

## **Inspección para aflatoxinas en el maíz almacenado o transportado en el estado de Sonora, 1998: Informe técnico**

GENOVEVA GARCÍA AGUIRRE \*  
REBECA MARTÍNEZ FLORES\*  
JOSÉ MELGAREJO HERNÁNDEZ\*\*

**Resumen.** Se analizaron 133 muestras representativas del maíz almacenado y distribuido en el estado de Sonora en 1998 para determinar presencia de aflatoxinas. Todas las muestras fueron de maíz blanco nacional, obtenidas de diferentes almacenamientos o transportes. La mayor parte de las muestras pertenecían a la cosecha 97/98, pero hubo algunas de las cosechas 96/97 y 98/98. En una tercera parte de las muestras se determinaron aflatoxinas; sin embargo, los niveles de contaminación estuvieron muy por abajo de los aceptados para la comercialización del grano.

Palabras clave: maíz, contaminación, aflatoxinas, almacenamientos, transportes, Sonora.

**Abstract.** One hundred thirty-three corn samples representative of the corn stored, distributed or transported through Sonora were analyzed for aflatoxins. All of the corn was white national corn and the samples were taken from different storage or transportation facilities. Most of the samples were from the 97/98 harvest; however, some of them were from the 96/97 and 98/98 harvests. Aflatoxins were detected in one third of the samples as well as in a similar percentage considering the total volume; however, the contamination levels were lower than those allowed for the grain marketing chain.

Key words: corn, contamination, aflatoxins, storage facilities, transportation, Sonora.

\* Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM, Apartado Postal 70-233, Del. Coyoacán, 04510 México, D.F.

\*\* Almacenadora Mercader, S.A. Calle Colón 209, 5º piso, 044100 Guadalajara, Jalisco.

## Introducción

La presencia de aflatoxinas es inevitable en algunos lotes de maíz, dadas las condiciones en las que las micotoxinas se forman, tanto en la planta en pie, en el campo, como durante estados posteriores, cosecha, transporte, almacenamiento y utilización. Además, la presencia de aflatoxinas en este cereal no está limitada a una región climática o geográfica y no se encuentran en todo el maíz que se produce o se almacena. Por tanto, diversas agencias gubernamentales de muchos países, importadores o exportadores de maíz, involucradas en la sanidad de los alimentos, hayan establecido restricciones para algunas micotoxinas en la cadena alimentaria.

A pesar de que en México todavía no existe una Norma Oficial Mexicana (NOM) para limitar los niveles máximos de aflatoxinas en maíz para consumo humano, tanto las agencias gubernamentales como las privadas involucradas en la comercialización y utilización del grano han adoptado las normas establecidas en otros países, principalmente las de United States Food and Drug Administration (USFDA, 1988), que coinciden en muchos aspectos con las de un gran número de países de Europa (Schuller y van Egmond, 1983), por lo que se acepta, hasta ahora, un límite máximo de 20 mg/kg de aflatoxinas totales en el grano de maíz para consumo humano.

La ahora extinta Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO), en sus programas de compras, verificaba diversos parámetros para garantizar en el abasto para consumo humano nacional, los estándares de calidad y uniformidad establecidos en su legislación. Uno de los elementos en estos análisis era la determinación de aflatoxinas.

El objetivo principal de este trabajo fue conocer los niveles de aflatoxinas en los diferentes lotes de maíz almacenados para CONASUPO, mediante una inspección amplia, en diferentes locales y por diferentes agencias, y compararlos entre sí para advertir la calidad, con respecto a contaminación con aflatoxinas, del maíz que se consumió o que distribuyó CONASUPO en 1998 en el estado de Sonora. Los resultados de este trabajo, aunados a otros similares en el futuro, permitirán localizar fuentes de origen de lotes contaminados con regularidad, lo que servirá para enfrentar el problema en estos mismos puntos de origen, sean éstos zonas de producción o de distribución.

## Materiales y métodos

*Grano.* El grano analizado fue maíz blanco nacional, que CONASUPO tenía almacenado o en tránsito en 1998 en la entidad: 126 muestras (94.7% del total), representativas de 2 472 353 ton de la cosecha 97/98, cinco (3.8% del total), representativas de 158 ton de la cosecha 96/97 y dos (1.5% del total), representativas de 63 780 ton de la cosecha 98/98.

*Muestreo.* El muestreo y el equipo de muestreo usados fueron los que establece para grano la misma CONASUPO, dependiendo del tipo de almacén o medio de transporte (CONASUPO, 1999), así como por la Norma Oficial Mexicana para muestreo para inspección por atributos, NOM-Z-12/1-1987 (*Diario Oficial*, 1987; USDA, 1995). Los tamaños de las muestras dependieron del volumen por analizar, tomando en cuenta lo sugerido por la AOAC International (1995) para estos propósitos.

Se planearon periodos de muestreo semanales, cada viernes, durante todo el año; sin embargo, los muestreos se iniciaron a principios de marzo y terminaron a mediados de octubre (semanas 11 a 42). Además, algunos de los muestreos no fueron realizados puntualmente, por lo que solamente se obtuvieron muestras en 31 de las 52 semanas de ese año.

De bodegas se obtuvieron 94 muestras, 70.7% del total, que representan 802 651 ton; cinco muestras, 3.8% del total y 5.32% de las obtenidas de bodegas, fueron de la cosecha 96/97; 89 muestras, 67.24% del total y 94.68% de las obtenidas de bodegas, fueron de la cosecha 97/98, y dos muestras, 1.5% del total y 2.13% de las obtenidas de bodegas, fueron de la cosecha 98/98.

De la cosecha 97/98, 19 muestras, 18 232 ton, 14% del total, se obtuvieron de silos; una muestra, 86 ton, 0.8%, se obtuvo de intersilos; cuatro muestras, 8 300 ton, 3.0%, de lotes, y ocho muestras, 13 459 ton, 6.0%, de pilas. Además, una muestra, también de la cosecha 97/98, 136 300 ton, 0.8% del total, fue obtenida de la mezcla del maíz de dos furgones de ferrocarril, uno con dirección a Morelia, Michoacán y otro con dirección a Acajoneta, Nayarit. Una muestra, representativa de 35 421 ton, fue obtenida de un buque mercante en tránsito de Topolobampo, Sinaloa a Lázaro Cárdenas, Michoacán y otra, representativa de 28 359 ton, de un buque que iba de Mazatlán, Sinaloa a Veracruz, Veracruz. Además, se analizaron cuatro muestras, 62 700 ton, 3% del total, sin datos sobre la ubicación de donde fueron obtenidas. (Cuadros 1 y 2).

*Análisis.* Debido al volumen de las muestras por analizar se determinaron aflatoxinas totales siguiendo el método 991.31 de inmunoensayo, de AOAC International (1995) que es el método oficial para esta institución y también para Federal Grain Inspection Service (USDA, 1999).

## Resultados

En los cuadros 1 y 2 se presentan los datos de número y porcentaje de las muestras, época de las cosechas y ubicación donde fueron obtenidas, así como el total de las que resultaron positivas y su ubicación. En 33.1% del total de las muestras fueron detectadas aflatoxinas; en 32.3% de éstas en concentraciones arriba de 1 µg/kg, cuantificables según los estándares establecidos en este trabajo. En una sola muestra, 0.8%, obtenida de una bodega de Guaymas, los niveles de contaminación determinados fueron inferiores de este límite y los consideramos como trazas. Los niveles

**Cuadro 1.** Muestras de maíz almacenado o transportado en Sonora, 1998  
Porcentaje respecto a número de muestras

Número de muestras	Cosecha	% Total muestras	% Total/ ubicación	Total/ cont.	Total/ cont. / ubicación	Sonora
133		100.00				MBN total
5	96/97	3.76				MBN
126	97/98	94.74				MBN
2	98/98	1.50				MBN
<b>ubicación</b>						
94		70.68	100.00			Bodegas total
5	96/97	3.76	5.32			Bodegas 96/97
89	97/98	66.92	94.68			Bodegas 97/98
19	97/98	14.00	100.00			Silos
1	97/98	0.75	100.00			Intersilos
4	97/98	3.00	100.00			Lotes
8	97/98	6.00	100.00			Pilas
1	97/98	0.75	100.00			Transportes, FFRR
2	98/98	1.50	100.00			Transportes, B/M
4	97/98	3.00	100.00			S/D
<b>muestras</b>						
<b>cont.</b>						
44		33.08	100.00	100.00		Muestras cont., total
1	96/97	0.75	20.00	2.27		Muestras cont., 96/97
41	97/98	30.83	32.53	93.18		Muestras cont., 97/98
2	98/98	1.50	100.00	4.55		Muestras cont., 98/98
1	97/98	0.75	100.00	100.00		Muestras cont., tz.
<b>cont./</b>						
<b>ubicación</b>						
31		23.31	32.97	70.45	100.00	Bodegas cont., total
1	96/97	0.75	20.00	2.27	3.22	Bodegas cont., 96/97
30	97/98	22.56	33.71	68.18	96.77	Bodegas cont., 97/98
4	97/98	3.01	21.05	9.09	100.00	Silos cont.
1	97/98	0.75	100.00	2.27	100.00	Intersilos cont.
1	97/98	0.75	25.00	2.27	100.00	Lotes cont.
3	97/98	2.26	37.50	6.82	100.00	Pilas cont.
2	98/98	1.50	100.00	4.55	100.00	Transportes, B/M cont.
2	97/98	1.50	50.00	4.55	100.00	S/D cont.

cont. = contaminadas

MBN = maíz blanco nacional

FFRR = ferrocarril

B/M = buque granelero

S/D = sin datos

tz. = trazas (no cuantificable)

**Cuadro 2.** Muestras de maíz almacenado o transportado en Sonora, 1998  
Porcentaje por volumen

Volumen	Cosecha	% Total	% Total/ ubicación	% Total/ cont.	Total/ cont. / ubicación	Sonora
2 536 291		100.00				MBN total
158	96/97	0.01				MBN
2 472 353	97/98	97.48				MBN
63 780	98/98	2.51				MBN
<b>ubicación</b>						
80 2651		31.65	100.00			Bodegas total
158	96/97	0.006	0.02			Bodegas 96/97
802 493	97/98	31.64	99.98			Bodegas 97/98
18 232	97/98	0.72	100.00			Silos
86	97/98	0.003	100.00			Intersilos
8 300	97/98	0.33	100.00			Lotes
13 459	97/98	0.53	100.00			Pilas
136 300	97/98	5.37	100.00			Transportes, FFRR
63 780	98/98	2.51	100.00			Transportes, B/M
162 600	97/98	6.48	100.00			S/D
<b>muestras cont.</b>						
879 464		34.68	100.00	100.00		Muestras cont., total
25	96/97	0.001	15.82	0.00		Muestras cont., 96/97
815 659	97/98	32.16	32.99	92.74		Muestras cont., 97/98
63 780	98/98	2.51	100.00	7.25		Muestras cont., 98/98
2 200	97/98	0.09	100.00	0.0001		Muestras cont., tz.
<b>cont./ubicación</b>						
717 628		28.29	89.41	81.58	89.41	Bodegas cont., total
25	96/97	0.00	15.82	0.003	15.82	Bodegas cont., 96/97
717 603	97/98	28.29	89.42	81.60	89.42	Bodegas cont., 97/98
3 253	97/98	0.13	17.84	0.37	100.00	Silos cont.
86	97/98	0.003	100.00	0.01	100.00	Intersilos cont.
2 075	97/98	0.81	25.00	0.24	100.00	Lotes cont.
6 972	97/98	0.28	51.80	0.79	100.00	Pilas cont.
63 780	98/98	2.51	100.00	7.25	100.00	Transportes, B/M cont.
85 670	97/98	3.38	52.68	9.34	100.00	S/D cont.

cont. = contaminadas

MBN = maíz blanco nacional

FFRR = ferrocarril

B/M = buque granelero

S/D = sin datos

tz. = trazas (no cuantificable)

cuantificables determinados variaron de 1 a 18  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , es decir, que están por debajo de los límites máximos aceptados para la comercialización del grano en este país. El nivel más alto de aflatoxinas, 18  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , fue de una muestra que representa 86 ton, remanente de un buque mercante almacenada en un intersilo de una bodega en Guaymas en la semana 12 (15 a 21 de marzo). Se determinaron niveles de 8  $\mu\text{g}/\text{kg}$  en una muestra representativa de 1 178 ton almacenada en una bodega en Guaymas y obtenida en la semana 17 (abril 19 a 25) y otra, en la semana 20 (mayo 10 a 16) de una bodega de Cajeme, que representa 10 144 ton.

Respecto a las épocas de cosecha, 20% del maíz de la cosecha 96/97 estuvo contaminado, 46% de la cosecha 97/98 y 100% de la cosecha 98/98, puesto que en las dos muestras obtenidas fueron detectadas aflatoxinas (Cuadros 1 y 2).

Respecto a la ubicación, en todos los tipos de almacenamiento se detectaron muestras contaminadas con aflatoxinas, mientras que entre los diferentes transportes sólo en aquellas obtenidas de buques mercantes (Cuadros 1 y 2).

Del total de las muestras contaminadas con aflatoxinas, 70.5% provenían de bodegas, lo que representa 33% del total de las muestras almacenadas en bodegas. Asociando muestras almacenadas en bodegas con cosechas, de la cosecha 96/97 en 2.3% del total se determinaron aflatoxinas, pero si estos datos se comparan con el total de las muestras de la misma cosecha almacenadas en bodegas, entonces, el número de muestras contaminadas representa 20%. Las muestras de la cosecha 97/98 contaminadas con aflatoxinas representan 68.2% del total y 23.7% de las almacenadas en bodegas (Cuadro 1).

De las 19 muestras obtenidas de silos, en cuatro fueron determinadas aflatoxinas, esto es, 9.1% del total de las muestras contaminadas y 21.1% de todas las muestras almacenadas en silos; con relación al total de las muestras analizadas, esto es 3%. La única muestra obtenida de intersilos estaba contaminada; esto es 9.1% del total de las muestras contaminadas. Con respecto a los lotes, 0.8% del total de las muestras se encontró contaminado, lo que representa 2.3% del total de las muestras contaminadas y 25% del total de las almacenadas como lotes. De las ocho muestras obtenidas de pilas, tres se encontraron contaminadas, lo que representa 2.3% del total, 6.8% del total de contaminadas y 37.5% de las almacenadas en pilas (Cuadro 1).

Las dos muestras de la cosecha 98/98 se obtuvieron de buques mercantes y en ambas fueron determinadas aflatoxinas; esto es, 1.5% del total de las muestras, y 4.5 del total de las contaminadas (Cuadro 1).

De las cuatro muestras sin datos de ubicación, en dos fueron determinadas aflatoxinas, 1.5% del total de las muestras, 4.5% del total de las muestras contaminadas y 50% de las muestras sin datos de ubicación (Cuadro 1).

## Conclusiones

A pesar de que los niveles de aflatoxinas determinados en el maíz almacenado o en tránsito durante 1998 en el estado de Sonora, independientemente de su fecha de cosecha, estaban por debajo de las normas de calidad aceptados por CONASUPO, 33.1% del total estuvo contaminado y esta contaminación se encontró en todos los tipos de almacenamientos analizados. Con relación a los transportes, en las dos muestras obtenidas de buques se detectaron aflatoxinas.

Es importante poner atención a los almacenamientos y a los transportes para evitar que niveles peligrosos de aflatoxinas lleguen a la población. También es importante destacar que las aflatoxinas tienen efecto acumulativo en los animales, tanto experimentales como de granja que han sido estudiados, por lo que no se debe despreciar la presencia de aflatoxinas aun en niveles por debajo de los establecidos en las normas.

Este tipo de estudios deben realizarse continuamente en nuestro país para saber si los resultados presentados en este trabajo son fortuitos o se presentan regularmente; y en este caso, las autoridades sanitarias deberían ser más rigurosas con relación al destino de los lotes contaminados, tomando en cuenta los niveles de aflatoxinas así como su frecuencia.

## Literatura citada

- AOAC INTERNATIONAL. 1995. AOAC Official Method 991.31. Aflatoxins in corn, raw peanuts, and peanut butter. Immunoaffinity column (aflatest) method. First action 1991. AOAC-IUPAC Method. *In*: AOAC International (ed.) *Official method of analysis. Natural toxins*, chapter 49, pp.20-21.
- CONASUPO. 1999. *Manual de procedimientos para el análisis y certificación de productos agropecuarios*. México. 109 p.
- DIARIO OFICIAL. 1987. Muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Información general y aplicaciones. Parte 2. Métodos de muestreo, tablas y gráficas. Norma Oficial Mexicana. (NOM-Z-12/1-1987).
- SCHULLER, P.I. & VAN EGMOND, H.P 1983. Limits and regulations on mycotoxins. *Proceedings International Symposium on Mycotoxins*, pp. 111-129.
- USDA (US DEPARTMENT OF AGRICULTURE). 1995. *Grain inspection hand book, Book I*. Federal Grain Inspection Service. Packers and Stockyards Administration. 63 p.
- USDA (US DEPARTMENT OF AGRICULTURE). 1999. *Grain fungal diseases and mycotoxin reference*. Federal Grain Inspection Service. Packers and Stockyards Administration. 54 p.
- USFDA (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION). 1988. Action levels for added poisonous or deleterious substances in food. Notice. *Federal Register* 53: 5043-5044.

Recibido: 10.XI.2000

Aceptado: 4.VIII.2001