



# PRESENCIA DE MICOTOXINAS EN MAÍZ Y SUBPRODUCTOS



Luis Fernando Rodríguez-Ordaz<sup>1</sup>, Josefina Moreno-Lara<sup>2</sup>,  
Martha Yolanda Quezada-Viay<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM, Ingeniería en Alimentos.  
<sup>2</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM, Unidad de Investigación en Granos y Semillas

## Resumen

El maíz es un alimento pilar de la cultura mexicana y de Mesoamérica. A nivel mundial es el principal grano alimenticio, en nuestro país es consumido como parte fundamental de la canasta básica. México ocupa el séptimo lugar de producción, mientras que E.U.A está en el primero y China en el segundo lugar. Es preponderante tener presente la salud de la población, así como la seguridad alimentaria en nuestro país, ya que existe importación y exportación de maíz. Además, la producción se encuentra en peligro debido a la incidencia de hongos, deficiencia de nutrientes en los suelos y la sequía. Es importante conocer los hongos que pueden afectar al maíz y a los consumidores, ya que cuando producen micotoxinas, causan enfermedades y el deterioro de productos manufacturados y de alimentación. En los humanos pueden ocasionar algún cáncer e intoxicaciones agudas que pueden ser mortales. México debe establecer normas para controlar los niveles de aflatoxina B<sub>1</sub>, eniانتinas, fumonisinas, moniliformina y beauvericina, ya que solamente se abordan las aflatoxinas totales, dejando de lado otras micotoxinas perjudiciales, mientras que la unión europea regula distintos tipos de micotoxinas.

## El maíz y micotoxinas en México

### Consumo de maíz en México

Según el código Florentino o el Mendocino existen testimonios culinarios del maíz que permiten concluir que se trataba de uno de los componentes de la dieta mesoamericana desde el preclásico medio, es decir 1200 a 400 a.C (López, 2007; Tabue, 1989).

En nuestro país es consumido en diferentes formas y variedades, desde elote al carbón, esquites, pozole, alimento para ganado, así como las tortillas, que son parte fundamental de la canasta básica.

### Micotoxinas

Una característica importante de los hongos es su capacidad de producir una gran variedad de metabolitos con diferentes propiedades benéficas o perjudiciales para el hombre, algunos de estos metabolitos secundarios se encuentran las llamadas micotoxinas.

Estas se forman a partir de intermediarios del metabolismo primario del hongo, al final de la fase exponencial de crecimiento o al principio de la fase estacionaria, considerados no esenciales en su desarrollo (Moreno, Pérez, Moreno, 2016).

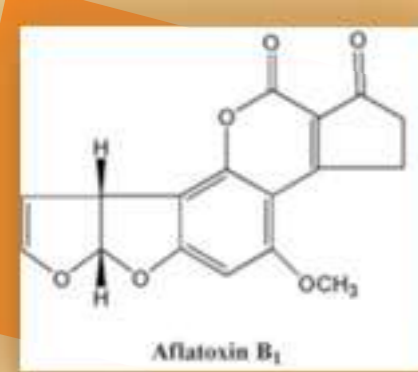
La producción de micotoxinas en granos depende de las condiciones ambientales de pre y postcosecha (contenido de humedad y temperatura), la disponibilidad de micronutrientes, daño por insectos, prácticas de cultivo y otra serie de fenómenos multifactoriales (Moreno, Pérez, Moreno, 2016).

La definición de micotoxinas incluye cualquier metabolito no enzimático de un hongo que es dañino para otro organismo, pero en la práctica, "micotoxina" se refiere solo a esas toxinas que son producidas por hongos y que dañan a animales, pueden ser encontradas en una gran cantidad de alimentos y comida animal, así como en granos de cereal; en el caso del maíz, es de los productos básicos más comúnmente contaminados (CAST, 2003).

## Tipos micotoxinas

### Aflatoxinas

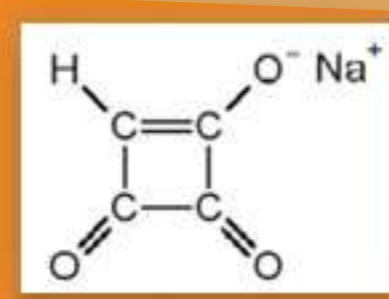
Las aflatoxinas son las micotoxinas más conocidas y las más potentes en términos de causas de toxicidad y propiedades cancerígenas, así mismo son consideradas como las hepatocarcinógenas más potentes en la naturaleza. Estas toxinas, se denominaron Aflatoxinas por "A": *Aspergillus*, fl: *flavus* y toxina: veneno.



Químicamente las aflatoxinas son bis-dihidrofuranocumarinas producidas por *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus* a través de una vía policétido (Turner et al., 2009).

### Moniliformina

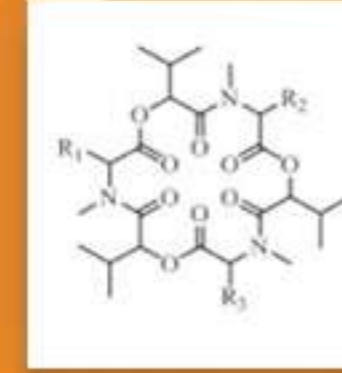
Fue reportada por primera vez como metabolito de *Fusarium moniliforme* y consecuentemente descubierto en maíz en diversas especies de *Fusarium* (Munkvold, G. P., 2016).



La moniliformina es la sal de potasio o sodio de 1-hidroxíciclobuti-eno-3,4 diona, y es un metabolito único de los hongos *Fusarium*. Está implicado en varias micotoxicosis de campo, pero especialmente en aves de corral, es sumamente tóxico (Munkvold, G. P., 2016).

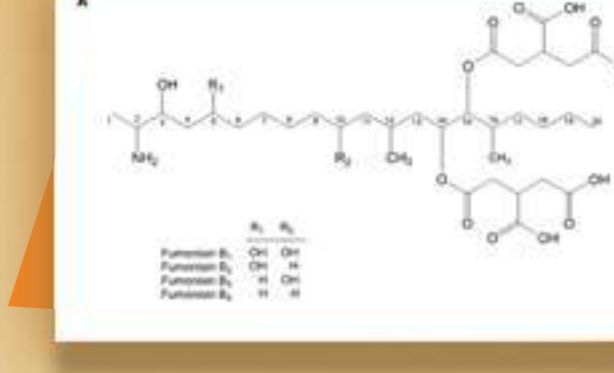
### Eniانتina y Beauvericina

Estas dos micotoxinas están estrechamente relacionadas a los hexadepsipéptidos cíclicos que pueden ser producidos por un amplio rango de *Fusarium spp*, por lo menos 29 eniانتinas análogas, sin embargo, no todas son producidas por *Fusarium*; las más comunes son las eniانتinas A, A1, B y B1, B2, B3 y B4 y han sido encontradas en cereales.



### Fumonisin

Las fumonisinas son aminopoliolios cuya estructura principal consiste en una cadena lineal de 20 átomos de carbono, la cual tiene un grupo amino en el carbono 2, junto con grupos metilo, hidroxilo y ácido tricarbóxico en diferentes posiciones a lo largo del esqueleto carbonado (Proctor, 2003).



## Normas

### NOM

En México existen dos Normas para su aplicación en cereales, lo que incluye el maíz en sus presentaciones de consumo tanto para humanos como para animales, dejando solo el análisis de aflatoxinas con un límite máximo de 20 µg/kg y para maíz nixtamalizado de 12 µg/kg esto según la NOM-247-SSA1-2008, mientras que para consumo animal en la tabla 5 según la NOM-188-SSA1-2002 se destinará el maíz con una concentración mayor de 20 µg/kg y hasta 300 µg/kg de aflatoxinas.

Determinación	Límite máximo
Aflatoxinas	20 µg / kg
Aflatoxinas para harina de maíz nixtamalizado	12 µg / kg

### FAO

En base a los riesgos que las micotoxinas tienen sobre la salud humana, diferentes organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), The Food and Drug Administration (FDA) y la Food and Agriculture Organization (FAO) han establecido los límites permitidos de micotoxinas en piensos y alimentos (Denli y Pérez, 2006).

Nombre del producto básico/producto	Nivel máximo (NM) (µg / kg)	Porcentaje del producto/producto al que se aplica el NM
Maíz en grano crudo	4000	Todo el producto
Harina de maíz y semilla de maíz	2000	Todo el producto

Referencia al SCLTA (The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) 54 (2002), 74 (2011).

### Unión Europea

La legislación de la U.E establece niveles máximos permitidos de 5 µg/kg para AFB1 + AFB2 + AFG1 + AFG2, para AFM1 en leche 0.05 µg/kg, como podemos ver en la figura 13, dependiendo de los diferentes géneros alimenticios (cacahuates, frutos de cascara, frutos secos, y productos derivados de su transformación), así sean utilizados para consumo humano directo o como ingredientes de los productos alimenticios (Chivaro y col., 2001; Gimeno y Martins, 2004; Stroka y Anklam, 2002).

Alimento	Micotoxinas	Límite (µg/kg)
Cereales (para consumo humano o suplemento a una transformación física antes de consumo)	Aflatoxina B1, B2, G1, G2	2
Granos de cereales (producto arroz crudo y trigo sarraceno)	Crotarinas A	5
Todos los productos derivados de cereales (producto de consumo procedidos y granos de cereal precebo para consumo humano)	Crotarinas A	3

## Conclusiones

Es importante tener conocimiento sobre las diferentes micotoxinas que se encuentran en el maíz, ya que es parte de la canasta básica, ya que al consumir alimentos contaminados, estas se acumulan en el organismo, pudiendo provocar desde cáncer esofágico y en el estómago, atacando además a los riñones e hígado, otro punto es al estar en contacto directo al cosechar se ha presentado daños a la retina, creando una capa de queratina. Afectando de igual manera al ganado, del cual nos alimentamos. Por lo tanto, es imperativo hacer revisión de normas sobre micotoxinas en México ya que solo se encontraron dos normatividades generales y haciendo mención solo de aflatoxinas, mientras que la unión europea y la FAO se puede encontrar recomendaciones sobre varios tipos de micotoxinas y sus límites para generar un mejor control sobre ellas.

## Bibliografía y referencias

- Denli, M., & Pérez, J. F. (2006, 16 octubre). Contaminación por micotoxinas en los piensos: Efectos, tratamiento y prevención. Curso de especialización FEDNA. [https://www.cdiotec.com/ftp\\_public/A04.pdf](https://www.cdiotec.com/ftp_public/A04.pdf)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, & Nations, F. A. O. U. (2007). Cereales, Legumbres, Leguminosas y Productos Proteínicos Vegetales. Roma, Italia: FAO.
- López, M. O. Archivo General de la Nación (Mexico). (2007). Antigua representación del maíz. Ciudad de México, México: Archivo General de la Nación.
- Moreno, M. E., & Vázquez, M. E. (2016). Hongos en granos y semillas. Claridades Agropecuarias, 271, 05-20. Recuperado de <https://info.asereca.gov.mx/claridades/revistas.asp>
- Munkvold, G. P. (2016). Fusarium Species and Their Associated Mycotoxins. Methods in Molecular Biology, 51-108. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9707-9\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9707-9_4)
- Secretaría de Salud. (2002). Norma Oficial Mexicana NOM-188-SSA1-2002, Productos y Servicios. Control de aflatoxinas en cereales para consumo humano y animal. Especificaciones sanitarias. Diario Oficial de la Federación.
- Serra-Salvador, S. O. (2018). Cereals: Chemistry and Technology (3rd ed.). Duxford, United Kingdom: Woodhead Publishing and AACC International Press.
- Technology, C. F. A. S. A. & CAST. (2003). Mycotoxins. Iowa, USA: Council for Agricultural Science and Technology.
- Images designed by Kateryna\_Kon\_Kowitz1982, duto964/Adobe Stock
- Images designed by macrovector / Freepik, Images designed by Freepik