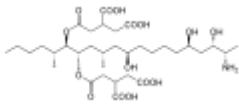


Fumonisina



Resumen

Las fumonisinas son micotoxinas producidas por *Fusarium verticillioides* y *F. proliferatum*. Se pueden encontrar como contaminantes naturales en cereales, principalmente el maíz y sorgo, así como en otros cereales y productos derivados.

Las fumonisinas del grupo B son las más comunes en la naturaleza y la más frecuente del grupo es la B1, aunque también se han detectado las fumonisinas B2, B3 y B4 en los alimentos. Las formas modificadas de las fumonisinas o metabolitos también son relevantes.

La evidencia toxicológica de las fumonisinas y de sus formas derivadas es muy limitada. La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) **clasifica a las fumonisinas en el grupo 2B, como posiblemente carcinógenas para las personas.** El Panel CONTAM de EFSA ha establecido una Ingesta Diaria Tolerable (IDT) de 1 µg/pc/día para las fumonisinas B1, B2, B3 y B4 solas o en combinación.

La aplicación de **Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)** es fundamental para prevenir la contaminación de los productos vegetales por fumonisinas seguida por la aplicación y seguimiento de Buenas Prácticas de Almacenamiento, Transporte y Manipulación y la aplicación de programas de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC) en la industria alimentaria.

Los métodos de separación, limpieza, procesamiento térmico (incluida la extrusión), molienda, fermentación y tratamientos con álcalis pueden reducir la contaminación de fumonisinas en

los cereales.

Las fumonisinas son micotoxinas producidas predominantemente por *Fusarium verticillioides* y *Fusarium proliferatum*. Químicamente son aminopolioles de cadena larga, con dos cadenas laterales de ácido tricarbálico.

Los compuestos más relevantes son las fumonisinas del grupo B (FB1-FB4) que difieren en el número y la posición de los grupos hidroxilo en la cadena principal. Además, se han descrito otras fumonisinas (grupo A, C y P), pero se producen en niveles mucho más bajos y no son significativos.

También son relevantes las **formas modificadas de las fumonisinas**, que son metabolitos formados en los hongos, en las plantas infestadas o en los animales de granja, así como las que surgen en el procesamiento de los alimentos y piensos. Las formas modificadas que han sido detectadas en los alimentos son los FB hidrolizados (HFB) y los FB parcialmente hidrolizados (pHFB) que se forman por hidrólisis alcalina, así como los conjugados de azúcar de las fumonisinas.

La producción de fumonisinas está relacionado con factores climáticos previos a la cosecha, como la actividad de agua y la temperatura. La formación de los híbridos, en cambio, se ha relacionado con otros factores como la fertilización nitrogenada, el tiempo de siembra y la humedad del grano en la cosecha.

Las fumonisinas se pueden encontrar como contaminantes naturales en cereales de todo el mundo, **especialmente en maíz y sorgo, y en menor medida en el trigo, en otros cereales y en productos derivados, como los cereales del desayuno, los aperitivos, tortitas, cerveza, etc.**

La presencia de FB1-3 está bien documentada en el maíz y sus productos, mientras que hay poca información disponible para la aparición de FB4 y menos aún para la aparición de FB5-6.

Respecto a las formas modificadas, se han detectado las formas hidrolizadas de FB1-3 en alimentos procesados, como por ejemplo tras la nixtamalización, pero se dispone de poca información sobre la presencia de otros metabolitos. Por otro lado, no hay información sobre la transferencia de estas formas modificadas a alimentos y piensos de origen animal.

En el maíz, las fumonisinias pueden llegar a alcanzar concentraciones muy elevadas (en partes por millón), superiores incluso a los 300 mg/kg. Además, en el maíz, las fumonisinias suelen estar presentes junto a otras micotoxinas, generalmente con tricotecenos, como el deoxinivalenol.



Maíz y sorgo



Cereales y productos derivados

Los estudios en animales de experimentación indican que la absorción de FB1 en el tracto gastrointestinal es baja (menos del 4% de la dosis oral), y que se elimina rápidamente por vía biliar, con vidas medias de menos de 4 h. Más del 90 % de la dosis se excreta con las heces, por lo que las concentraciones plasmáticas, tisulares y urinarias son bajas.

Aunque las fumonisinias han mostrado efectos agudos en ciertas especies (por ejemplo, caballos), el Panel CONTAM de EFSA concluyó que los datos disponibles no indicaban la necesidad de establecer un valor de referencia de toxicidad aguda para

fumonisininas o sus formas modificadas.

Tras la exposición crónica en animales se observaron tumores hepáticos y renales. FB1 no es mutagénico en bacterias y no causa síntesis de ADN no programada en células de mamíferos, pero induce al estrés oxidativo a través de un mecanismo indirecto. El modo de acción tóxico de las fumonisininas y de sus hidrolizados es la interrupción del metabolismo de los lípidos.

Se han discutido varios efectos clínicos en humanos (como cáncer de esófago, cáncer de hígado, NTD o deterioro del crecimiento), pero hasta ahora ninguno de ellos se ha relacionado causalmente con la exposición a fumonisininas. La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) clasificó en el año 2002 a las fumonisininas en el grupo 2B y esta clasificación sigue vigente actualmente.

Grupo 2B – Posiblemente carcinógenas para el ser humano

Los estudios de toxicidad se refieren principalmente a los efectos de FB1. Los datos disponibles sobre la toxicidad de las demás fumonisininas son limitados, pero sugieren que el perfil tóxico es similar y que las potencias tóxicas son del mismo orden de magnitud.

En 2005, la EFSA publicó una opinión relacionada con las fumonisininas como sustancias indeseables en la alimentación animal (EFSA, 2005) en la que se establecieron los NOAEL y los niveles más bajos de efectos adversos observados (LOAEL) para diferentes especies de ganado y animales de granja. Se identificaron los caballos y los cerdos como las especies más sensibles, y aunque no se pudieron derivar valores de NOAEL, se obtuvieron niveles **LOAEL de 0,2 mg / kg pc / día para FB1.**

En 2018, el Panel CONTAM de EFSA consideró como el efecto crítico el aumento de la incidencia de hepatocitos megalocíticos en el hígado y obtuvo un BMDL10 de 0,1 mg / kg pc / día. Sobre la base de esta BMDL10 estableció una **Ingesta**

Diaria Transmisible (IDT) de 1,0 µg FB1 / kg pc / día.

Basándose en la similitud estructural y de perfil toxicológico, el Panel decidió que FB2, FB3 y FB4 deberían incluirse en el grupo de IDT con FB1. Por otro lado, el Panel no incluyó la FB5 y la FB6 en la IDT grupal ante la falta de datos in vivo e in vitro, así como tampoco incluyó las formas modificadas, ya que estimó que ejercen una toxicidad menor que sus compuestos originales.

Grupal: 1 µg/kg pc/día

Si comparamos la toxicidad de las fumonisinas con las aflatoxinas en base únicamente a la dosis necesaria para producir una intoxicación aguda, las fumonisinas están bastante lejos de la capacidad tóxica de las aflatoxinas, pero pueden encontrarse en concentraciones muy superiores a estas.

El Panel CONTAM de EFSA ha establecido una Ingesta Diaria Tolerable grupal de fumonisinas, pero no ha podido caracterizar este riesgo, ya que los datos sobre presencia de fumonisinas y sus formas modificadas en cereales es escasa, así como la información sobre la toxicocinética y toxicidad es muy limitada.

En 2014, la EFSA realizó una evaluación del riesgo en la que calculó unas exposiciones crónicas promedio a las fumonisinas en los grupos de edad infantil entre 0,17 y 2,11 µg / kg pc / día (límite inferior mínimo (LB) y límite superior máximo (UB)). En el percentil 95, la exposición fue de 0,54 y 4,39 µg / kg pc / día. Las exposiciones promedio crónicas en los adultos oscilaron entre 0,03 y 1,19 µg / kg pc / día y en el percentil 95 entre 0,08 y 2,30 µg / kg pc / día (LB mínimo y UB máximo, respectivamente).

El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (OMS, 2016) estimó la **exposición media a la FB1 y las fumonisinas totales en los países europeos, resultando inferior a 0,250 µg/kg de pc / día en los países europeos.** Las

mayores exposiciones a la FB1 y a las fumonisinas totales se observaron en los grupos de edad más jóvenes. El Comité evidenció que la exposición puede ser muy alta en zonas donde el maíz es la principal fuente de alimentos y la contaminación puede ser muy elevada.

Los datos sobre toxicidad y modo de acción y similitudes estructurales de las fumonisinas y sus formas modificadas disponibles son muy limitados.

La incertidumbre asociada a la evaluación del riesgo de fumonisinas es alta, pero podría reducirse siempre que se disponga de más datos sobre la presencia, toxicocinética y toxicidad de las fumonisinas y de sus formas modificadas.

Se han realizado estudios sobre los efectos de diversos métodos de procesamiento: separación, limpieza, procesamiento térmico (incluida la extrusión), molienda, fermentación y tratamiento con álcalis (nixtamalización) en la contaminación de los cereales, y sobre todo del maíz, por FB1, FB2 y FB3.

La reducción de las concentraciones de fumonisinas durante la separación y la limpieza depende del nivel inicial de contaminación. Durante el proceso de molienda en mojado se pueden reducir parcialmente las fumonisinas debido a su solubilidad en el agua. En los productos de la molienda en seco, la distribución de las toxinas depende de la estrategia de molienda utilizada. Los tratamientos tradicionales y comerciales del maíz con álcalis, como la nixtamalización, son un método de eficacia demostrada para disminuir la contaminación por fumonisinas y reducir o eliminar sus efectos tóxicos en los modelos animales.

Los controles y las medidas a aplicar deben hacerse extensivas a las siguientes etapas:

- En la fase inicial, desde la plantación del cultivo hasta el transporte de los alimentos cosechados, es importante aplicar unas **Buenas Prácticas Agrícolas de**

higiene y manipulación, con el fin de reducir los factores de riesgo que pueden prevenir la contaminación de los cereales cultivados por micotoxinas de los hongos Fusarium, establecidas en la [Recomendación de la Comisión de 17 de agosto de 2006 sobre la prevención y la reducción de las toxinas de Fusarium en los cereales y los productos a base de cereales](#). Las más importantes son:

- la rotación de los cultivos.
 - la elección de la variedad o híbrido.
 - la planificación del cultivo (buenas condiciones meteorológicas).
 - la gestión de los suelos.
 - el uso preciso de los fungicidas.
 - la cosecha
 - el secado.
 - el almacenamiento.
 - el transporte.
- En la transformación de los alimentos, es importante **aplicar unas Buenas Prácticas de Fabricación de higiene y manipulación durante el almacenamiento, transporte, producción y envasado de los cereales y alimentos a base de cereales**, con el fin de reducir en la mayor medida posible los niveles de Fumonisina en el alimento final, así como establecer programas de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC).

Dado que la mayoría de las medidas para evitar la contaminación con fumonisinas son anteriores a la cosecha, el consumidor tiene pocas posibilidades de reducir dicho riesgo.

Se aconseja seguir unas **buenas prácticas de higiene y manipulación durante la preparación y conservación de los alimentos** para evitar su contaminación con patógenos alimentarios (conservar adecuadamente los alimentos y descartar los alimentos mohosos ya que pueden estar contaminados, y su consumo puede ser perjudicial, dado que los

mohos no solo crecen en la superficie, sino que pueden penetrar en los alimentos).

Los límites máximos de contenido de zearalenona en los alimentos están regulados en la Unión Europea por:

[Reglamento \(UE\) 2023/915 de la Comisión de 25 de abril de 2023 relativo a los límites máximos de determinados contaminantes en los alimentos y por el que se deroga el Reglamento \(CE\) nº 1881/2006](#)

- [Mycotoxin mixtures in food and feed: holistic, innovative, flexible risk assessment modelling approach –EFSA-2019](#)
- [Appropriateness to set a group health-based guidance value for fumonisins and their modified forms – EFSA 2018](#)
- [Evaluation of the increase of risk for public health related to a possible temporary derogation from the maximum level of deoxynivalenol, zearalenone and fumonisins for maize and maize products. EFSA-2014](#)
- [Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain related to fumonisins as undesirable substances in animal feed. EFSA-2005](#)
- [Fumonisin-2018](#)
- [Fumonisin, JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES. Eighty-third meeting, November 2016](#)
- [Recomendaciones para la prevención, el control y la vigilancia de las micotoxinas en las fábricas de harinas y sémolas-2015](#)