



Febrero de 2018

REF. No.: WHO/NHM/FOS/AM/18.1

Departamento de Inocuidad de los Alimentos y Zoonosis

Aflatoxinas

Las aflatoxinas suponen un grave peligro para la salud humana y del ganado

Las aflatoxinas son sustancias tóxicas producidas por algunas clases de hongos (mohos) presentes de forma natural en todo el mundo; pueden contaminar los cultivos de alimentos y suponen un grave peligro para la salud humana y del ganado, además de una importante carga económica, pues hacen que cada año se destruya un 25% o más de los cultivos mundiales de alimentos.

La mayor parte de la exposición humana está relacionada con los frutos secos y los cereales

Las principales responsables de la producción de aflatoxinas de importancia para la salud pública son dos especies de hongos estrechamente relacionadas entre sí: *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*. En condiciones favorables (temperatura elevada y gran humedad), que suelen darse en regiones tropicales y subtropicales, estos hongos, normalmente presentes en la vegetación muerta y en descomposición, pueden invadir los cultivos alimentarios.

La tensión generada por la sequía, los daños producidos por los insectos y las malas condiciones de almacenamiento también pueden contribuir a aumentar la frecuencia de los mohos, incluso en regiones más templadas.

Hay varios tipos naturales de aflatoxinas (14 o más), pero cuatro de ellas (las aflatoxinas B₁, B₂, G₁ y G₂) son particularmente peligrosas para los humanos y los animales, dado que se han encontrado en todos los principales cultivos de alimentos; sin embargo, la mayor parte de la exposición humana procede de frutos secos y cereales contaminados, así como de productos de ellos derivados. Además, la aflatoxina M₁ (AFM₁), un producto del metabolismo de la aflatoxina B₁ (AFB₁), puede estar presente en la leche en zonas donde hay una gran exposición a las aflatoxinas. Posteriormente, las personas pueden verse expuestas a ella a través de la leche y los productos lácteos, incluida la leche materna, especialmente en zonas donde los cereales de menor calidad se utilizan para alimentar a los animales.

Los cultivos de alimentos pueden contaminarse con aflatoxinas antes o después de la cosecha. La contaminación antes de la cosecha está limitada principalmente al maíz, la semilla de algodón, el cacahuete (maní) y las nueces de árbol. La contaminación posterior a la cosecha puede afectar a otros cultivos diversos, como café, arroz o especias. Las malas condiciones de almacenamiento que favorecen el crecimiento de mohos (calor y humedad) pueden incrementar la contaminación a niveles muy superiores a los encontrados en el campo.

La exposición dietética es muy variable

Las estimaciones nacionales de la exposición dietética a las aflatoxinas indican que hay diferencias entre los países desarrollados y en desarrollo. En los primeros, la exposición dietética media es generalmente inferior a 1 ng/kg de peso corporal por día (1 ng es la milmillonésima parte de 1 g, es decir, 1×10^{-9} g), mientras que para algunos países del África subsahariana las estimaciones superan los 100 ng/kg/día, aunque suelen basarse en muy pocos datos. Las estimaciones de la exposición dietética a la AFB₁ raramente han superado 1 ng/kg por día en cualquier país, pese a que se han comunicado cifras de hasta 6,5 y 8,8 ng/kg/día en niños pequeños y lactantes.



Cacahuetes contaminados por aflatoxinas

La exposición a largo plazo puede tener graves consecuencias para la salud

La exposición crónica a las aflatoxinas tiene varias consecuencias para la salud, a saber:

- ◆ las aflatoxinas son carcinógenos potentes que pueden afectar a cualquier órgano o sistema, y especialmente al hígado y el riñón; son causa de cáncer hepático y se han relacionado con otros tipos de cáncer. La AFB₁ es carcinógena para el ser humano; la potencia hepatocarcinógena de las aflatoxinas aumenta de forma significativa en presencia de infección por el virus de la hepatitis B (VHB);
- ◆ las aflatoxinas son mutágenas (afectan al DNA) para las bacterias, genotóxicas y pueden causar defectos congénitos en niños;
- ◆ los niños pueden sufrir retraso del crecimiento, aunque estos datos todavía están por confirmar, puesto que hay otros factores que pueden contribuir al retraso del crecimiento, como el bajo nivel socioeconómico, la diarrea crónica, las enfermedades infecciosas o la malnutrición;
- ◆ las aflatoxinas causan inmunodepresión, por lo que pueden reducir la resistencia a los agentes infecciosos, como el VIH o el bacilo tuberculoso.

La intoxicación aguda puede ser mortal

Grandes dosis de aflatoxinas producen toxicidad aguda (aflatoxicosis), que puede ser mortal, generalmente por lesiones hepáticas. Desde la década de 1960 se han observado en poblaciones humanas brotes de insuficiencia hepática aguda (ictericia, letargo, náuseas, muerte) identificados como aflatoxicosis. En el verano de 2016 hubo en la República Unida de Tanzania muertes atribuidas a las aflatoxinas. Los adultos tienen mayor tolerancia que los niños a la exposición aguda. Se sospecha que el consumo de alimentos que contienen concentraciones de aflatoxinas iguales o superiores a 1 mg/kg causa aflatoxicosis. Con base en los datos de brotes anteriores, se ha estimado que las dosis de 20-120 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$ (1 μg es la milmillonésima parte de 1 kg, es decir, 1×10^{-9} kg) de AFB₁ durante periodos de 1 a 3 semanas producen toxicidad aguda, potencialmente mortal.

Las aflatoxinas tienen diversos efectos adversos en los animales

Entre sus efectos en el pollo se encuentran las lesiones hepáticas, la disminución de la productividad, la eficiencia reproductiva, la producción de huevos y la calidad de la cáscara y la carcasa, y el aumento de la propensión a las enfermedades. El cerdo también se ve muy afectado por las aflatoxinas, y los efectos crónicos se manifiestan en gran medida por lesiones hepáticas. En el vacuno, los síntomas principales consisten en una reducción del aumento de peso y lesiones hepáticas y renales; también disminuye la producción de leche. Se considera que las diferentes formas de las enzimas que metabolizan las aflatoxinas (por ejemplo, el citocromo P450 y las glutatión S-transferasas) son las responsables de las diferencias de vulnerabilidad de distintos animales a sus efectos tóxicos.

La detección de la aflatoxicosis es difícil en los humanos y los animales

La detección de la aflatoxicosis en humanos y animales resulta difícil debido a la variabilidad de los signos clínicos y a la presencia de otros factores, como la inmunodepresión causada por enfermedades infecciosas. De las dos técnicas más utilizadas para determinar las concentraciones de aflatoxinas en humanos, una mide en la orina un producto de degradación que solo está presente en las 24 horas siguientes a la exposición, y la otra mide la concentración sérica de AFB–albúmina, que aporta información sobre la exposición durante semanas o meses. La medición de estos biomarcadores es importante para investigar brotes en los que se sospeche contaminación por aflatoxinas.

Para detectar las aflatoxinas en los alimentos y los piensos existen varios métodos adaptados a diferentes necesidades

Las aflatoxinas tienen gran importancia y se ha investigado mucho para desarrollar técnicas de detección y análisis que sean muy específicas, útiles y prácticas. Hay multitud de métodos adaptados a diferentes necesidades: desde técnicas o métodos para la realización de los controles reglamentarios en laboratorios oficiales, como la cromatografía de líquidos de alto rendimiento-espectrometría de masas, hasta pruebas rápidas para fábricas y silos, como las pruebas de inmunoabsorción enzimática (ELISA). Entre los nuevos sistemas, basados en tecnologías recientes, que podrían servir para detectar las aflatoxinas se encuentran las tiras reactivas, las imágenes hiperespectrales, las narices electrónicas, los polímeros de impresión molecular y los biosensores basados en aptámeros (pequeñas moléculas orgánicas que pueden unirse a moléculas específicas), que podrían ser importantes en zonas remotas gracias a su estabilidad y facilidad de producción y uso.

Los procesos de muestreo son problemáticos

Como los hongos y las aflatoxinas no están distribuidos uniformemente en los cargamentos a granel ni en los lotes de cereales almacenados, para obtener un resultado representativo es imprescindible que el muestreo sea adecuado. Se han elaborado protocolos de muestreo, en particular en el contexto del control reglamentario. Por ejemplo, a la hora de establecer las concentraciones máximas de aflatoxinas, la Comisión del Codex Alimentarius ha especificado los protocolos que hay que utilizar para los cacahuetes, almendras, nueces del Brasil, avellanas y pistachos destinados a un procesamiento ulterior, y para las almendras, nueces del Brasil, avellanas, pistachos e higos secos listos para ser consumidos. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha creado un instrumento de muestreo de micotoxinas disponible en la web.¹

Los métodos de muestreo recomendados son especialmente problemáticos para los agricultores de subsistencia de las zonas rurales que no producen cereales suficientes para aportar las cantidades necesarias para hacer pruebas exactas. Por consiguiente, es necesario desarrollar métodos de detección de las aflatoxinas rápidos, baratos y de bajo nivel tecnológico que permitan mejorar la vigilancia y el control en las zonas rurales. Organizaciones como la Alianza para el Control de las Aflatoxinas en África y el Programa Mundial de Alimentos están tratando de resolver estos problemas. Así, por ejemplo, el Programa Mundial de Alimentos ha instituido el programa Compras para el Progreso a fin de garantizar la calidad de los cereales mediante la creación de una «Caja Azul» que contiene baterías de pruebas para determinar la calidad del grano, incluida la presencia de aflatoxinas.

Las aflatoxinas se pueden controlar tanto antes como después de la cosecha

Son necesarias medidas de control tanto antes como después de la cosecha. La solución más estable a largo plazo para controlar la contaminación por aflatoxinas antes de la cosecha consiste en mejorar la resistencia de los cultivos a la infección por hongos y/o evitar la producción de aflatoxinas por el hongo invasor. Esto se puede lograr mediante el mejoramiento de las plantas o ingeniería genética. Sin embargo

¹ <http://www.fstools.org/mycotoxins/>.

estos procesos son laboriosos y tardan mucho tiempo. Se necesitan intervenciones antes de la cosecha que sean eficaces, sostenibles y de aplicación universal.

Una estrategia que ha recibido mucha atención para reducir las aflatoxinas antes de la cosecha ha sido el control biológico mediante el uso de cepas no toxígenas de *A. flavus*. Las cepas no toxígenas ocupan los mismos nichos que las cepas toxígenas naturales y son capaces de competir con ellas y desplazarlas. Esta estrategia se ha empleado en cultivos como el algodón, el maíz, el cacahuete, el higo y el pistacho en los Estados Unidos de América, el maíz en África, y el cacahuete en Australia, la Argentina y China. Asimismo se ha utilizado en Tailandia, con el maíz, para medir la eficacia de este tratamiento antes y después de la cosecha; los resultados fueron prometedores, pero desiguales.

Las intervenciones posteriores a la cosecha incluyen medidas preventivas relacionadas con el almacenamiento en condiciones adecuadas (humedad, temperatura, daño mecánico o por insectos y aireación) que influyen en la contaminación y la producción de toxinas por los mohos. Para eliminar las aflatoxinas de los alimentos ya contaminados se pueden emplear otras medidas, como la descontaminación química o los enterosorbentes.

El control de las aflatoxinas requiere un enfoque integrado

En general, para reducir el riesgo se requiere un enfoque integrado que controle las aflatoxinas en todas las fases, desde el campo hasta que llegan a la mesa. Un enfoque de este tipo incluye prácticas de mejoramiento de las plantas, la potenciación de su resistencia y métodos de control biológicos, combinados con medidas aplicadas después de la cosecha, como el secado y almacenamiento adecuados de los productos potencialmente afectados, así como la búsqueda de usos alternativos apropiados que permitan sacar algún beneficio económico de las cosechas dañadas.

Así pues, algunas de las medidas con las que las autoridades nacionales pueden contribuir al control de las aflatoxinas son la eliminación de las fuentes de contaminación, el fomento de mejores técnicas agrícolas y de almacenamiento, la disponibilidad de recursos suficientes para la realización de pruebas y diagnósticos precoces, el estricto cumplimiento de las normas de inocuidad de los alimentos, la información y educación de los consumidores y los pequeños agricultores de subsistencia, la promoción de una mejor alimentación y gestión del ganado, y la concienciación general sobre la protección personal.

La OMS presta apoyo a los países en relación con el control de las aflatoxinas

En colaboración con la FAO, la Organización Mundial de la Salud (OMS) evalúa los datos científicos y los riesgos para definir niveles de exposición seguros. A partir de estas evaluaciones del riesgo, se recomiendan concentraciones máximas permisibles de aflatoxinas en diferentes alimentos, valores sobre los que asientan las reglamentaciones nacionales para limitar la contaminación.

Desde su descubrimiento en la década de 1960, las aflatoxinas han sido objeto de varias evaluaciones toxicológicas y de la exposición a través de los alimentos por parte del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios. Dichas evaluaciones son utilizadas por la Comisión del Codex Alimentarius,² que desde 1963 viene trabajando en la elaboración de normas internacionales armonizadas sobre los alimentos con el fin de proteger la salud de los consumidores y garantizar prácticas comerciales equitativas.

Las normas del Codex establecen las concentraciones máximas de contaminantes y toxinas naturales, como las aflatoxinas, que pueden contener los alimentos, y son la referencia para el comercio internacional de alimentos, de modo que todos los consumidores puedan confiar en que los alimentos que compran cumplen las normas de inocuidad y calidad acordadas, independientemente de su lugar de producción. Las concentraciones máximas de aflatoxinas en diversos frutos secos, cereales, higos secos y leche oscilan entre 0,5 y 15 µg/kg (1 µg es la millonésima parte de 1 g, es decir, 1×10^{-6} g). Para evitar o reducir el riesgo de que los alimentos y piensos contengan aflatoxinas, el Codex también ha elaborado códigos de prácticas que detallan las medidas preventivas apropiadas.

² Un órgano intergubernamental conjunto de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la OMS, integrado por 187 Estados Miembros y una Organización Miembro (la UE). <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/home/es/>.

En apoyo de esta labor, a través del Programa de Vigilancia y Evaluación de la Contaminación de los Alimentos de su Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente (SIMUVIMA/Alimentos),³ la OMS recopila datos de instituciones nacionales reconocidas sobre la contaminación de los alimentos. La base de datos sobre contaminantes del SIMUVIMA/Alimentos proporciona a los gobiernos, la Comisión del Codex Alimentarius y otras instituciones pertinentes, así como al público, información sobre los niveles de contaminantes en los alimentos y su evolución.

El programa SIMUVIMA/Alimentos también ha elaborado una base de datos denominada Dietas de Grupos de Consumo, que ofrece una panorámica de los hábitos de consumo de alimentos en el mundo a través de 17 modalidades dietéticas que abarcan a más de 180 países y están basadas en las elecciones alimentarias de la población. Junto con los niveles de contaminación presentados, estas estimaciones permiten evaluar la potencial exposición de la población a contaminantes como las aflatoxinas presentes en los alimentos. Las dietas de grupos de consumo se basan en los datos de la Hoja de Balance de Alimentos recopilados por la FAO, y son utilizadas sistemáticamente por los organismos internacionales que evalúan los riesgos.

Las autoridades nacionales están elaborando reglamentaciones para limitar la contaminación

Para proteger al consumidor hay que mantener la exposición a las aflatoxinas tan baja como sea posible. Muchos países tienen reglamentaciones sobre las aflatoxinas presentes en los alimentos que establecen los límites aceptables, y la mayoría de ellos sobre las concentraciones máximas permitidas o aceptables en diferentes alimentos. Las aflatoxinas son nocivas para la salud y el comercio, y los países importadores están imponiendo reglamentaciones cada vez más estrictas.

Las recomendaciones del Codex, los niveles máximos y los códigos de prácticas antes mencionados sirven a las autoridades nacionales como orientación.

¿Qué pueden hacer los consumidores?

Los alimentos mohosos pueden estar contaminados con aflatoxinas, por lo que su consumo puede resultar perjudicial. Los mohos no solo crecen en la superficie, sino que pueden penetrar profundamente en los alimentos. Para reducir la exposición a las aflatoxinas, se recomienda a los consumidores que:

- ◆ inspeccionen minuciosamente los cereales y frutos secos por si tienen hongos, y descarten los que tengan un aspecto mohoso, descolorado o marchito;
- ◆ compren cereales y frutos secos lo más frescos posible, de preferencia cultivados en las cercanías y que no hayan tenido transportes muy largos;
- ◆ solo compren frutos secos y mantequillas de frutos secos de marcas de confianza. El procesamiento y el tostado no eliminan totalmente los mohos productores de aflatoxinas, por lo que estas pueden estar presentes en productos como la mantequilla de cacahuete;
- ◆ conserven adecuadamente los alimentos y no dejen pasar mucho tiempo antes de consumirlos; y
- ◆ procuren diversificar su dieta, con lo que no solo reducirán la exposición a las aflatoxinas, sino que también mejorarán su salud y nutrición. Los consumidores que no tengan una dieta diversificada deben prestar más atención para minimizar el riesgo de gran exposición a las aflatoxinas. Así, por ejemplo, se han descrito casos de gran exposición a las aflatoxinas en zonas donde el maíz es la principal fuente de la ingesta calórica diaria de la población; la contaminación del maíz con aflatoxinas es frecuente, por lo que necesita ser tratado adecuadamente tanto antes como después de la cosecha.

³ http://www.who.int/foodsafety/areas_work/chemical-risks/gems-food/en/.

Bibliografía complementaria (referencias)

Evaluation of certain contaminants in food (Eighty-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series WHO Technical Report Series, No.1002, 2017.

Evaluation of certain food additives and contaminants (Sixty-eighth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 947, 2007.

Evaluation of certain mycotoxins (Fifty-sixth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 906, 2002.

Evaluation of certain food additives and contaminants (Forty-ninth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). WHO Technical Report Series, No. 884, 1999.

JECFA report and additional information are available at www.who.int/foodsafety/areas_work/chemical-risks/en/.