

ARÉQUIPE

# INDUSTRIA LÁCTEA

Por: M.V.Msc. Andrés Escobar V.  
Asistencia Técnica COLANTA  
Fotos: <http://images.google.com.co>



## TOXINA DE LA LECHE

### AFLATOXINA M 1

## RESUMEN

La Aflatoxina M1 es una sustancia tóxica producida por microorganismos (hongos) y cuya presencia en los alimentos constituye un riesgo que merece cada vez más atención por parte de productores de materias primas agropecuarias, fabricantes de productos alimenticios y autoridades sanitarias.

Cada día cobra más importancia el estudio de este tema y es así como se están adelantando numerosas investigaciones al respecto en muchos países. Del conocimiento sobre el origen de la toxina, su presencia y estabilidad en los alimentos, los daños que ocasiona, las consecuencias de tales daños en los organismos de animales y personas, así como de algunos otros aspectos, depende la prevención y control de la misma en la cadena alimenticia.

## GENERALIDADES

La Aflatoxina (AF) M1, es denominada «toxina de la leche» y es el producto de la hidroxilación en el hígado de los mamíferos (mujer, vaca, oveja, etc), de la aflatoxina B1, la cual es ingerida principalmente en cereales (maíz, trigo, avena, cebada, etc) o en forrajes conservados como silos o henolajes que han sido contaminados en su proceso de producción, cosecha o almacenamiento, por el hongo *Aspergillus* spp (1).

La AFM1 está presente en la leche cruda, pasteurizada o en polvo, así como en subproductos lácteos como el queso y el yogurt, entre otros. Se ha demostrado que ésta permanece a pesar de los procesos térmicos y enzimáticos que se dan en la elaboración de estos productos y subproductos (2).

Esta toxina es de gran importancia en salud pública ya que tiene actividad carcinogénica, teratogénica y mutagénica, tanto en animales como en humanos. Por

## SUMMARY

The Aflatoxin M1 is a toxic substance produced by microorganisms (fungus) and whose presence in foods constitutes a risk that deserves more and more attention from the producers of agricultural raw materials, food products manufacturers and also sanitary authorities.

Every day, the study of this subject gets more importance and in accordance with that, numerous investigations take place in several countries. From the knowledge about the origin of the toxin, its presence and stability in foods, the kind of damages that it causes, the consequences of such damages in the organism of animal and people, as well as from some other aspects, it depends on the prevention and control of this dangerous enemy in the feeding chain.

lo anterior, distintos países incluido Colombia, han establecido diferentes niveles de tolerancia que van desde 50 hasta 500 ng./litro que permitan que la leche comercialmente disponible presente un mínimo riesgo para los consumidores, teniendo en cuenta que una gran proporción de éstos está constituida por la población más sensible y vulnerable; niños y jóvenes en crecimiento (1,2,4,5).

La presencia de AFM1 en nuestro país fue demostrada en un estudio realizado por Díaz G, (2005), en 95 muestras de leche comercial provenientes de la Sabana de Bogotá, en donde encontró un grado de positividad del 63 % y reportó niveles entre 10,7 y 181 ng/l., los cuales no superan las máximas tolerancias aceptadas por la FAO (500 ng./l.). Sin embargo, sí nos deben alarmar algunas prácticas que se dan en los sistemas de producción de leche, los cuales deben ser corregidos de modo que permitan reducir los niveles de esta toxina en la leche.

De acuerdo con lo anterior y teniendo en cuenta lo mencionado inicialmente, es esencial que los proveedores de granos y las fábricas de alimentos balanceados hagan un adecuado control sobre los niveles de AFB1 en sus materias primas y productos terminados, para reducir el riesgo de residuos de Aflatoxina en la leche. Igualmente, otra fuente importante de contaminación, puede encontrarse en los silos y henolajes que han sido elaborados en las fincas sin las adecuadas medidas de control, permitiendo la indeseada propagación del problema.

### **¿QUÉ SON LAS AFLATOXINAS?**

Las aflatoxinas (AF) son metabolitos producidos por dos especies del hongo *Aspergillus spp.*, *A. flavus* y *A. parasiticus*, los cuales están presentes en el suelo, la vegetación y los alimentos destinados para el hombre y los animales. El *A. parasiticus* produce las cuatro aflatoxinas denominadas primarias, las cuales son: B1, B2, G1, y G2, mientras *A. flavus* tan sólo produce la B1 y la B2. Estas aflatoxinas reciben su denominación de acuerdo con su posición y color fluorescente en los cromatogramas observados bajo la luz ultravioleta. De las anteriores la aflatoxina B1 es la más activa biológicamente (1).

Estas micotoxinas son metabolitos secundarios no necesarios para el bienestar de los hongos que las producen y no existe un aparente propósito en su producción. Sin embargo, causan efectos indeseables en el hombre y en los animales que consumen alimentos contaminados. Las fuentes naturales más importantes de aflatoxinas tanto para el hombre como para los animales son los alimentos, principalmente cereales, que se contaminan en los procesos de producción, cosecha o almacenamiento.

Los más afectados son: maíz, semilla de algodón, maní, algunas nueces y las semillas de oleaginosas. Adicionalmente, otra fuente de contaminación importante en la nutrición animal son los henolajes, ensilajes o residuos de cosechas que durante su elaboración, cosecha o almacenamiento se contaminan con este tipo de hongos (1,2).

### **¿CÓMO SE PRODUCEN LA AFLATOXINA M1?**

La aflatoxina M1 es un metabolito de la B1, es decir que los mamíferos (mujer, vaca, etc) que ingieren la AFB1 de alimentos contaminados, la metabolizan en el hígado en el sistema microsomal y la eliminan a través de la leche, la orina y la carne. La cantidad excretada de AFM1 como porcentaje de AFB1 que se encuentra en el alimento, usualmente se ubica entre el 1 y el 3 % (1,2).

### **¿QUÉ EFECTOS PRODUCE LA AFLATOXINA M 1?**

Los principales efectos biológicos de las aflatoxinas incluyen: inhibición en la síntesis de proteínas, deterioro de la función e integridad hepática, carcinogénesis, teratogénesis, mutagenénesis y supresión de la respuesta inmune. Entre las manifestaciones más importantes de aflatoxicosis en humanos, está su correlación con el carcinoma hepático, motivo por el cual son consideradas como los carcinógenos naturales más potentes (1,2). A este respecto, Rotchild (1992) clasificó la AFB 1 como clase 1 (carcinógeno) y la AFM 1 con categoría 2B (probable carcinógeno). Igualmente, Siwardana y Lafont (1989) reportaron que la AFM1 tiene una alta actividad genotóxica, aunque ésta, es 10 veces menor que la de la AFB1.

Por lo anterior, el control en los niveles de aflatoxinas en productos de consumo masivo como la leche, el maní, los productos del maíz y otros alimentos, debe ser un compromiso de los productores e industriales que intervienen en los procesos de producción, cosecha, procesamiento y almacenamiento (2).

La presencia de AFM1 en la leche materna y las leches comerciales de vaca, búfala, cabra, etc., así como de productos lácteos, es uno de los problemas más serios de la salud pública, si se tiene en cuenta que la leche es el principal alimento de los niños en crecimiento y su vulnerabilidad es potencialmente más alta que la de los adultos. Para reducir este riesgo, la mayoría de los países han regulado los niveles máximos permisibles

de AFB1 en materias primas y alimentos, y de AFM1 en leche y productos lácteos. Así por ejemplo, en países como Suiza, está prohibido el uso de maní en la alimentación de las vacas productoras de leche, debido a que éste es el producto más frecuentemente contaminado con AFB1 (2,5).

Los límites máximos legales son muy variables y dependen generalmente del grado de desarrollo económico de los países. Para nuestro país, el límite aceptado es el propuesto en el Codex alimentarius (FAO – OMS) (Tabla 1). Recientemente, en la Comunidad Económica Europea un grupo de expertos, en un intento por estandarizar los límites legales propuso para la leche líquida, 50 ng./litro y para la leche maternizada < 1.000 ng./kg. (2).

TABLA 1. Límites regulatorios para AFM1 en diferentes países.

País	Leche (ng./l.)	Leche maternizada (ng./kg.)	Queso (ng./kg.)
Argentina	500 <sup>a</sup>	100	
Brasil	50	10	
Alemania	50	10	
Italia	50	50	
Holanda	50	50	200
Suiza	50	10 <sup>b</sup>	250
EEUU	500		
FAO-OMS	500		

<sup>a</sup> Suma de B1, B2, G1, G2 Y M1. <sup>b</sup> Suma de B1 Y M1.

Aunque la fijación de estos límites es un punto importante para el control de los efectos de las AF, no se ha tenido en cuenta que por muy bajos que sean los límites de

regulación, éstos no previenen los efectos crónicos de las mismas, especialmente el carcinogénico, debido a la continua exposición de niveles subagudos de AF (2).

## PRESENTACIÓN Y ESTABILIDAD DE LA AFM 1 EN LA LECHE DE ORIGEN ANIMAL

La distribución de la AFM1 en la leche, no es homogénea. Un 80% se encuentra en la fracción de sólidos no grasos, ya que ésta se liga a la caseína (2).

En cuanto a los efectos que puedan ocasionar los tratamientos térmicos (frío – calor) sobre la AFM1 se ha reportado frente a los de frío, una disminución entre el 11 y el 25 % después de 3 días a 5°C.; 40% después de 4 días a 0°C., y, 80% después de 6 días a 0° C. Frente a los procesos de pasteurización se han reportado efectos variables que no revelan reducción en los niveles de AF, a pesar de que algunos investigadores sugieren que la AFM1 se puede ver afectada por la influencia del tratamiento térmico sobre la proteína de la leche (2).

De acuerdo con diferentes autores, en los países con estaciones, al producirse el llamado efecto estacional, se ejerce una influencia mayor sobre la presentación de AFM 1. Así, los niveles superiores son reportados en el invierno, cuando las vacas consumen mayores cantidades de granos, frente a estaciones como la primavera y el verano donde el consumo, en mayor medida, es de forrajes frescos y heno (2, 4).

Por otra parte, en los países tropicales y subtropicales como el nuestro, la leche que es producida únicamente bajo condiciones de pastoreo es ajena al problema, en tanto las vacas no consuman ningún tipo de suplementos (granos) que puedan estar contaminados con aflatoxina B1. Por el contrario, los sistemas de producción especializados del trópico alto donde las vacas son suplementadas con concentrados como maíz, avena, trigo, etc., o silos que han

sido contaminados con hongos en su cadena de procesamiento, son la fuente principal de infestación en nuestros sistemas de producción. En este sentido, en el estudio realizado por Díaz, G, (1995), en 95 muestras de leche comercial provenientes de la Sabana de Bogotá, encontró un grado de positividad del 63% y reportó niveles entre 10,7 y 181 ng./l., los cuales no superan los máximos recomendados por la FAO, pero si nos deben alarmar sobre prácticas que se dan en nuestros sistemas de producción de leche, los cuales se deben corregir de modo que nos permitan obtener niveles similares a los adoptados por la Unión Europea.

## PRESENTACIÓN Y ESTABILIDAD DE LA AFM1 EN EL QUESO Y EL YOGURT

La presencia de aflatoxina M1 en el queso puede ser debida a tres causas: 1. elaboración a partir de leche cruda contaminada con AFM 1 en vacas alimentadas con productos infectados con AFB1. 2. Síntesis de AF (B1, B2, G1, G2) por *A. flavus* y *A. parasiticus* creciendo en el queso, y 3. Por la adición de leche en polvo contaminada para enriquecer el producto. (2).

Los niveles de AFM1 en los quesos, están supeditados a diferentes factores tales como: contaminación inicial y calidad de la leche; técnica, metodología y tipo de extracción, así como a los procesos de elaboración. Los primeros estudios realizados entre los años 1971 y 1974 mostraron una disminución en las concentraciones de AFM1 durante la elaboración de los quesos (2). Sin embargo posteriores investigaciones de varios autores (2), reportaron incrementos en los niveles de AFM1, los cuales han sido explicados por la afinidad de la AF con



la caseína. En definitiva esta variabilidad en las concentraciones de AF, está en gran medida enmarcada por la metodología utilizada en el proceso de la elaboración del queso, que determina en un momento dado la distribución de la AFM1 entre el suero y la cuajada. Es así como algunos autores reportan que la mitad o más de la AFM1 se va en el suero, mientras otros reportan lo contrario (2).

Con respecto al yogurt se han observado diferentes efectos sobre la AFM1. Uno de éstos es su reducción y degradación (hasta un 97 %), causado por la condición ácida de la fermentación. Adicionalmente, otros autores han reportado efectos negativos de la AFM1 en los microorganismos benéficos del yogurt, observando cambios en la morfología (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*) y retraso en la coagulación (2).

## CONCLUSIONES

A pesar de que las concentraciones encontradas de AFM1 en Colombia durante el 2005 están dentro de los niveles de tolerancia reportados por la FAO, indicando que la incidencia de AFM1 está dentro de límites aceptables, presencia de este tipo de AF en cualquier alimento de origen animal o humano causa efectos

indeseables en el tiempo, más aún si se tiene en cuenta que la leche es uno de los alimentos más importantes en la dieta del hombre. Por lo anterior se hace necesario revisar las prácticas de alimentación del ganado de leche y las de su producción, que puedan inferir en la contaminación con aflatoxinas. Así mismo, exigirle a los proveedores de granos y otras materias primas un correcto almacenamiento y manipulación de las mismas, que permita a futuro tener un producto lo más inocuo posible.

## BIBLIOGRAFÍA

1. BIBERSTEIN, E. L., and CHUNG, Z. Y. In: *Veterinary Microbiology. Blackwell Scientific Publications. 1990. P. 349-351.*
2. GALVANO, F., GALOFARO, V., AND GALVANO, G. Occurrence and stability of aflatoxin M1 in milk and milk products: A Worldwide Review. In: *Journal of Food Protection. Vol. 59 (1996); p. 1079-1090.*
3. LAFONT, P., SIRIWARDANA, and LAFONT, J. Genotoxicity hydroxy-aflatoxins M1 and M4. In: *Microbiology Alim. Nutr. Vol 7(1989); p. 1-8.*
4. LÓPEZ, C.E. et al. Presence of aflatoxin M1 in milk for human consumption in Argentina. In: *Food Control. Elsevier. Vol 14.(2003); p. 31-34.*
5. MENDIVELSO, N.R. Leche en Bogotá en deuda. En: *Periódico Universidad Nacional; El Tiempo, Bogotá; ( 27, Feb. 2005.); p. 14-16.*
6. RODRÍGUEZ, M. L., CALONGE, M.M., AND ORDÓÑEZ, D. Elisa and HPLC determination of the occurrence of aflatoxina M1 in raw cow's milk. In: *Food additives and Contaminants. Vol. 20, no. 3 (2003); p. 276-280.*
7. RODRICKS, J.V. and STOLOFF, L. Aflatoxin residues from contaminated feed in edible tissues of food-producing animals. In: *Mycotoxins in Human and Animal Health. 1997. P. 67-79.*
8. ROTCHIELD, L.J. IARC Classes AFB1 as class 1 human carcinogen. In: *Food. Chem. News. Vol 34 (1992); p. 62-66.*