

# PRESENCIA DE MICOTOXINAS EN CEREALES PARA CONSUMO HUMANO

O. Sánchez Regueiro, M. Grillo Rodríguez \*, D. Zulueta Torres, C. García Pino, E. Grata González y A. M. García Purón

*Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos y \*Vice-Ministerio de Higiene y Epidemiología, Ministerio de Salud Pública, Ciudad de La Habana, Cuba*

Recibido: 24 de enero de 1986

Recibido: 26 de marzo de 1987

**ABSTRAC.** The possible occurrence of aflatoxins B and G, ochratoxin A, citrinin and zearalenone was evaluated in 192 samples of cereals (rice, corn, wheat and oat). Mycotoxins levels were estimated by visual inspection of silica gel chromatograms under UV light. It was found that 2,70 % of rice samples were contaminated with aflatoxin B (32  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) and 11,28 % of corn derivatives samples contained ochratoxin A (10 to 32  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) and zearalenone (200  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ); being ochratoxin A was the mycotoxin most frequently found in the analyzed samples. Corn was the most contaminated cereal, as is commonly reported in literature. Contamination is likely to occur in the food raw materials or during an inadequate storage before distribution of foods. A better sanitary control of cereal foods seems to be necessary.

**RESUMEN.** Se evaluó la posible presencia de aflatoxinas B y G, ocratoxina A, citrinina y zearalenona en 192 muestras de cereales (arroz, maíz, trigo y avena). Los niveles de micotoxinas se determinaron por comparación visual bajo luz ultravioleta en placas cromatográficas de gel de sílice. Como resultado se encontró que el 2,70 % de las muestras de arroz estaban contaminadas con aflatoxina B (32  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) y el 11,28 % de los derivados de maíz presentaban ocratoxina A (10 a 32  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) y zearalenona (200  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ); siendo la ocratoxina A, la micotoxina de mayor frecuencia de aparición. El maíz fue el cereal más afectado, lo que concuerda con lo planteado en la literatura. Se deduce que la contaminación en estas muestras debe provenir de las materias primas o del almacenamiento inadecuado previo a su distribución, lo que implica la necesidad de establecer un control más riguroso sobre estos contaminantes en los cereales.

## INTRODUCCIÓN

Los cereales ocupan un lugar fundamental en la alimentación del hombre y los animales, pero pueden ser contaminados fácilmente por insectos y mohos, siendo estos últimos, en algunas ocasiones productores de toxinas, las que los convierten en un alimento peligroso en la dieta de ellos. Dichas toxinas son cancerígenas y mutágenos potentes, algunas de las cuales resultan nefrotóxicas y hepatotóxicas; otras producen síndromes hemorrágicos, efectos en el sistema reproductor e inmunológico, etcétera<sup>1,2</sup>.

Los factores ambientales que favorecen el desarrollo de los hongos (muchos de ellos toxigénicos) y que a su vez propician la producción de sus toxinas, se localizan principalmente en países de clima tropical<sup>3,4</sup>, si a esto, se añaden prácticas agrícolas incorrectas, condiciones inadecuadas de almacenamiento y transportación, se facilita aún más la posibilidad de que en los productos alimenticios listos para el consumo estén presentes estas toxinas.

En estudios realizados en Cuba a cereales de importación, como materia prima, tanto para alimentos de consumo humano como animal<sup>5,6</sup>, se ha encontrado presencia de aflatoxina B, ocratoxina A y citrinina, detectándose además, otras toxinas en los

piensos, lo cual ha motivado profundizar la búsqueda de ellas, fundamentalmente, en los alimentos derivados de cereales de consumo directo por la población, pudiendo servir en parte como un indicador de los riesgos posibles.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron aleatoriamente 192 muestras de cereales y sus derivados, de las cuales 62 correspondían a derivados del maíz (maicena, harina y hojuelas de maíz); 87 a derivados del trigo (harina, gofio, harina lacteada y pastas alimenticias); 37 de arroz y 6 a hojuelas de avena, procedentes de unidades minoristas de distribución y expendio de alimentos de Ciudad de La Habana.

El muestreo se realizó tomando 1 kg de cada producto. Las muestras fueron sometidas al método de cuarteo para obtener la porción de ensayo, investigándose la presencia de aflatoxina B y G, zearalenona, ocratoxina A y citrinina; se utilizó para el análisis el método de multidetección de toxinas<sup>7</sup>. Además, a las muestras se les determinó la humedad (%) por el método descrito<sup>8</sup> y se le midió el grado de infestación por parásitos según la técnica de visualización microscópica en una porción de 100 g

de muestra siendo además evaluados sus resultados<sup>9</sup>. Se efectuaron inspecciones sanitarias a todas las unidades de expendio seleccionadas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

De las 192 muestras de cereales analizadas, solamente 8 presentaron contaminación con micotoxinas.

lo que representa un 4,16% de muestras positivas. En la Tabla I se observa un mayor porcentaje de contaminación en las muestras de harina de maíz, siguiendo en orden decreciente otros derivados del maíz. Estos resultados coinciden con los descritos por diferentes autores, quienes plantean que el maíz es el cereal de mayor susceptibilidad a la contaminación por micotoxinas.

TABLA I

*Comportamiento de la contaminación con micotoxinas en cada tipo de cereal analizado y algunos de sus parámetros físicos y entomológicos*

Alimentos	Muestras analizadas	Muestras contaminadas	Contaminación (%)	Humedad (%)	Grado de infestación*
arroz	37	1	2,70	13,58	2,44 (M)
hojuelas de avena	6	—	—	9,69	87,69 (I)
hojuelas de maíz	24	1	4,35	10,01	0,42 (L)
maicena	28	3	10,71	13,56	8,48 (I)
harina de maíz	10	3	30,00	12,95	86,28 (I)
gofio	23	—	—	10,28	34,90 (I)
pastas alimenticias	43	—	—	11,56	28,46 (I)
harina lacteada	8	—	—	4,10	— (I)
harina de trigo	6	—	—	12,73	0,5 (L)
crema de trigo	5	—	—	12,72	12,00 (I)
arepas	2	—	—	10,89	5,00 (I)
<b>Total</b>	<b>192</b>	<b>8</b>	<b>4,16</b>		

\* Parásitos en un kilogramo de muestra

- (L) Ligeramente infestado 1 insecto/kg de muestra  
 (M) Medianamente infestado 2 a 3 insectos/kg de muestra  
 (I) Intensamente infestado 3 insectos/kg de muestra

La mayoría de las muestras presentaron una humedad promedio por debajo de los niveles establecidos<sup>11,12</sup>. Se encontraron por encima de estos límites cinco muestras, que para los cereales están generalmente entre el 12 y el 13% y para algunos de sus derivados oscila entre 5 y 6%.

El 54,1% de las muestras mostraron intensa parasitación. Sólo dos productos estaban ligeramente plagados y uno no poseía infestación, lo que se

supone se deba al tipo de envase utilizado para su conservación.

La Tabla II muestra que la ocratoxina A apareció solamente en los derivados del maíz, al igual que la zearalenona, esta última toxina se produce fundamentalmente en climas templados, lo que indica la posibilidad de contaminación de estas muestras antes de ser importadas. La aflatoxina B apareció en una muestra de arroz. No se detectó la presencia de citrinina en ninguna de las muestras estudiadas.

TABLA II  
Contaminación de los cereales por tipos de micotoxinas

Alimentos	N	Ocratoxina A		Aflatoxina B <sub>1</sub>		Zearalenona		Citrinina		Total	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
derivados del trigo	87	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—
arroz	37	0	—	1	2,7	0	—	0	—	1	2,7
hojuelas de avena	6	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—
derivados del maíz	62	6	9,67	0	2,7	1	1,61	0	—	7	11,28

N número de muestras analizadas  
n número de muestras contaminadas

En la Tabla III se puede observar que la toxina que aparece con mayor frecuencia corresponde a la ocratoxina A, le siguen en orden decreciente la aflatoxina B<sub>1</sub> y la zearalenona. Este resultado no concuerda con los de diferentes autores<sup>1, 13, 16</sup>, quienes afirman que la aflatoxina B<sub>1</sub> es la micotoxina de más amplia distribución en la naturaleza y que la zearalenona no es una toxina frecuente en países de clima tropical. Sin embargo, estos resultados coinciden en parte con los de otros investigadores cubanos<sup>5, 6, 17</sup> que informan de una mayor frecuencia de aparición de la ocratoxina A. Además, permiten suponer en el caso de la zearalenona que la contaminación proviene de la materia prima, ya que es importada de países de clima templado.

TABLA III  
Frecuencia de aparición de las micotoxinas en los alimentos analizados

Micotoxinas	Número de muestras positivas	Número de muestras analizadas	Frecuencia de aparición de las toxinas %
Ocratoxina A	6	192	3,12
Aflatoxina B <sub>1</sub>	1	192	0,52
Zearalenona	1	192	0,52
Citrinina	0	192	0

Aunque la presencia de micotoxinas en alimentos debe ser de gran preocupación por la alta toxicidad de estas sustancias, no obstante, se puede señalar que el porcentaje de muestras contaminadas con aflatoxina B<sub>1</sub> es menor que el encontrado en otros países, donde se han detectado de forma evidente casos de aflatoxicosis en el humano<sup>18, 19</sup> y a su vez, se debe hacer notar que los casos de cáncer primario del hígado en Ciudad de La Habana no son de elevada frecuencia<sup>20</sup>, según encuestas realizadas.

En las muestras contaminadas (Tabla IV) los niveles de ocratoxina A variaron entre 10 y 32 µg/kg, la aflatoxina B<sub>1</sub> se encontró por encima de los límites máximos permisibles en algunos países<sup>14, 21</sup>, para cereales de consumo humano. Tanto la ocratoxina A

como la aflatoxina B<sub>1</sub> son de gran importancia por sus efectos nefrotóxicos y hepatotóxicos en el hombre. No obstante, se considera actualmente que la zearalenona por su elevada actividad estrogénica puede contribuir a la aparición del cáncer en el útero, próstata, colon y mama<sup>22</sup>.

TABLA IV  
Niveles de aparición de toxinas y de los parámetros físicos de las muestras contaminadas y entomológicos

Alimentos	Micotoxina presente	Niveles de aparición (µg/kg)	Humedad (%)	Grado de infestación
maicena	Ocratoxina A	16,8	12,74	0
maicena	Ocratoxina A	24,0	13,17	2 (M)
maicena	Zearalenona	200,0	15,52	2 (M)
hojuelas de maíz	Ocratoxina A	10,0	10,15	0
harina de maíz	Ocratoxina A	10,0	12,91	220 (I)
harina de maíz	Ocratoxina A	32,0	13,21	14 (I)
harina de maíz	Ocratoxina A	10,0	13,43	6 (I)
arroz	Aflatoxina B <sub>1</sub>	32,0	13,67	4 (I)

Parásitos en un kilogramo de muestra  
(M) Medianamente infestado: 2 a 3 insectos/kg de muestra  
(I) Intensamente infestado: 3 insectos/kg de muestra

Al comparar el contenido de humedad de cada muestra con los niveles establecidos<sup>11</sup>, se encontraron dos casos con valores muy superiores, estos fueron: la hojuela de maíz (en la que coincidía el hecho de que su envase no presentaba un cierre hermético) y la maicena (en la que la muestra contaminada con zearalenona presentaba una elevada humedad). Las muestras de maíz que aparecieron contaminadas, estaban todas intensamente parasitadas, al igual que la muestra de arroz que tenía presencia de aflatoxina B<sub>1</sub>.

Como resultado de las inspecciones higiénicas realizadas en las unidades seleccionadas, se detectaron algunas deficiencias sólo en una de ellas, en general, el resto fue clasificado como de buenas condiciones higiénicas, lo que permite suponer que estos productos se contaminaron por un almacenamiento inadecuado en los almacenes mayoritarios de distribución o por su materia prima, la cual es de importación y podía presentar ya la contaminación adquirida en cualesquiera de las etapas de producción, cosecha, transporte o almacenamiento.

## CONCLUSIONES

De los cereales estudiados el más susceptible a la contaminación con micotoxinas es el maíz, lo que concuerda con lo planteado en la literatura.

Las muestras que presentaron los valores medios de humedad muy por encima de los valores máximos permisibles, fueron las hojuelas de maíz, el gofio y la crema de trigo; en el resto de los productos este parámetro no se encontraba muy alejado del límite máximo permisible para cada caso, lo que indica que en estos casos no fue un factor de gran influencia para la contaminación con las toxinas detectadas.

De acuerdo a las condiciones higiénicas que poseían las unidades seleccionadas se deduce que éstas no influyeron determinadamente en la contaminación de las muestras con toxinas, la cual debió ocurrir en etapas anteriores de la cadena alimentaria, desde la obtención del cereal hasta su posterior elaboración y almacenamiento en unidades mayoritarias de distribución. Lo cual implica que al detectarse un 4,16 % de muestras contaminadas, debe intensificarse el control de estas toxinas en los cereales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. OPS-OMS. Criterios de Salud Ambiental 11. Publicación Científica No. 453. Ed. Serv. de Pub. y Doc. Oficina de Pub. Biomédicas y de Salud, OPS/OMS México 1-131, 1983.
2. Tutelyan V. A. Training Activities in Food Contamination Control and Monitoring with Special Reference to Mycotoxins FAO/UNEP/USSR International Training Course Ed. Centre of Intern. Projeets, GKNT, 1-68, 1984, Moscú, URSS.
3. Hesseltine C. W. *Mycop. et Mycol. Appl.* 53, 141, 1974.
4. Jarvis B. *Journal of Appl. Bacter.* 34, 199, 1971.
5. Sánchez O. y Rodríguez A. Simposio sobre Alimentación en América Latina y el Caribe. FAO/Universidad de La Habana, Cuba, 5 al 6 de marzo de 1982.
6. Sánchez O., García C. y Grata E. *Rev. Cub. de Hig y Epidem.* 22, 92, 1984.
7. NC 76-06:85, Productos Alimenticios. Determinación simultánea de aflatoxina B<sub>1</sub> y C<sub>1</sub> y ocratoxina A.
8. INHEM. Manual de Normas Técnicas para Análisis de Alimentos, MINSAP Ciudad de La Habana, Cuba, 1971.
9. MINAGRI. Dirección de Sanidad Vegetal. Norma Ramal. Almacenes Métodos de Inspección Cuarentenaria, Cuba, 1978.
10. INHEM. Departamento Nacional de Higiene de los Alimentos, MINSAP Métodos y Técnicas de Trabajo Práctico, Ciudad de La Habana, 1983.
11. OPS. Normas Sanitarias de Alimentos, 1968.
12. NEIAL-1624,06. MINAL, Normas de Empresa de la Industria Alimenticia: cereales, 1981.
13. Jemmali M. International IUPAC Symposium on Mycotoxins in Foodstuffs, 3th, Paris Centre National de la Recherche Scientific, 403-1 030, 1977.
14. Wogan G. N. y Ping R. S. *Serie Med. Veterinaria, CIDA*, 6, 3, 1975.
15. FAO. Conf. Mixta FAO/OMS/PNUMA sobre micotoxinas, Myc-4b. 19 al 27 de septiembre, 1977, Nairobi, Kenia.
16. Stoloff L. S. Bureau of Foods. Food and Drug Administration, Washington DC, 20 204 (Aflatoxins. AN Overview), 1969.
17. Grillo M. Tesis para optar por el título de Especialista de 1er. Grado en Higiene. Ciudad de La Habana, Cuba, MINSAP, 1980.
18. Alpert M. E. *Rev. of Cancer* 28, 253, 1971.
19. FAO. Report of the joint FAO/WHO/UNEP, Conference on Mycotoxins, Nairobi, 19 al 27 de septiembre, 1977, Kenia.
20. Zulueta T. Tesis para optar por el título de Especialista de 1er. Grado en Nutrición e Higiene de los Alimentos. Cuba, 1983.
21. Shantha T. FAO/UNEP/CFTRI. Food Contaminants Analysis Course. Phase VIII, Mycotoxins in Food and Monitoring Mysore, India, 59-60, 1978.
22. Horwitz C., Rozen P. and Gilat T. *Nutrition and Cancer* 5, 51, 1983.