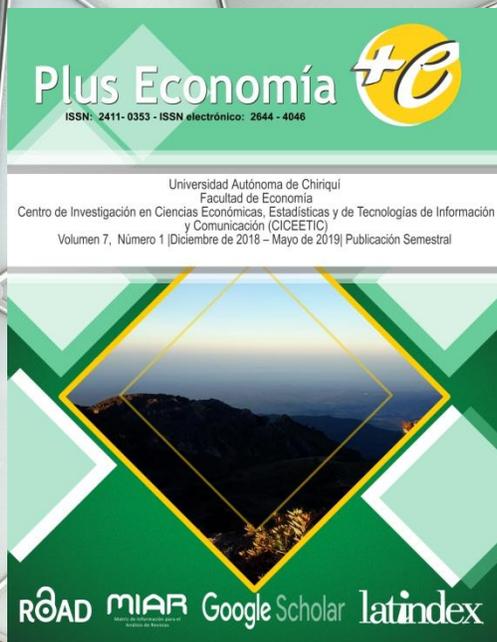




- › Revista Plus Economía
- › ISSN: 2411-0353
- › ISSN electrónico: 2644-4046
- › [pluseconomia@unachi.ac.pa](mailto:pluseconomia@unachi.ac.pa)
- › Centro de Investigación en Ciencias Económicas, Estadísticas y de Tecnologías de Información y Comunicación, CICEETIC
- › Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI)
- › República de Panamá



**Troestch, J. y Vega, A.**

**Control de los niveles de micotoxinas del arroz consumido en Panamá, como parámetro de inocuidad.**

**Vol. 7, Núm. 1, Diciembre 2018 – Mayo 2019**

**pp. 32-42**

**Centro de Investigación en Recursos Naturales,  
Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá**



## CONTROL DE LOS NIVELES DE MICOTOXINAS DEL ARROZ CONSUMIDO EN PANAMÁ, COMO PARÁMETRO DE INOCUIDAD.

José Augusto Troestch Ríos y Aracelly Vega | Centro de Investigación en Recursos Naturales, Universidad Autónoma de Chiriquí. | email: aravega@cwpanama.net

**Recibido:** Marzo de 2019

**Aceptado:** Mayo de 2019

### RESUMEN

El arroz, alimento básico para gran parte de la población mundial, es el principal componente de la dieta de los panameños. Una de las principales problemáticas de este grano es la presencia de micotoxinas, que pueden afectar la salud. El objetivo de este artículo es la revisión y análisis de la situación actual referente a la presencia de micotoxinas en el arroz consumido en Panamá.

La metodología consistió en una revisión de artículos científicos, normativas nacionales e internacionales, estadísticas y otros documentos relacionados. Los hallazgos revelan que en Panamá no hay reportes del monitoreo de este grano en lo concerniente a micotoxinas, lo que es un factor de riesgo para la salud de los consumidores. También hay escasos estudios sobre temas relacionados con micotoxinas en arroz. Investigaciones de este tipo producirían datos confiables en cuanto a la inocuidad del grano y permitiría establecer las bases para una futura normativa nacional.

**Palabras claves:** Panamá, arroz, micotoxinas, inocuidad alimentaria.

### ABSTRACT

Rice, the basic food for a large part of the world's population, is the main component of the diet of Panamanians. One of the main problems of this grain is the presence of mycotoxins, which can affect health. The objective of this article is to review and analyze the current situation regarding the presence of mycotoxins in rice consumed in Panama.

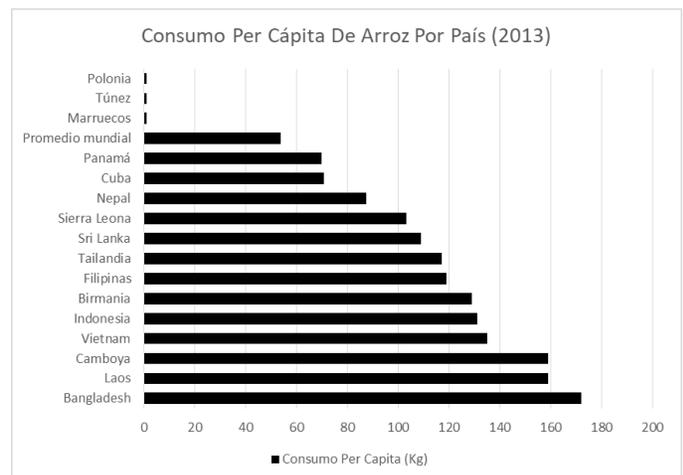
The methodology consisted of a review of scientific articles, national and international regulations, statistics and other related documents. The findings reveal that in Panama there are no reports of the monitoring of this grain in regard to mycotoxins, which is a risk factor for the health of consumers. There are also few studies on issues related to mycotoxins in rice. Investigations of this type would produce reliable data regarding the safety of the grain and would establish the basis for future national regulations.

**Keywords:** Panama, rice, mycotoxins, food safety

### Generalidades y consumo.

El arroz (*Oryza sativa* L.) es un miembro de la familia de las *Poaceae*s y perteneciente al género *Oryza* sp. Este género incluye 20 especies silvestres y dos especies cultivadas (Tarver & Austin, 2000). Es el alimento básico para gran parte de la población mundial y representa alrededor del 50% de la producción de granos destinados a consumo humano. Aproximadamente, el 90% es producido y consumido en Asia, con reportes de consumo anuales mayores a 110 Kg per cápita. Latinoamérica es una de las regiones con mayor consumo después de Asia, y los países de esta región con mayor consumo son Guyana, Surinam, Cuba, Panamá, Costa Rica, Perú, Ecuador y Nicaragua (Muthayya, Sugimoto, Montgomery, & Maberly, 2014).

En Panamá, el arroz, siendo uno de los principales componentes de la dieta, muestra un consumo per cápita de 70 Kg. Este grano se produce en todo el país, aunque es Chiriquí la provincia con mayor producción, con 1.92 millones de quintales en cáscara, lo que representa el 27% de la producción nacional (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2018).



**Figura 1:** Consumo per cápita de arroz por país.

**Fuente:**(Helgi Library, 2013)



Según datos de la Contraloría, durante el año 2016 en Panamá se cosecharon 7.1 millones de quintales de arroz en cáscara y ese mismo año se importaron 1.9 millones de quintales de arroz en cáscara para consumo y 0.64 millones de quintales de arroz pilado (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2018).

El arroz en cáscara, ya sea producido en Panamá o importado, antes de ser procesado para la venta, es almacenado en cuartos, depósitos y silos construidos con ese propósito.

En el caso de los silos industriales, se aplica un protocolo de recibimiento del grano en el cual se mide su grado de humedad, temperatura y peso. Posteriormente, se somete a un proceso de pre limpieza para la remoción de material extraño, como polvos, piedras, metal o restos orgánicos. La etapa siguiente es la de secado, donde mediante la aplicación de aire caliente, se busca alcanzar valores de humedad de, aproximadamente, 12%, para su posterior almacenamiento en silos, hasta el proceso de trilla. El arroz se

descascara, se blanquea y pule. Antes de ser empacado, se analiza la humedad, blancura y tamaño de los granos, para garantizar las condiciones adecuadas para su distribución y comercialización (Dávila & Rincón, 2013).

Uno de los puntos críticos, desde el cultivo hasta el empaque, que puede propiciar la presencia o no de micotoxinas en arroz, es el almacenamiento, el cual si no es controlado de manera adecuada, puede favorecer el crecimiento de los hongos productores. De ahí la importancia del uso de silos industrializados, que permite un constante monitoreo de temperatura y humedad del grano almacenado, para disminuir el riesgo de proliferación de los hongos productores de micotoxinas. Sin embargo, cuando el almacenamiento del grano se da de manera artesanal, como es el caso de muchas familias en áreas donde los controles de humedad y el almacenamiento del grano se producen sobre superficies inadecuadas o, incluso, directamente en el suelo, hábitad natural de estos hongos, la posibilidad de contaminación es mayor.

## **Leyes y normativas relacionadas con la inocuidad del arroz**

Tal es la importancia del arroz en Panamá, que mediante la Ley 17 del jueves 22 de febrero de 2018, se declara al arroz como cultivo de seguridad alimentaria nacional, y el responsable de esta gestión fue el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (Gobierno de la República de Panamá, 2018). La Ley busca incentivar la permanencia de los productores nacionales en esta actividad, así como regular las importaciones desmedidas que han ocasionado inconformidades del sector agrícola nacional, aprovechando de manera sustentable la producción nacional.

En este sentido existen en Panamá otras normas relacionadas para garantizar la calidad comercial del grano, entre las que destacan los reglamentos técnicos DGNTI-COPANIT 75-2002 para arroz pilado y DGNTI-COPANIT 74-2003 para arroz con cáscara, cuyas verificaciones de cumplimiento corresponden a la Autoridad de Protección al Consumidor y Defensa de la Competencia y al

Instituto de Mercadeo Agropecuario, respectivamente. Ambas normativas establecen que el arroz debe presentarse seco, limpio, libre de olores y sabores objetables, libre de contaminantes, micotoxinas, hongos, levaduras, insectos y roedores (Gobierno de la República de Panamá, 2002, 2003).

A pesar de que las dos normas mencionadas están vigentes actualmente y establecen que el arroz debe estar libre de micotoxinas, no hay reportes de este monitoreo a nivel nacional.

A nivel internacional, existen normativas específicas para el contenido de micotoxinas en arroz. Entre éstas destaca la de la Unión Europea, que establece límites en arroz sin procesar de 5 ppb para aflatoxina B1 y 10 ppb para aflatoxinas totales, 5 ppb para ocratoxina A y 100 ppb para zearalenona en arroz y cereales sin procesar. Por su parte, en Brasil el límite para ocratoxina A es de 50 ppb; en Japón, 10 ppb para aflatoxina B1; en México y Estados Unidos, para

aflatoxinas totales es 20 ppb y 15 ppb, respectivamente (Turner et al., 2015).

### Micotoxinas y hongos productores

Las micotoxinas son metabolitos secundarios de hongos filamentosos que colonizan una amplia gama de cultivos, incluidos cereales y oleaginosas. Esta colonización puede ser en toda la cadena de producción de este grano, desde el campo hasta después de la cosecha, especialmente durante el almacenamiento (Manizan et al., 2018). Se han identificado aproximadamente 400 diferentes micotoxinas (Turner et al., 2015), producidas mayormente por hongos de los géneros *Fusarium*, *Penicillium* y *Aspergillus* (Sun, Su, & Shan, 2017). La presencia de estos hongos puede darse en las diferentes etapas de producción de diversos granos, en la precosecha, cosecha, secado o durante el almacenamiento o en productos mal empacados (Franco, Vega, Reyes, León, & Bonilla, 2014).

Son múltiples los factores que estimulan el crecimiento de estos hongos; entre ellos los más críticos son

la temperatura, pH y humedad (Serrano & Cardona, 2015). En la tabla 1, se presentan los rangos de temperatura y pH propicios para el crecimiento de los principales géneros de hongos productores de aflatoxinas, ocratoxina y zearalenona, los cuales tienen, además, requerimientos de humedad relativa de 80 a 90 %. Hay que destacar que las condiciones climáticas de Panamá favorecen el crecimiento de estos hongos, así como la acumulación de las micotoxinas.

**Tabla 1.**

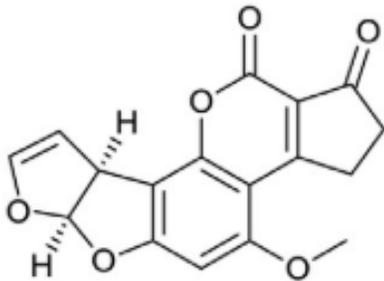
Condiciones de crecimiento para los principales hongos productos de micotoxinas.

Genero	Rango de temperatura	Temperatura óptima	Rango de pH
<i>Aspergillus spp.</i>	10-48°C	33°C	2.1-11.2
<i>Penicillium spp.</i>	0-31°C	20°C	2.1-10.0
<i>Fusarium spp.</i>	3-37°C	25°C	3.0-9.0

**Fuente:** Pitt et al., 2012.

## Aflatoxinas

AF B1



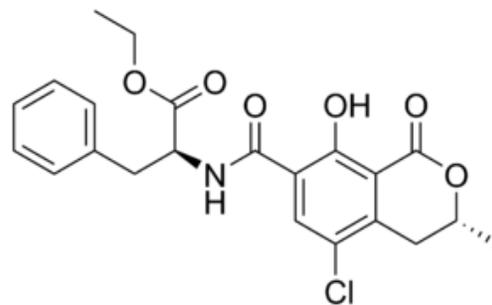
**Figura 2:** Estructura química de las principales aflatoxinas

**Fuente:** Turner et al., (2015)

Las aflatoxinas son un grupo de metabolitos secundarios heterocíclicos, producidos principalmente por los hongos *Aspergillus flavus*, un hongo contaminante muy común en la agricultura. Otros, como *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus bombycis*, *Aspergillus ochraceoroseus*, *Aspergillus nomius* y *Aspergillus pseudotamari*, también son especies productoras de aflatoxina, pero de menor frecuencia (Huertas-Pérez et al., 2018). La toxicidad aguda de las aflatoxinas se manifiesta, principalmente, como lesiones hepáticas. En animales jóvenes, pueden presentar retardo en el

crecimiento, pérdida del apetito y comprometen el sistema inmunitario (Requena, Saume, & León, 2005). Cabe destacar que la aflatoxina B1 es reconocida por la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC) como el más potente cancerígeno producido por la naturaleza (Zain, 2011).

## Ocratoxina A



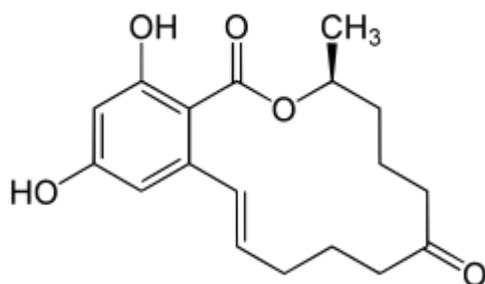
**Figura 3:** Estructura química de la Ocratoxina A (OTA).

**Fuente:** Turner et al., (2015)

La ocratoxina A (OTA) se encuentra en una amplia variedad de productos agrícolas en todo el mundo, desde granos de cereal hasta frutas secas, vino y café. Es un metabolito producido, principalmente, por los hongos *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus niger* y

*Penicillium verrucosum*. La temperatura óptima de crecimiento y actividad de estos hongos varía de un tipo a otro (Bayman & Baker, 2006). La ingestión de alimentos y bebidas contaminadas es la principal fuente de exposición. La OTA es un compuesto químicamente estable, por lo que las medidas ordinarias de procesamiento de alimentos no logran reducir, sustancialmente, su presencia en alimentos y bebidas. Se ha demostrado que la OTA es tóxica y cancerígena en animales; ha sido incluida por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) dentro del grupo 2B o posible cancerígeno para humanos (Reddy, Reddy, Abbas, Abel, & Muralidharan, 2008).

### Zearelenona



**Figura 4:** Estructura química de la zearelenona (ZEA)

**Fuente:** Turner et al., (2015)

La zearelenona es producida por varias especies de *Fusarium*, especialmente *Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium cereales*, las cuales, generalmente, crecen e invaden cultivos en condiciones de campo fresco y húmedo durante la floración, aunque su crecimiento también puede darse después de la cosecha, si las condiciones de almacenamiento son deficientes. Solo se ha observado degradación de esta toxina a temperaturas superiores a los 150°C o en condiciones alcalinas (Marin, Ramos, Cano-Sancho, & Sanchis, 2013).

### Estudios en Panamá

En Panamá, se han reportado diversos estudios de micotoxinas en granos de interés nacional, como el café y maíz, en los que se ha encontrado la presencia de micotoxinas (Franco et al., 2014; Rojas, Martin, & Quinzada, 2000); sin embargo, el único estudio de esta índole en granos de arroz reportado en Panamá data de 1988, el cual revela la presencia de aflatoxinas en el 50% de las muestras analizadas

(Shigematsu-Embrey & de Martín, 1988).

La escasez de estudios relacionados con las micotoxinas en los diversos alimentos y productos agrícolas susceptibles a estas, puede ser considerado un factor que pone en riesgo la salud de los consumidores y limita el desarrollo de los controles necesarios que garanticen un producto saludable.

Este hecho deja abierto el debate de si a nivel nacional realmente se cuenta con la información suficiente o la capacidad de generar dicha información, al menos para el arroz, uno de los productos agrícolas de mayor importancia para el panameño.

## CONCLUSIONES

Estudios relacionados con la presencia de micotoxinas en alimentos se podrían considerar de relevancia significativa, como aporte y fortalecimiento en miras de garantizar la calidad e inocuidad del arroz y otros productos agrícolas consumidos en Panamá.

Estos estudios promoverían el desarrollo y aplicación de métodos analíticos, el desarrollo de infraestructura idónea y la formación de recurso humano profesional y técnico especializado, lo cual establecería las bases para un monitoreo continuo.

La disponibilidad de datos confiables en cuanto al contenido de micotoxinas en diferentes alimentos, permitiría el desarrollo de una futura normativa nacional, adaptada a la realidad de la agroindustria panameña y a la protección de los consumidores.

## RECOMENDACIONES

Desarrollar y reforzar la línea de investigación de micotoxinas en alimentos para consumo tanto humano como animal, a través de la adquisición de los equipos, materiales y del personal especializado requerido, con el fin de profundizar sobre la condición nacional actual de este tema.

Promover las publicaciones de las investigaciones nacionales relativas a este tema y su accesibilidad como medio de fortalecimiento y



concientización para la comunidad científica y la población en general.

## REFERENCIAS

- Bayman, P., & Baker, J. L. (2006). Ochratoxins: A global perspective. *Mycopathologia*, 162(3), 215–223. <https://doi.org/10.1007/s11046-006-0055-4>
- Dávila, A., & Rincón, C. (2013). Proyecto final de diseño de plantas industriales. Bogotá.
- Franco, H., Vega, A., Reyes, S., León, J. De, & Bonilla, A. (2014). Niveles de Ocratoxina A y Aflatoxinas totales en cafés de exportación de Panamá por un método de ELISA. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 64(3), 42–49.
- Gobierno de la República de Panamá. Gaceta Oficial, miércoles 20 de noviembre de 2002, Pub. L. No. 24,684, 30 (2002). Panamá.
- Gobierno de la República de Panamá. Gaceta Oficial, jueves 4 de septiembre de 2003, Pub. L. No. 24,880, 87 (2003). Panamá.
- Gobierno de la República de Panamá. Gaceta Oficial Digital, viernes 23 de febrero de 2018 (2018). Panamá. Recuperado de [https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28471\\_B/GacetaNo\\_28471b\\_20180223.pdf](https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28471_B/GacetaNo_28471b_20180223.pdf)
- Helgi Library. (2013). *Rice Consumption Per Capita by Country*. Recuperado de <https://www.helgilibrary.com/indicators/rice-consumption-per-capita/%0D>
- Huertas-Pérez, J. F., Arroyo-Manzanares, N., Hitzler, D., Castro-Guerrero, Germán, F., Gámiz-Gracia, L., & García-Campaña, A. M. (2018). Simple determination of aflatoxins in rice by ultra-high performance liquid chromatography coupled to chemical post-column derivatization and fluorescence detection. *Food Chemistry*, 245. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.10.041>
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2018). *Superficie Sembrada y Cosecha de Arroz, Maíz y Frijol de Bejuco*.

- Recuperado de [.contraloria.gob.pa/inec/Publicaciones/Publicaciones.aspx?ID\\_SUBCATEGORIA=11&ID\\_PUBLICACION=852&ID\\_IDIOMA=1&ID\\_CATEGORIA=4](https://www.contraloria.gob.pa/inec/Publicaciones/Publicaciones.aspx?ID_SUBCATEGORIA=11&ID_PUBLICACION=852&ID_IDIOMA=1&ID_CATEGORIA=4)
- Manizan, A. L., Oplatowska-Stachowiak, M., Piro-Metayer, I., Campbell, K., Koffi-Nevry, R., Elliott, C., ... Brabet, C. (2018). Multi-mycotoxin determination in rice, maize and peanut products most consumed in Côte d'Ivoire by UHPLC-MS/MS. *Food Control*, 87, 22–30. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.11.032>
- Marin, S., Ramos, A. J., Cano-Sancho, G., & Sanchis, V. (2013). Mycotoxins: Occurrence, toxicology, and exposure assessment. *Food and Chemical Toxicology*, 60(August), 218–237. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.07.047>
- Muthayya, S., Sugimoto, J. D., Montgomery, S., & Maberly, G. F. (2014). An overview of global rice production, supply, trade, and consumption. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1324(1), 7–14. <https://doi.org/10.1111/nyas.12540>
- Pitt, J., Wild, C., Baan, R., Gelderblom, W., Miller, D., Riley, R. T., & Wu, F. (2012). *Improving public health through mycotoxin control*. Lyon: IARC Scientific Publication No. 158. Recuperado de [publications.iarc.fr/\\_publications/media/download/1387/61b623416104e81ef5a99eaa294f0b420f2c4d76.pdf](https://publications.iarc.fr/_publications/media/download/1387/61b623416104e81ef5a99eaa294f0b420f2c4d76.pdf)
- Reddy, K. R. N., Reddy, C. S., Abbas, H. K., Abel, C. A., & Muralidharan, K. (2008). Mycotoxigenic fungi, mycotoxins, and management of rice grains. *Toxin Reviews*, 27(42067), 287–317. <https://doi.org/10.1080/15569540802432308>
- Requena, F., Saume, E., & León, A. (2005). Micotoxinas: Riesgos y prevención. *Zootecnia Tropical*, 23(4), 393–410.
- Rojas, V., Martin, M. C., & Quinzada, M. (2000). [Aflatoxins in newly harvested corn in Panama].



- Revista Medica de Panama*, 25, 4—7. Recuperado de <http://europepmc.org/abstract/MED/15881740>
- Serrano, H., & Cardona, N. (2015). Micotoxicosis y micotoxinas: generalidades y aspectos básicos. *Revista CES Medicina*, 29(1), 143–152.
- Shigematsu-Embrey, M. L., & de Martín, M. C. (1988). [Detection of aflatoxins and isolation of toxigenic *Aspergillus flavus* in corn and rice]. *Revista Medica de Panama*, 13(1), 46—53. Recuperado de <http://europepmc.org/abstract/MED/3126540>
- Sun, X. D., Su, P., & Shan, H. (2017). Mycotoxin Contamination of Rice in China. *Journal of Food Science*, 82(3), 573–584. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13631>
- Tarver, M. H., & Austin, A. W. (2000). Sago. In *The Cambridge Word History of Food* (pp. 201–207).
- Turner, N. W., Bramhmbhatt, H., Szabo-Vezse, M., Poma, A., Coker, R., & Piletsky, S. A. (2015). Analytical methods for determination of mycotoxins: An update (2009-2014). *Analytica Chimica Acta*, 901, 12–33. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2015.10.013>
- Zain, M. E. (2011). Impact of mycotoxins on humans and animals. *Journal of Saudi Chemical Society*, 15(2), 129–144. <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2010.06.006>