 10), seguido de *A. flavus* con 23,5% (Araure), *P. citrinum* con 18,6% (2412), *E. chevalieri* con 10,0% (El Palmar), y *F. verticillioides* con 9,3% (Fonaiap-I), respectivamente. Los restantes hongos se presentaron en incidencias relativamente bajas. Esto corrobora lo señalado por Toon *et al.* (23), quienes refieren a las especies antes mencionadas como las que más comúnmente se aíslan sobre granos de arroz paddy.

Se encontraron diferencias altamente significativas entre la reacción de diferentes cvs de arroz cosechados en este estado y la presencia de especies como *A. flavus*, *E. chevalieri*, *P. citrinum* y *A. fumigatus*, no así sobre el hongo *F. verticillioides*. En relación con *A. flavus* los cvs comerciales (Araure, Fonaiap-I, Cimarrón) se colonizaron en mayor proporción con este hongo que los cvs experimentales Línea 10, 2463, 2466, y 2459 quienes presentaron niveles de incidencia 0; 1,4; 2,2 y 2,6%, respectivamente. *A. fumigatus* se aisló en Línea 10, Araure, Línea 6 y El Palmar en porcentajes superiores a 15%, mientras que *P. citrinum* fue aislado en 75% de los cvs evaluados (9 de los 12); con incidencias promedio entre 1,8 a 18,6% (Cuadro 2).

Según la escala de clasificación de Incidencia de hongos utilizada por Cambell y White (3) y Mazzani y Layrisse (15), algunos de los cultivares (2412 y El Palmar y Línea 6) presentaron alta incidencia por hongos totales y susceptibilidad intermedia a hongos como *A. flavus* (Araure), *P. citrinum* (2412, y El Palmar) y *F. verticillioides* (El Palmar, Araure y Línea 6). Otros, evidenciaron niveles intermedios de contaminación a hongos totales y a las especies señaladas (2466, 2459 y 2453), por lo que se consideran como los mejores del grupo evaluados. En líneas generales al comparar las dos zonas productoras se pudo observar un mayor nivel de contaminación por hongos en las muestras comerciales de

Portuguesa con relación a las de Guárico; mientras que en los cultivares experimentales ocurrió lo contrario. Esto fue atribuido a posibles variaciones en las características ambientales y edáficas entre las dos zonas productoras, así como a posibles diferencias genotípicas entre los cultivares evaluados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo de Desarrollo Científico de la Universidad Central de Venezuela por el financiamiento de este trabajo a través del proyecto 01-37-4026-97. Asimismo extiende su gratitud a La Fundación para la Investigación Agrícola-DANAC y al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) por el suministro de las variedades e híbridos experimentales de arroz evaluados.

LITERATURA CITADA

1. Ansari, A. and Shrivastava, A. 1994. Susceptibility of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) varieties to toxigenic *Aspergillus ochraceus* for ochratoxin production. Indian Journal Science 64: 421-422.
2. Axberg, K., Jansson, G. and Hule, K. 1998. Ochratoxin A in rice cultivars after inoculation of *Penicillium verrucosum*. Natural Toxins 6:73-84 (Abstract).
3. Campbell, K. W. and White D. G. 1995. Inheritance of resistance to *Aspergillus flavus* ear rot and aflatoxin in corn genotypes. Phytopathology 85:886-896.
4. Cantone, F., Quite, J., Bausan, L. and Strohshine, R. 1983. Genotypic differences in reaction of stored corn kernels to attack by selected *Aspergillus* and *Penicillium* spp. Phytopathology 73:1250-1255.
5. Capobianco, A. 1984. Hongos e insectos asociados al cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) almacenados en Venezuela. Trabajo de grado. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 57 pp.

6. Castejón, L.G. 1.991. Evaluación de tres cvs de soya (*Glycine max* L. Merr.) en relación a la infección natural de sus semillas por hongos. Trabajo de grado. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 57 pp.
7. Ellis, M. 1.971. Dematiaceous Hyphomycetes. 1th ed. Commonwealth Mycological Institute. Kew Surrey, England. 608 pp.
8. Jayaraman, P. and Kalyanasundaran, Y. 1.994. Changes in storage mycoflora of parboiled rice through different states of processing. *Journal of Food Science Technology* 31:219-224.
9. Kingsland, 1.986. Relationship between temperature and survival of *Aspergillus flavus* Link ex Fries on naturally contaminated maize grain. *Journal Stored Products Research* 22:29-32.
10. Mallick, A. K. and Nandi, B. 1.981. Research: Rice. *The Rice Journal* 84(2):8-13.
11. Mazzani, C. 1.983. Micoflora de granos de maní (*Arachis hypogaea* L.), maíz (*Zea maíz* L.) y cacao (*Theobroma cacao* L.) almacenados en Venezuela. Trabajo de ascenso. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 95 pp.
12. Mazzani, C. 1.988. Hongos asociados a granos de sorgo y su control con propionato de sodio en el laboratorio. *Fitopatología Venezolana* 1:54-58.
13. Mazzani, C. 1.998. Incidencia de *Aspergillus flavus*, *Fusarium verticillioides*, aflatoxinas y fumonisinas en granos de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en Venezuela. Tesis Doctoral. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 121 pp.
14. Mazzani, C. Borges, O., Luzón, O. Barrientos, V. y Quijada, P. 1.999. Incidencia de *Aspergillus flavus* *Fusarium verticillioides*, aflatoxinas y fumonisinas en ensayos de híbridos de maíz en Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 12: 9-13.
15. Mazzani, C. y Layrissse, A. 1.994. Reacción de ocho genotipos de maní a la inoculación de sus semillas *in vitro* con cepas locales de *Aspergillus flavus* y *A. terreus*. *Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay)* 20:73-82.
16. Murthy, V.S., Chandrakar, B., Singh, A. and Misra, R.K. 1.987. Effect of grain spotting on rice quality. *International Rice Research Newsletter* 12(4):33.
17. Neegard, P. 1.979. *Seed Pathology*. Vol. Mac Millan Press Ltd. London and Basingstoke. pp. 282-287.
18. Onions, A., Allsopp, D. and Eggins, H. 1.981. *Smith's Introduction to Industrial Mycology*. 7th ed. Edward Arnold (Publishers) Ltd., London. 398 pp.
19. Rifai, C. 1.969. A revisión of the *Trichoderma*. *Commonwealth Mycological Institute. Kew Survey, England. Mycological Papers*. N° 116.
20. Rivilo, A. y Adams, M. 1.995. Manejo de suelos, agua y fertilización en el cultivo de arroz. Pasado, presente y futuro. *En: El arroz. Estrategia Agrícola y Alimentaria de Venezuela*. Instituto Universitario de Tecnología de Los Llanos. Calabozo-Valle de la Pascua. Altagracia de Orituco. pp. 149-158.
21. Samson, R., Hoekstra, E., Frisvad, J. and Filtenborg, O. 1.995. *Introduction to food-borne fungi* 4th ed. Edited by Central Bureau voor Schimmelcultures and Department of Biotechnology Technical University of Denmark. 320 pp.
22. Sing, K., Frisvad, J., Thrane, U. and Marthur, S. 1.991. *An illustrated Manual on Identification of some seed-borne Aspergilli, Fusaria, Penicillia and their Mycotoxins*. Hellerup, Denmark. AiO Tryk. 133 pp.
23. Toon, S. A., Maracci, R. S. Jerke, G. and García, A. 1.997. Mycoflora of paddy and milled rice produced in the region of Northeastern and Southern Paraguay. *International Journal of Food Microbiology* 37(2/3):231-235 (Abstract).