

---

AFLATOXINA: UN CANCERIGENO UBICUO\*

M. LAJARA PERSIA\*\*

**Resumen**

Se presentan las generalidades de las aflatoxinas y los últimos datos sobre esta toxina en distintos países, comparándolos con datos sobre su prevalencia en maíz y maní en la República Dominicana.

**Palabras claves:** *Química de alimentos, micotoxinas, República Dominicana.*

En general, los hongos tienen muy mala reputación. No obstante reconocerse su papel principalísimo en el equilibrio ecológico de la Biosfera, dada su capacidad para descomponer los desechos y cuerpos muertos de seres vivos, haciéndolos aptos para servir entonces de nutrientes a otros organismos. De no ser así, ya hace mucho tiempo que la corteza terrestre se habría convertido en una gigantesca capa semi-pétreo de organismos muertos, conglomerados e inútiles. Tampoco cuenta el hecho de que desde hace siglos nos auxilian en la fabricación del pan; fermentan los jugos frutales generando vinos y cervezas; dan

---

\* Parte de una investigación financiada por el DIPC-INTEC.

\*\* Facultad de Ciencias y Humanidades, INTEC.

sabor a los quesos más refinados; nos deleitan con champiñones y trufas, y producen antibióticos tan esenciales como la penicilina.

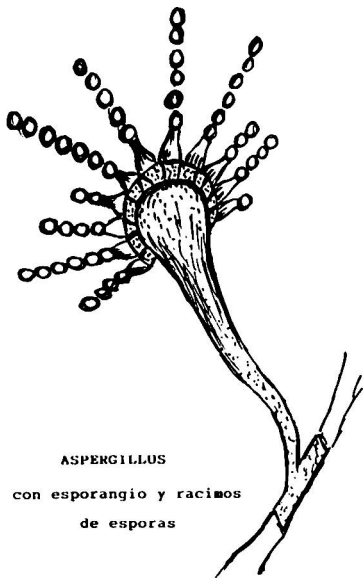
Aun así, mantienen su mala reputación. Tiene esto su origen en las pérdidas continuas que provocan en nuestras cosechas y mercancías (royas, tizones, etc.); el pertinaz deterioro de nuestros alimentos, la destrucción de libros, telas y otros enseres, y, más gravemente, el variado catálogo de enfermedades que nos causan. Todo esto, en sobradas ocasiones, ante nuestros ojos azorados y nuestra voluntad impotente.

Para mayor infortunio, en las últimas décadas -a partir de 1960 aproximadamente- una nueva vertiente trágica se ha sumado al ya rico arsenal ofensivo de estos singulares organismos: se confirmó que numerosas especies segregan sustancias cancerígenas, es decir, sustancias capaces de producir cáncer en el hombre y/o animales. En algunos casos, incluso se identificaron agentes de una toxicidad jamás alcanzada por ninguna otra sustancia previamente ensayada en animales de laboratorio.

En efecto, en Inglaterra, en 1961, una epidemia de características hasta entonces desconocida, que provocó estragos entre miles de pavitos, patitos y faisanes, con un altísimo índice de mortalidad, y un perfil sintomático nunca visto -la cual fue denominada apropiadamente "Enfermedad X"- dio lugar a una amplia y febril investigación que luego de descartar virus, bacterias y antibióticos, se concentró en un ingrediente utilizado normalmente en la industria manufacturera de piensos y alimentos de animales; una harina o torta de maní, importada en esa ocasión, de Brasil y de Uganda.

Muy pronto se encontró que ese ingrediente -la harina de maní-, por sí sola, era capaz de producir en las aves un cuadro patológico semejante al de la "enfermedad X". La presencia de estas harinas de filamentos o hifas de hongos -que por estar muertos no pudieron ser cultivados- dirigió finalmente la atención de los investigadores hacia los hongos. esta pista condujo eventualmente a los hongos ASPERGILLUS FLAVUS Link y al ASPERGILLUS PARASITICUS y más específicamente a sus secreciones tóxicas, a las que, apropiadamente, se les denominó Aflatoxinas.<sup>1</sup>

**FIGURA 1**  
**ASPERGILLUS**



## Distribución

Los hongos productores de aflatoxinas están distribuidos por todo el mundo. Se les encuentra en el suelo, en las aguas y en el aire. El *A. flavus* es un invasor preferencial de las semillas y los granos, lo que explica su sobrenombre como el "hongo de los almacenes". Su menú es variadísimo e incluye el maíz, el trigo, el algodón, las nueces, el casabe, la copra, el arroz, el sorgo, las almendras y otros. La contaminación ocurre naturalmente, en el mismo suelo, durante la siembra y desarrollo o durante la cosecha, el transporte o el almacenamiento.

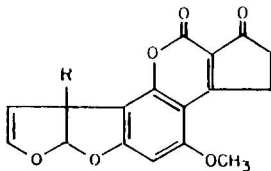
Dadas las condiciones adecuadas, el *A. flavus* se desarrolla prácticamente en cualquier material orgánico en descomposición, tanto en la materia prima como en sus derivados industriales.

El factor más importante para el crecimiento y desarrollo del hongo y la consecuente producción de toxinas, es la humedad interna del sustrato o sustancia invadida y la humedad relativa del ambiente (HR).<sup>2</sup>

Los valores del HR óptimos para el desarrollo de *A. flavus* y la producción de aflatoxina son de 82 a 89%, a 30C y 8 semanas de almacenaje, en el caso de maní en su cáscara. La temperatura óptima para la formación de la aflatoxina en la semilla es de 25 - 35C, con una máxima producción de Aflatoxina B1, la más abundante de todas, a 28 - 30C. Las temperaturas límites, en el mismo caso (maní en su cáscara, no maltratado) se han encontrado entre 12 y 45C. Químicamente, las aflatoxinas constituyen un grupo de más de 12 sustancias íntimamente relacionadas.<sup>3</sup> Las estructuras de las denominadas Aflatoxina B1 (AFB1), Aflatoxina G1 (AFG1) y Aflatoxina M1 (AFM1) pueden verse en la figura 2.

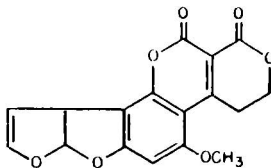
Aunque las aflatoxinas, probablemente, no podrán ser jamás eliminadas del contorno humano, y hemos de continuar conviviendo con los hongos e ingiriendo sus toxinas, particularmente en productos tales como el maní, el maíz y la copra, ya es evidente que unas buenas prácticas de manejo (semillas no infectadas ni maltratadas), o de almacenamiento (deshidratación efectiva, entre otras) y de transporte (no destructivo), como también unas técnicas de control químico (amoniación), físico (calor) o biológicas (cepas vegetales resistentes), empleadas adecuadamente, pueden reducir significativamente la intensidad y la distribución de esta contaminación tan pertinaz.<sup>4</sup>

**FIGURA 2**  
**ESTRUCTURA QUIMICA DE AFLATOXINAS**



Aflatoxin B<sub>1</sub> R = H

Aflatoxin M<sub>1</sub> R = OH



Aflatoxin G<sub>1</sub>

Estructuras de las aflatoxinas B<sub>1</sub>, G<sub>1</sub> y M<sub>1</sub>.

Reconocida la ubicuidad de este tipo de venenos naturales en los alimentos y mercancías que consumimos, e interesado en evaluar su magnitud y controlar su difusión, desde el 1977, las NACIONES UNIDAS, a través de sus agencias especializadas FAO/WHO/UNEP mantiene un Programa de Monitoreo Mundial de Micotoxinas, en el cual participan ya más de 34 países, dedicado a acumular e intercambiar información, experiencias y nuevas tecnologías dirigidas al mejor conocimiento y control, a nivel nacional e internacional, de esta plaga universal.<sup>5</sup>

### **Aflatoxinas en República Dominicana**

Predeciblemente, al igual que en otras regiones tropicales y subtropicales, el *A. flavus* y el *A. parasiticus* prosperan vigorosamente en nuestro país, donde las condiciones ambientales les son naturalmente favorables. Estudios acumulados en los últimos años y otros en ejecución han identificado el hongo y su toxina en numerosos productos que circulan en nuestros mercados: en proporción moderada e infrecuente en productos tales como el arroz y el maíz, pero, frecuentemente y en concentraciones estacionalmente muy variables en los granos de maní y las tortas de maní y coco. Teniendo en cuenta que la norma más difundida sobre la Concentración Límite Permissible de aflatoxinas en los alimentos destinados al consumo humano y animal, vigente en la mayoría de los países para los fines del comercio interno e internacional es: en la leche y sus derivados, de 5 ppb y en granos y harinas en general de 20 ppb (PPB es abreviatura de Partes por Billón, o sea una parte en 1000 millones de partes, lo que equivale, en Notación Métrica a una milésima de miligramo en cada kilo del producto), se puede, en términos generales, estimar el significado de algunos valores recién obtenidos mediante análisis de muestras tomadas al azar en el mercado nacional, y relacionarlos con los de otros países, seleccionados también al azar.<sup>6</sup>

Confirmando previos estudios, destácase el hecho de que son el maní y su derivado industrial de la extracción del aceite denominado "torta" y destinado a la alimentación animal, los productos más frecuentemente contaminados, tanto a nivel mundial como en nuestro país.

## AFLATOXINAS EN MAIZ (GRANOS)

PAIS	NO. MUESTRAS	<u>MEDIANA</u> PPB	<u>PERCENTIL 90*</u> PPB
BRASIL	228	<8	<8
KENYA	78	0.1 - 70 **	30 -1920 ***
EE UU	2633	<1 - 80	10 -700
GUATEMALA	231	<4 -360	4 -360
MEXICO	96	<2.5- <10	2.5- 30
CANADA	20	4	6
R. D. (1990)	26	4	7

\* Nivel por debajo del cual se encuentra el 90% de los resultados en un estudio dado.

\*\* Rango de las medianas o valores intermedios.

\*\*\* Rango de los Percentiles 90.

AFLATOXINAS EN MANI (GRANOS)			
PAIS	NO. MUESTRAS	MEDIANA, ppb	PERCENTIL 90*
BRASIL	1044	< 8 - 890	30 - 5000
GUATEMALA	13	45	150
MEXICO	29	42.5	700
EE UU	120	< 1	24
URSS	21	< 1	329
R.D. (1990)	18	108	200

AFLATOXINA EN COPRA			
PAIS	MUESTRAS	% CONTAMINADO	RANGO
INDIA	105	7	30 - 120
R.D. (1990)	13	85	5 - 125



En el mismo tenor, los casos de aflatoxicosis citados en la literatura en que han sido constatados efectos epidemiológicos a nivel de poblaciones, están en la mayoría de los casos localizados en regiones de Africa en las cuales el maní constituye un alimento principal y por temporadas exclusivo de algunas poblaciones.

Este no es el caso en República Dominicana, donde el grano de maní suele constituir un agregado alimenticio, de consumo regionalmente muy variable y, las más de las veces, con visos de postre o golosina. En relación con el aceite extraído del grano, el proceso de refinamiento al cual se le somete elimina casi en su totalidad la toxina, concentrándola en el residuo denominado "soapstock". Incluso aquí, la acidulación del "soapstock" contaminado reduce radicalmente sus efectos tóxicos o cancerígenos, haciéndolo incluso apto para la alimentación animal.

El maní contaminado sometido a tostación mediante técnicas en aceite (fritura) o en seco (tostación propiamente, dicha), procedimientos de amplia difusión en el país, tanto industrial como domésticamente, se ha encontrado que reduce su contenido de aflatoxina entre un 45 y un 83%, dependiendo de las condiciones de la tostación y el grado de contaminación inicial de los granos.<sup>7</sup> Confirmatoriamente, un muestreo y análisis de 16 productos comerciales (sobres con granos de maní tostado) de diversas marcas, escogidos al azar en los puestos de venta en Santo Domingo, arrojó una contaminación promedio relativamente baja de 4 ppb, con un Percentil 90 de 12 ppb.

La cascarilla del maní, también suele estar contaminada. De 15 muestras examinadas en un período de 3 años (1987-1989), se encontraron 11 contaminadas, con un contenido promedio de aflatoxinas de 39 ppb y un Percentil 90 de ppb.

Y no se piense que la contaminación es exclusiva de los materiales nativos. Las denominadas **Proteínas Vegetales**, esencialmente tortas de maní importadas, examinadas en el período 87-90, mostraron 14 muestras contaminadas de un total de 16, con un contenido promedio de 88 ppb. Las tortas de coco, otro ingrediente común en la manufactura de piensos, no distan mucho de las de maní en la frecuencia de sus padecimientos micóticos: en un conjunto de 13 muestras examinadas en un período de 2 años, 11 mostraron presencia de aflatoxina con una concentración promedio de 38 ppb.

## Efectos biológicos de la aflatoxina

Los efectos nocivos de las aflatoxinas en los animales de laboratorio están definitivamente demostradas.<sup>8</sup>

Dependiendo de la cantidad de toxina consumida y de la susceptibilidad del animal a la AFB<sub>1</sub>, los siguientes efectos biológicos pueden ocurrir: a) retardos de crecimiento; b) disminución de las respuestas inmunológicas; c) alteraciones de la función hepática; d) hepatitis agudas; e) carcinomas hepáticos y f) la muerte.

El efecto biológico más común, sin embargo, tanto sobre los animales de laboratorio como también el ganado y las aves de corral es la disminución en el ritmo de crecimiento. Este efecto se produce a niveles de aflatoxina muy por debajo de los necesarios para desarrollar un cuadro patológico clínicamente reconocible, y, en consecuencia, se traduce en un factor económico de importancia en el campo de la pecuaria y de la manufactura de piensos.

A vía de ejemplo y para atisbar tangencialmente la complejidad del problema, véanse las concentraciones tan disímiles en la dieta capaces de producir efectos biológicos adversos:

CRIANZAS COMUNES	EN LA DIETA
GANADO: Ganancia reducida de peso	0.2 ppm
CERDOS: * * * *	0.28 ppm
POLLOS: * * * *	0.42 ppm
PATITOS * * * *	0.03 ppm

Las aflatoxinas no pueden ser completamente eliminadas de los productos alimenticios y piensos, sin eliminar los productos. En el sector formal manufacturero de piensos, único que en nuestro país mantiene una estrecha vigilancia de esta contaminación, debido a los riesgos económicos implicados, ha venido apelando regularmente a técnicas de dilución para enfrentar el problema. Ante un ingrediente contaminado, y de gran valor nutritivo por otros conceptos, modifica la proporción de

ingredientes en sus fórmulas, hasta llevar los niveles de contaminación por debajo de los niveles de riesgo, mientras mantiene el balance de nutrientes. La práctica es universal y, dentro de un régimen de control de calidad riguroso, es también efectivo, como se aprecia en los resultados analíticos obtenidos en 14 muestras -de marcas registradas nacionales- que fueron seleccionadas al azar en los mercados locales.

PIENSOS DE DIVERSOS TIPOS	AFB1 ,ppb	PERCENTIL 90
16	6.9	9

En todo el mundo, los humanos hemos estado y estamos consumiendo aflatoxinas y probablemente lo seguiremos haciendo por algún tiempo.

Aflatoxina B1 parece producir tanto efectos agudos como crónicos en los seres humanos. El catastrófico episodio ocurrido en 1974 en una localidad de la INDIA cuando 106 personas y otras 297 enfermaron a causa de haber comido maíz fuertemente contaminado de aflatoxinas (6.25 a 15.6 partes por millón o PPM), es un dramático recordatorio para toda la humanidad.

Por otra parte, es tranquilizador reconocer que nuestra especie posee "una relativamente baja susceptibilidad al cáncer hepático inducido por la aflatoxina. Indican los estudios de laboratorio que el metabolismo de la aflatoxina en los humanos se asemeja más a los relativamente resistentes monos y ratones que a los susceptibles cobayos".

Una supervisión y vigilancia constante y calificada de la producción, distribución y consumo de los alimentos y piensos en las comunidades, la divulgación y entrenamiento en prácticas de manejo agrícolas e industriales racionales, amén de una elevación general de la conciencia alimenticia de los ciudadanos, es el precio cotidiano e ineludible que se ha de pagar para atenuar en alguna medida o tener a raya este negativo y elusivo factor ecológico.

## LITERATURA CITADA

1. **Aflatoxin and Other Mycotoxin: An Agricultural Perspective.** Council for Agricultural Science and Technology. USA. Report No. 80. (1989).
2. **Op. cit.**, pp. 5-7.
3. **Recent developments in the Study of Mycotoxin.** Proceeding of a Symposium. Sponsord by Kaiser Aluminum & Chemical Corporation. (1987).
4. Park Douglas, L. Lee, R. Price y E. Pohland. *Review of the Deconatmination of Aflataxin by Ammoniation: Current Status and Regulation.* **Journal of Off. Anal. Chem.** 71-4 (1988) 685-703.
5. Jelinek Charles, A. Pohland y J. Wood, en *Review of Mycotoxin Contamination: Worldwide Occurrence of Mycotoxins in Feeds and Foods (An Update).* **J. Assoc. Off. Anal. Chem.** 72-2 (1989): 223-230.
6. **Op. cit.**
7. Goldblat, L. A. *Control and removal of aflataxin.* **J. Am. Oil. Chem.** 48 (1971): 605-610.
8. **CI. Aflataxin and Other Mycotoxin.** (1)
9. **Op. cit.**