

ARTÍCULOS

INCIDENCIA DE MOHOS Y CONTENIDO DE AFLATOXINAS EN GRANOS DE ARROZ PULIDO DE DIFERENTES TIPOS Y CALIDADES EN VENEZUELA

Jonathan Córdova¹, Iraima Rodríguez¹, Claudio Mazzani¹ y América Trujillo de Leal²

Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, ¹Instituto de Química y Tecnología e ²Instituto de Agronomía. Apdo. 4579. Maracay 2101, Venezuela. Email: rodriguezi@agr.ucv.ve.

Recibido: 16 de mayo de 2011.

Aceptado: 22 de octubre de 2011.

RESUMEN

Córdova, J., Rodríguez, I., Mazzani C. y Trujillo de Leal, A. 2011. Incidencia de mohos y contenido de aflatoxinas en granos de arroz pulido de diferentes tipos y calidades en Venezuela. *Fitopatol. Venez.* 24:34-37.

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cereales más consumidos a nivel mundial. Es afectado tanto a nivel de campo como en almacenamiento por mohos que disminuyen su rendimiento y calidad. Se determinó la incidencia de mohos y presencia de aflatoxinas en cinco muestras de arroz pulido (AP), de las cuales 3 fueron arroz de 99, 97 y 95% de granos enteros, una de arroz parbolizado y una de arroz expandido a granel. La incidencia (expresada en porcentaje de granos colonizados) se determinó por siembra directa de 100 granos en el medio malta sal agar (MSA) pH 5,8 e incubado a temperatura ambiente por 7 d, luego identificándolos mediante observaciones macroscópicas, microscópicas y con la ayuda de claves micológicas. El contenido de aflatoxinas se determinó mediante fluorometría utilizando columnas de inmunoafinidad (AFLATEST-P-VICAM) y se expresó en ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$). Las principales especies de mohos colonizadores de acuerdo a su grado de ocurrencia en granos de AP fueron: *Eurotium chevalieri*, *Aspergillus flavus*, *A. candidus* y *Penicillium citrinum*, entre otros mohos. La incidencia total de mohos en granos de AP con 99, 97 y 95% de granos enteros fue baja ($< 7\%$); para arroz expandido a granel fue intermedia (23,80%) y para arroz parbolizado fue alta (51,60), encontrándose con esto diferencias estadísticamente significativas. Sólo una de las marcas fue positiva para aflatoxinas (Marca A con 0,22 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Los resultados indican que mientras mejor sea la calidad del arroz menor será la contaminación fúngica y por ende la probabilidad de producción de aflatoxinas será reducida.

Palabras clave: aflatoxinas, arroz pulido, *Aspergillus flavus*, mohos.

ABSTRACT

Córdova, J., Rodríguez, I., Mazzani C. and Trujillo de Leal, A. 2011. Incidence of moulds and aflatoxins content in polished rice grains of different types and qualities in Venezuela. *Fitopatol. Venez.* 24:34-37.

Rice (*Oryza sativa* L.) is one of the most consumed cereals worldwide. It is affected both in field and storage fungi that reduce yield and quality. The incidence of molds and aflatoxins in five samples of polished rice (AP), of which three were rice 99, 97 and 95% whole grain, a parboiled rice and rice sold in bulk was determined. The incidence (expressed as percent of grains contaminated) was estimated in sub samples of 100 grains placed on malt salt agar medium (MSA) pH 5.8 and incubated at temperature ambient for seven days. The moulds were identified by means of observation macroscopic, microscopic and keys mycological. The amount of aflatoxins was determined for using column of immune affinity (AFLATEST-VICAM). The principal species of moulds identified were *Eurotium chevalieri*, *Aspergillus flavus*, *A. candidus* and *Penicillium citrinum*, between others. The incidence whole of moulds at rice polishes with 99, 97 and 95% of entire grains was less ($< 7\%$); for rice expended in a heap was intermediate (23.80%) and for rice parboiled was high (51.60%), meeting different significative statistics. Only one of the samples was positive for aflatoxins (0.22 $\mu\text{g}/\text{kg}$). According to results obtained, it concluded that while better whether the qualities of rice less will the contamination for moulds and wherefore the probability of production of aflatoxins will reduced.

Keys words: aflatoxins, *Aspergillus flavus*, moulds, rice polished.

INTRODUCCIÓN

Dentro de los cereales, el arroz (*Oryza sativa* L.) tiene gran importancia a escala mundial, ya que cerca de un tercio de la población lo consume como alimento principal. En Venezuela, es uno de los cereales más sembrados siendo su consumo promedio de 15,7 Kg por persona/año (6). Su producción se ve afectada por factores bióticos y abióticos, los cuales desmejoran tanto la calidad como la cantidad, durante y después de la cosecha. Entre los factores bióticos se encuentran los hongos, los cuales afectan la calidad del grano y son capaces de producir en algunos casos micotoxinas, las cuales pueden afectar adversamente tanto la salud humana como animal (12,26).

Las micotoxinas son metabolitos fúngicos secundarios capaces de producir efectos tóxicos o crónicos (carcinogénicos, mutagénicos, teratogénicos y estrogénicos)

en humanos y animales. Se reconocen en la actualidad cerca de 300 micotoxinas, de las cuales solo algunas han sido estudiadas (7, 27). Estas son sintetizadas por algunos hongos, especialmente especies referibles a los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium* (15). De las 150 especies que hay dentro del género *Aspergillus*, solamente *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. tamaritii* y *A. nomius* producen aflatoxinas y colonizan frecuentemente maní, maíz, algodón, nueces y arroz, entre otros. (15,21,27).

Las aflatoxinas son las toxinas más relacionadas con los alimentos, poseen propiedades tóxicas acentuadas y, están en el alimento causando daños al consumidor. Ellas se conocen desde el año 1960, a causa de la muerte repentina de 100.000 pavos por el consumo de harina de maní proveniente del Brasil (17,24).

Con base a la información antes señalada, y teniendo en cuenta que el arroz es uno de los cereales de mayor consumo

y producción en nuestro país, se consideró de interés realizar este trabajo con el objetivo de determinar la incidencia de mohos y aflatoxinas presentes en granos de arroz pulido de diferentes tipos y calidades de mayor demanda en el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Origen de las muestras. Las muestras de diferentes tipos y/o calidades de arroz comercial que fueron analizadas en este trabajo correspondieron a presentaciones de 1kg que fueron identificadas con letras para facilitar su manejo durante los análisis realizados (A= 99% de granos partidos, B= 97% de granos partidos, C= 95% granos partidos, D= parbolizado, E= A granel). Ellas fueron adquiridas en un mismo expendio realizando 5 muestreos en el tiempo. Se tomaron muestras de diferentes lotes de fabricación. Cada muestra, luego de identificada se trasladó al Laboratorio de Micotoxicología del Instituto de Química y Tecnología, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, a fin de realizarles las determinaciones que a continuación se mencionan.

Detección, cuantificación, aislamiento y conservación de la micobiota. Con el fin de obtener cultivos puros, se procedió al aislamiento de los mohos. Para ello se utilizó el método de siembra directa de 100 granos enteros/repetición/muestra en la superficie de placas de Petri contentivas del medio malta sal agar (MSA) pH 5,8 (2, 3, 14, 15). 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 hr de 60 a 65%). La detección y cuantificación de los mohos se realizó bajo la lupa estereoscópica y los resultados se expresaron como % de granos colonizados por mohos (2,3).

Para preservar los aislamientos obtenidos y utilizarlos de base para su posterior identificación, se procedió a su siembra en tubos de ensayo que contenían el medio papa dextrosa agar inclinado, pH 5,8 siendo mantenidos a temperatura ambiente (1, 3). Pasados 8 d los tubos fueron colocados a baja temperatura (± 10 °C) hasta que fueron requeridos en la identificación de los aislamientos respectivos.

Identificación de los mohos. Los mohos fueron sembrados en el medio Czapek agar (CZA) a pH 5,8, a fin de realizar observaciones de su crecimiento, desarrollo micelial, color de la cara inferior de la colonia, presencia de anillos y exudados, entre otras. Para el estudio morfométrico de las estructuras de valor taxonómico se hicieron preparados microscópicos a partir de colonias fúngicas obtenidas en el medio CZA. Los datos que se obtuvieron a partir de 100 mediciones/estructura de importancia fueron promediados con el propósito de compararse con las claves micológicas correspondientes (23, 25). Los resultados obtenidos se analizaron en forma descriptiva.

Incidencia de mohos en arroz pulido de diferentes tipos y calidades en Venezuela. Para clasificar la incidencia de los mohos en arroz pulido de diferentes tipos y calidades, se procedió de acuerdo a lo establecido por Mazzani (15) con base a los criterios utilizados por Campbell *et al.* (1993); Bullerman y Tsai (1994). La escala utilizada permitió separar la incidencia en base al % de granos colonizados en tres (3) grupos: baja (0-15%), intermedia (16-30%) y alta (>30%).

Análisis estadístico. Se utilizó un diseño completamente al azar. El análisis estadístico de los datos se realizó por vía no paramétrica mediante la prueba de Friedman ($p < 0,05$). Esta prueba permitió determinar si existieron o no diferencias significativas en cuanto a la incidencia total de mohos y por especie de moho entre las muestras analizadas (4).

Cuantificación de aflatoxinas. Para estimar la cantidad de micotoxinas presentes en muestras de arroz pulido se utilizó el método de columnas de inmunoafinidad, empleado por Mazzani (15). El método consiste en una molienda en seco (50 g de cada muestra); extracción en presencia de 5 g de NaCl y 100 ml de etanol- agua; filtración y dilución en papel watman N° 1 y en microfibra de vidrio, respectivamente; pasaje a través de la columna de inmunoafinidad, lavados con agua destilada estéril; elución de la toxina con etanol; derivatización de la muestra mediante la incorporación del revelador y fluorimetría en el fluorómetro Aflatest-Vicam, previamente calibrado. Las lecturas fueron realizadas en ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$). Los resultados obtenidos fueron base para establecer comparaciones entre los niveles de aflatoxinas encontradas en las muestras de diferentes marcas de arroz comercial y compararlos con los límites de tolerancia permitidos para consumo humano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Especies de mohos identificadas. Según su ocurrencia, las especies de mohos identificadas a partir de muestras de arroz pulido de diferentes tipos y calidades en Venezuela, son las siguientes: *Eurotium chevalieri* Thom and Church; *Aspergillus flavus* Link and Fries; *Aspergillus candidus* Link; *Penicillium citrinum* Thom; *Cladosporium cladosporioides*; *Syncephalastrum racemosum* Cohn; *Mucor* sp; *Aspergillus terreus* Thom; *Aspergillus fumigatus* Fresenius; *Aspergillus tamarii* Kita y *Aspergillus niger* Van Tieghem. Las especies señaladas se describieron morfométricamente tomando como apoyo los métodos utilizados en estudios taxonómicos tradicionales de hongos y como referencia las claves micológicas correspondientes (16,23).

Capobianco (2) encontró que las especies *A. flavus*, *A. chevalieri* y *S. racemosum*, así como también especies referibles a los géneros *Fusarium*, *Penicillium* y *Cladosporium* eran las más frecuentes en granos de arroz almacenado, mientras que Rodríguez (22), para arroz en iguales condiciones, señaló a las especies *A. fumigatus*, *A. flavus*, *P. citrinum*, *E. chevalieri* y *Fusarium verticillioides*. Las especies de mohos identificadas por estos investigadores coinciden en lo que respecta a *A. flavus*, *S. racemosum*, *P. citrinum* y *E. chevalieri*, presentando a su vez diferentes niveles de incidencia en las muestras de arroz analizado.

En el arroz pulido y parbolizado algunos investigadores han señalado a los géneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria* y a la especie *A. parasiticus* (10, 11 y 20) coincidiendo estos resultados con los encontrados en este estudio a diferencia de las especies *A. parasiticus* y *Alternaria*, las cuales no fueron identificadas sobre ninguna de las marcas de arroz en estudio.

Incidencia de mohos. En el Cuadro 1 se presentan los resultados de la incidencia de las diversas especies de mohos en cada una de las muestras de arroz pulido de diferentes tipos y calidades en Venezuela. En general todas las muestras

Cuadro 1. Incidencia de mohos en granos de arroz pulido de diferentes tipos y calidades en Venezuela.

Especie de moho	Tipos de arroz				
	99% grano partido	97% grano partido	95% grano partido	Parbolizado	Expendido a granel
<i>Penicillium citrinum</i> (Ns)	0,6	1,0	0,6	1,6	6,0
<i>Aspergillus candidus</i> (Ns)	0,8	1,4	1,0	1,6	5,4
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Ns)	0,2	1,4	1,8	1,6	3,4
<i>Aspergillus</i> spp. (Ns)	0,0	0,4	0,2	1,2	3,0
<i>A. flavus</i> (Ns)	0,2	1,6	2,0	4,6	2,4
<i>Eurotium chevalieri</i> (*)	0,0	1,6	0,0	38,8	1,8
Otros mohos (Ns)	0,0	0,6	0,6	2,2	1,8
Incidencia total de mohos (**)	1,8	8,0	6,2	51,6	23,8

(*) = Diferencia significativa según Prueba de Friedman al 0,5%.

de arroz pulido analizadas presentaron contaminación por mohos, aunque la misma varió tanto por especie como por incidencia dentro de cada marca de arroz.

En lo referente a la incidencia total de mohos por cada una de las muestras de arroz (Cuadro 1), se observa que el arroz parbolizado (muestra D), fue el que presentó un alto porcentaje de incidencia total con un 51,6 % y por tanto la mayor contaminación fúngica; seguido en orden decreciente por la muestra de arroz marca E con 23,8 % (incidencia intermedia). Por otro lado las muestras de las marcas A, B, y C presentaron valores de incidencia bajos, siendo menores al 10 %. Estadísticamente se determinó que si hubo diferencias significativas entre la muestra de arroz A con respecto a las muestras D y E; lo que hace ver que mientras mejor sea la calidad del arroz, la contaminación fúngica se verá limitada y por ende se presentará a niveles menores. Observándose de manera general, que a medida que aumenta el porcentaje de granos partidos a su vez se incrementa la incidencia de mohos, lo cual concuerda con lo señalado por Martínez (1986) (12). En las muestras con 97 y 95 % de granos enteros no se observó esta misma tendencia (8 y 6,2 %, respectivamente), posiblemente atribuido a un error experimental.

El género de moho predominante, en lo que a número de especies se refiere, fue *Aspergillus* estando representado por *A. flavus*, *A. candidus*, *A. terreus*, *A. niger*, *A. tamarii* y *A. fumigatus*, y un moho del género *Eurotium* (estado sexual de *A. chevalieri*). Estas especies son reconocidas como hongos de almacén y otras como *A. flavus* como hongo de campo (2,14).

El porcentaje de incidencia fúngica en las muestras procesadas fue bajo (Cuadro 1). En el arroz pulido con 99% de granos enteros (Marca A), las especies *A. candidus* como *P. citrinum* presentaron el mayor nivel de incidencia (2%), reflejándose con una media de 0,8 % y 0,6 %, respectivamente, mientras que *A. flavus* y *C. cladosporioides* presentaron 0,2 % de incidencia cada uno. En esta marca, no se evidenció la presencia de *Mucor* sp. y *S. racemosum*. Estos resultados coinciden con los señalados por Jayaraman y Kalyanasudaram (1994) (8), donde indican a *A. candidus* como el hongo más predominante en 11 de 34 muestras de arroz analizadas (crudo y parbolizado).

En los granos de arroz pulido con 97 % de granos enteros (Marca B), las especies *E. chevalieri* y *A. flavus* presentaron un máximo de incidencia de 6 %, siendo el promedio de 1,6 %, para ambas especies. La incidencia de *A. candidus* y

C. cladosporioides fue mayor en comparación con la registrada en la marca A, llegando esta a valores de 3 y 4 %, respectivamente. Mientras que *P. citrinum* presentó un grado de infección promedio de 1 %, siendo mayor que la del arroz de marca A (Cuadro 1).

Del mismo modo tanto *A. flavus* como *C. cladosporioides* presentaron igual tendencia (baja incidencia), para la muestra de arroz con 95 % de granos enteros (Marca C) (Cuadro 1), siendo sus promedios de 2 y 1,8 %, respectivamente. *A. candidus* presentó un máximo de 3 % cuyo promedio fue de 1,00%. En cuanto a otros mohos (*Mucor* sp y *S. racemosum*) y *P. citrinum*, presentaron valores de incidencia menores (2 %). Por su parte especies del género *Aspergillus* evidenciaron un promedio de 0,20 %.

De acuerdo a la información del Cuadro 1, en el arroz parbolizado (Marca D), *E. chevalieri* fue el que presentó la mayor incidencia con un máximo de 93 %, cuyo promedio se encontró en 38,8 %, razón por la cual tiende a ser la muestra que presenta la mayor incidencia total de mohos. *A. flavus* presentó una incidencia promedio de 4,6 %, siendo ella superior a las registradas en las marcas A, B y C. Las especies *A. candidus* y *C. cladosporioides* y otros *Aspergillus*, a pesar de haber presentado diferentes máximos de incidencia, 7; 8 y 3 % respectivamente, evidenciaron un promedio igual de 1,6 %.

Algunos investigadores señalan a la especie *A. flavus* como la predominante en arroz parbolizado, con incidencia entre 1 y 59 % (20), mientras que en este estudio la mayor incidencia fue alcanzada por *E. chevalieri*. la incidencia de *A. flavus* estuvo dentro del rango señalado por otros autores (4,6 %).

En el arroz pulido expendido a granel (Marca E), se observó mayor colonización por especie de moho con respecto a las demás muestras. Aunado a ello, fue una de las marcas que presentó la mayor incidencia total por mohos (23,8 %). *P. citrinum* resultó ser la especie de mayor incidencia con un promedio de 6 % seguido de *A. candidus* y *C. cladosporioides* con 5,4 y 3,4 %, respectivamente. La especie *A. flavus* presentó un máximo de incidencia de 7 % y promedio de 2,4 %, mientras que *E. chevalieri* y otros mohos evidenciaron igual promedio de incidencia de 1,8 %, aunque sus máximos fueron diferentes, es decir 5 y 3 %, respectivamente.

En las muestras de arroz parbolizado y a granel (Marcas D y E) se detectaron todas las especies de mohos identificadas, además de los niveles más altos de mohos colonizando los granos en referencia. Esto puede guardar

relación con muchos factores entre los cuales podemos mencionar el grado o contenido de nutrientes existente en el arroz parbolizado, así como también la cantidad de grano partido, los cuales pueden favorecer el desarrollo de hongos (18, 19).

Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas bajo la prueba de Fredman ($p < 0,05$) en lo que respecta a la incidencia por especies de mohos, a excepción de *E. chevelieri*, moho con el cual si se detectaron diferencias significativas.

Contenido de aflatoxinas. Para las diferentes marcas de arroz pulido que fueron analizadas no se evidenció la presencia de aflatoxinas, aunque para el arroz con 99 % de granos enteros (Marca A), se detectó aflatoxinas a la concentración de 0,22 μg .

La ausencia de aflatoxinas pudiera atribuirse a que en el arroz el 60 % de las aflatoxinas presentes se encuentran en el afrecho y fracciones pulidas, por lo que las etapas de descascarillado y pulido del grano pueden favorecer la reducción de las mismas (9); al bajo contenido de humedad del grano en el almacenamiento puede limitar la colonización de los granos por los hongos productores de las aflatoxinas; y, de existir la presencia de moho en el grano, las condiciones a las cuales fueron sometidos los mismos (27 °C y hr de 60-65 %) no permitieron que se formaran las aflatoxinas. Otros autores, sin embargo, han señalado la presencia de aflatoxinas B₁ y B₂ en arroz pulido a concentraciones de 8 y 12 $\mu\text{g}/\text{kg}$ respectivamente, mientras que en arroz parbolizado se han registrado niveles desde 20 hasta 185 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (5, 20).

Los niveles de contaminación encontrados de aflatoxinas, en los diferentes granos de arroz, son bajos, si los comparamos con ciertos límites establecidos tanto a escala nacional como internacional, como por ejemplo, los recomendados por la FAO para Venezuela, donde para arroz son de 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ si se trata de raciones destinadas al consumo animal, y 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ para subproductos, dentro de los cuales esta la harina de arroz. Por otra parte, la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) señala un nivel de aceptación para arroz blanco de 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ si se trata de aflatoxina B₁, mientras que para aflatoxina B₂ debe ser de 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Esta investigación sirve de base para aseverar que actualmente en Venezuela se consume arroz de buena calidad, desde el punto de vista de mohos y aflatoxinas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela, por el financiamiento parcial de esta investigación (Proyecto CDCH PI01-37-4026-2000), así como al personal adscrito al Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Agronomía, UCV, Maracay, por el apoyo brindado.

LITERATURA CITADA

- Beomont, S. 1998. Capacidad aflatoxigénica de cepas nativas de *Aspergillus flavus* Links ex Fries en maíz (*Zea mays* L.) en Venezuela. Trabajo de grado. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 68 pp.
- Capobianco, A. 1984. Hongos e insectos asociados al arroz (*Oryza sativa* L.) almacenado en Venezuela. Trabajo de grado. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 79 pp.
- Cati, S. 1991. Micoflora en granos de maíz (*Zea mays* L.) almacenado en el estado Guárico, Venezuela: identificación y cuantificación. Trabajo de grado. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 62 pp.
- Chacín, F. 2000. Avances recientes en el diseño y análisis de experimentos. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 257 pp.
- Coelho, C., Bradiale-Furlong, E. y Augusto, W. R. 1997. Micotoxinas en arroz parbolizado. Memorias II Congreso Latinoamericano de Micotoxicología. Maracay, Venezuela. p. 66.
- FAO. 2001. Worldwide regulations for mycotoxins. A compendium FAO. Food and Nutrition Paper. Roma. N° 64.
- Jay, M. J. 1994. Microbiología moderna de los alimentos. 4 ed. Acribia. S.A. España. 804 pp.
- Jayaraman, P. and Kalyanasundaran, Y. 1994. Changes in storage mycoflora of parboiled rice through different states of processing. Journal of Food Science Technology 31: 219-224.
- Laurrari, A. L. 1997. Producción de arroz en Los Llanos Orientales de Venezuela. Ediciones de Universidad Ezequiel Zamora. Barinas, Venezuela. 241 pp.
- Lima, C., Orsi, R.B. and Dilkin, P. 2000. Mycoflora and aflatoxigenic species in derivatives of milled rice. Ciencia y Tecnología de Alimentos 20:8.
- López, L. y Martínez, A. 1996. Micoflora y niveles de aflatoxinas presentes en arroz (*Oryza sativa* L.). Memorias I° Congreso Venezolano de Ciencias y Tecnología de Alimentos. Caracas, Venezuela. p. 78.
- Martínez, A. 1986. Comparación de diferentes medios para evaluar hongos y levaduras en granos y semillas e incidencia de aflatoxinas en maíz. Trabajo de ascenso. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 85 pp.
- Martínez, A. 1996. Incidencia de aflatoxinas y colonización fúngica de semillas de oleaginosas en Venezuela. Memorias I Congreso Venezolano de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Caracas, Venezuela. p. 67.
- Mazzani, C. 1983. Micoflora de granos de maní (*Arachis hypogea* L.), maíz (*Zea mays* L.), y cacao (*Theobroma cacao* L.) almacenados en Venezuela. Trabajo de ascenso. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 95 pp.
- Mazzani, C. 1998. Incidencia de *Aspergillus flavus*, *Fusarium moniliforme*, aflatoxinas y fumonisinas en los granos de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en Venezuela. Tesis Doctoral. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 121 pp.
- Onions, A., Allsopp, D. and Eggins, H. 1991. Smith's Introduction to Industrial Mycology. 7th ed. London. Edward Arnold Ltd. 398 pp.
- Othoon, S. 1996. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales. A.G.T. Editor. S.A. México. 521 pp.
- Pérez, 1995. Aprovechamiento integral del arroz. In: El arroz: Estrategia agrícola alimentaria en Venezuela. Instituto Universitario de Tecnología de Los Llanos Estado Guárico. Editora Corprensa. Venezuela. 249 pp.
- Potter, N.N. and Hotchkiss, J.H. 1999. Ciencia de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 667 pp.
- Reshma, S.V. and Ahmad, R. 1998. Natural incidence of aflatoxins in parboiled rice during various states of processing. Journal of Food Science and Technology India 35: 451-454.
- Richard, J. 2000. Mycotoxins-An Overview. Romer tm Labs'Guide to Mycotoxins 2nd ed. USA. 48 pp.
- Rodríguez, I. 2001. Incidencia y dinámica poblacional de la micobiota asociada a diferentes cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) en condiciones de campo y almacenamiento en Venezuela. Trabajo de ascenso. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 116 pp.
- Samson, R., Hoekstra, E., Frisvad, I. and Filtenborg, O. 1995. Introduction to Food-borne Fungi 4th ed. Edited by Central Bureau Voor Schimmelcultures and Department of Biotechnology Technical University of Denmark. 320 pp.
- Scussel, M. 1998. Micotoxinas en alimentos. Insuka. Brazil. 143 pp.
- Singh, K., Frisvad, I., Trrane, U. and Marthur, S. 1991. An Illustrated Manual on Identification on some seed-borne Aspergilli, Fusaria, Penicillia and their mycotoxins. Hellerup, Denmark. AiO Tryk. 133 pp.
- Suzchen, L.I., Marquard, R.R. and Abramson, D. 2000. Immunochemical detection of molds: A review. Journal of Food Protection 63:281-291.
- Vaamonde, G. 2002. Biodiversidad en *Aspergillus* Sect. Flavi: Su importancia en relación al potencial de contaminación de los alimentos con aflatoxinas. Memorias III Congreso Venezolano de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Caracas. Venezuela. pp. 66-68.