

¿Tu vaso de leche guarda un enemigo invisible?

Aflatoxinas: el riesgo silencioso en los lácteos

Edna Mariana Torres Bautista
Rey Gutiérrez Tolentino
Beatriz Schettino Bermúdez
Claudia Cecilia Radilla Vázquez



Resumen

La leche es un alimento valioso por su contenido en proteínas, vitaminas y minerales esenciales para el desarrollo óseo, muscular y neurológico. Sin embargo, también puede representar un riesgo invisible: la presencia de aflatoxinas, compuestos tóxicos producidos por hongos del género *Aspergillus*, que contaminan los alimentos del ganado. Al ser consumidas por vacas lecheras, estas toxinas se transforman en aflatoxina M1, que pasa a la leche y resiste procesos térmicos como la pasteurización. Su consumo prolongado se ha asociado con cáncer hepático, inmunosupresión, problemas hormonales y desnutrición infantil. La exposición aguda puede causar intoxicaciones graves. Estas toxinas representan una amenaza seria, especialmente en poblaciones vulnerables. Por ello, el artículo enfatiza la necesidad de vigilancia estricta, buenas prácticas agrícolas y control en la cadena alimentaria para garantizar una leche segura y nutritiva. Comprender estos riesgos es esencial para tomar decisiones informadas y proteger la salud pública.

Introducción

La leche es un alimento natural que producen los animales mamíferos —como vacas, cabras u ovejas, entre otros— para alimentar a sus crías, pero también es un componente esencial en la dieta humana. **¿Por qué es tan valiosa?** Por su riqueza en nutrientes clave: sus proteínas ayudan a reparar y desarrollar músculos (ideal para deportistas, así como

niños y adolescentes en crecimiento), mientras que su contenido de vitaminas (B12, ácido fólico y D) y minerales (calcio, fósforo y magnesio) ayudan a fortalecer huesos y dientes, reduciendo el riesgo de fracturas. Además, estudios sugieren que su consumo moderado podría beneficiar la salud cardiovascular, ayudar a controlar el peso, regular la presión arterial e incluso aportar energía. ¿Y si no toleras la lactosa? ¡No es un impedimento! Hoy existen versiones deslactosadas que conservan todos sus nutrientes, pero son digeribles para todos. Por eso sigue siendo un alimento básico en culturas de todo el mundo, ¡incluida la nuestra!

Sin embargo, aunque su valor nutricional es innegable, existe un lado menos conocido: ese vaso de leche que tomas cada mañana podría esconder un riesgo invisible. **¿La razón?** La leche puede convertirse en un vehículo de compuestos tóxicos que llegan a tu mesa sin que lo notes. Entre ellos destacan las aflatoxinas —sustancias peligrosas producidas por hongos que contaminan los alimentos del ganado— y que plantean un desafío silencioso para la salud, ya que estas toxinas no solo representan un problema para la calidad e inocuidad de los lácteos, sino que también están asociadas con múltiples riesgos para la salud humana, desde alteraciones inmunológicas hasta potenciales efectos cancerígenos. Lo más preocupante es que las aflatoxinas son resistentes a los métodos térmicos convencionales de procesamiento de alimentos, como la pasteurización, lo que hace aún más difícil su eliminación una vez que han ingresado a la cadena alimentaria.

Este artículo busca dar visibilidad a un tema que, aunque poco conocido para muchos consumidores, tiene grandes implicaciones para la salud pública. A través de esta revisión, conocerás qué son las aflatoxinas, cómo llegan a la leche y cuáles son sus efectos en la salud, ya que entender estos riesgos es el primer paso para tomar decisiones informadas.

¿De dónde vienen las aflatoxinas?

Las aflatoxinas son un tipo de micotoxinas producidas por hongos del género *Aspergillus*, un organismo filamentoso saprofítico, es decir, tiene unos filamentos llamados hifas —las unidades estructurales de este tipo de hongos—, y se caracterizan por descomponer la materia orgánica para obtener sus nutrientes. Pertenecen a la clase *Hyphomycetes* y se caracterizan por la formación de conidióforos con estípites grandes, paredes gruesas y ápice hinchado o vesículas, que producen las esporas para su reproducción (figura 1) (Flores-Gallegos et al., 2016).

Existen alrededor de 250 especies, pero al menos 19 de ellas han sido consideradas como agentes infecciosos oportunistas. Los principales productores de aflatoxinas son *A. flavus*, *A. parasiticus* y *A. nomius*, que producen cuatro variantes principales de aflatoxinas —B1, B2, G1 y G2—, siendo la B1 la más tóxica, mientras que las aflatoxinas M1 y M2 son producidas a partir del metabolismo de B1 y B2, respectivamente (Kumar et al., 2017).

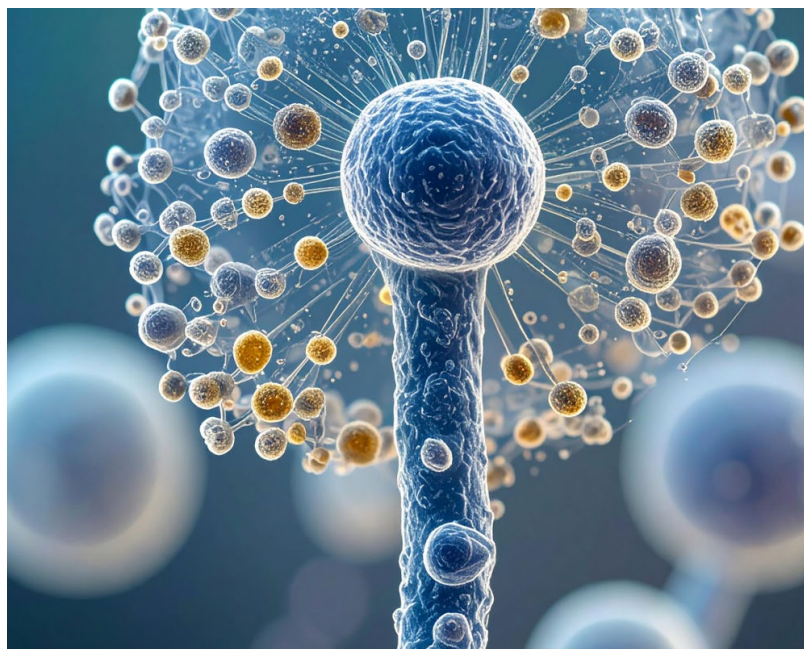


Figura 1. Microestructura de la espora de *Aspergillus*.
Nota: Imagen generada mediante Adobe Firefly.

Este tipo de hongos se desarrollan principalmente en cultivos de maíz, trigo, arroz, frutos secos, nueces o bien, en heno, ensilados o granos destinados al consumo del ganado, y la contaminación puede darse antes o después de la cosecha debido a malas prácticas de almacenamiento (Ndagijimana et al., 2020; Jiang et al., 2021).

El desarrollo y la germinación de las esporas de *Aspergillus* dependen de una combinación de factores externos e internos. Entre los externos se encuentran la temperatura, la luz, la humedad relativa, la actividad acuosa del sustrato y la disponibilidad de nutrientes, mientras que entre los internos destacan las interacciones biológicas con insectos y otros organismos. Este hongo puede desarrollarse en un intervalo de temperatura de 6 a 47 °C, siendo la temperatura óptima entre 25 y 35 °C, la cual también favorece el crecimen-

to cuando la cantidad de agua del alimento es alta (Flores-Gallegos et al., 2016).

Además, condiciones como una humedad relativa superior al 85 %, un pH entre 3 y 6, y niveles adecuados de oxígeno y dióxido de carbono son esenciales para su crecimiento (Flores-Gallegos et al., 2016; Kumar et al., 2021). Un sustrato con alto contenido de carbohidratos también promueve una mayor producción del hongo. La contaminación de los cultivos puede ocurrir antes de la cosecha debido a la presencia natural del hongo en el suelo, y continúa durante la postcosecha, especialmente si los granos se almacenan en condiciones favorables para su desarrollo (Kumar et al., 2021).

¿Y cómo es que estas sustancias llegan a la leche?

La aflatoxina B1 llega a la leche principalmente a través de un proceso de transferencia del alimento contaminado. Cuando las vacas lecheras consumen alimento que contiene esta micotoxina, esta circula por el torrente sanguíneo y es transportada hasta el hígado, donde es metabolizada por una enzima y es convertida en aflatoxina M1. Este metabolito (la aflatoxina M1) vuelve a circular en la sangre, llegando a tejidos, incluidas las glándulas mamarias, donde se excreta a través de la leche destinada al consumo humano (figura 2) (Min et al., 2021; Zentai et al., 2023). Sin embargo, se ha documentado que la transformación de aflatoxina B1 a M1 también puede ocurrir en las células de las glándulas mamarias, representando una

vía adicional de contaminación de la leche, sobre todo cuando el ganado está expuesto a niveles altos de contaminación con estas micotoxinas a través de la dieta (Min et al., 2021).

Los factores que influyen en esta transferencia incluye la cantidad de aflatoxina B1 en el alimento, la producción de leche de la vaca, el tipo de alimento, la ubicación geográfica e incluso la estación del año. Esta contaminación representa un riesgo significativo para la seguridad alimentaria, ya que la aflatoxina M1 es resistente a los métodos térmicos comunes de procesamiento de la leche, como la pasteurización, la ultrapasteurización y la esterilización, y pueden llegar a encontrarse en derivados lácteos como quesos o yogures. No obstante, se ha visto que, al retirar las fuentes de contaminación, los niveles de aflatoxina M1 en la leche disminuyen significativamente. Por lo tanto, controlar los niveles de aflatoxina en los piensos para ganado lechero es crucial para minimizar su presencia en la leche y sus derivados, y proteger la salud pública (Min et al., 2021; Zentai et al., 2023).

¿Qué pasa si consumimos leche y productos lácteos contaminados con aflatoxinas?

Uno de los efectos más estudiados es su potencial cancerígeno. La aflatoxina B1 es la más peligrosa de todas y es clasificada por la Agencia Internacional para la Investigación

sobre el Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) como carcinógeno del Grupo 1, es decir, con evidencia suficiente de causar cáncer en humanos, particularmente cáncer de hígado, y este riesgo se incrementa de manera importante en personas con infección por el virus de la hepatitis B, debido a un efecto sinérgico entre ambos agentes. Por otro lado, la aflatoxina M1, es clasificada en el grupo 2B como posible cancerígeno en humanos (Gong et al., 2016; Kumar et al., 2017).

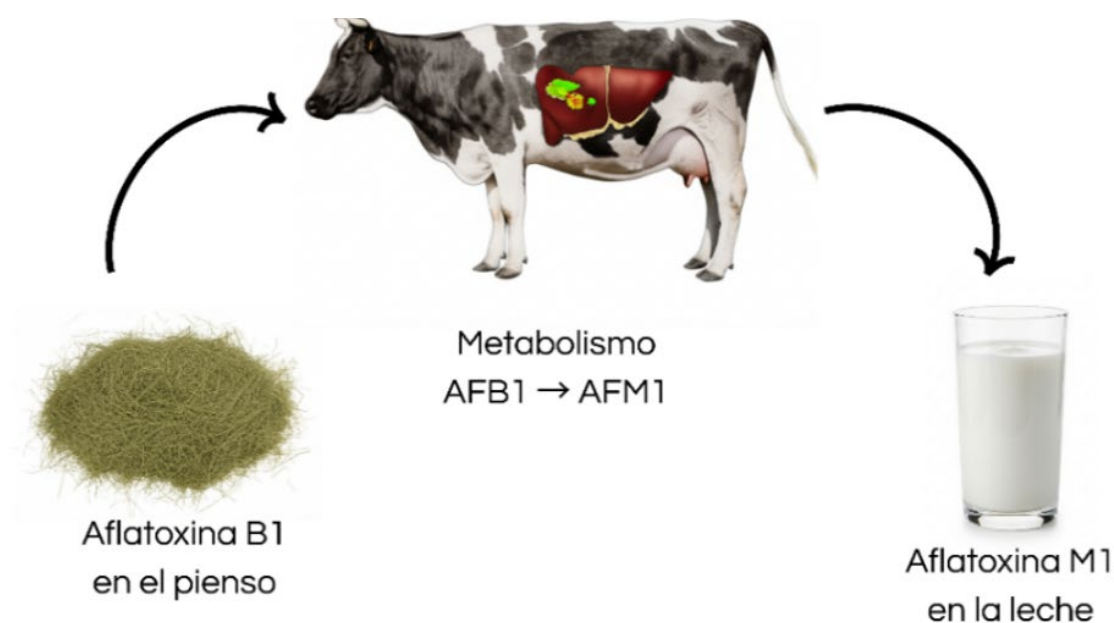


Figura 2. Paso de la aflatoxina B1 en la cadena de producción de la leche.

Nota: Imagen generada mediante Canva.

Además del cáncer, la exposición prolongada o crónica a aflatoxinas puede producir una serie de alteraciones en el organismo. Se ha documentado que debilitan el sistema inmunológico, lo que reduce la capacidad del cuerpo para defenderse frente a infecciones y enfermedades. También se han asociado con procesos teratogénicos, aumentando el riesgo de malformaciones fetales durante el embarazo, y con mutagénesis, es decir, cambios en la secuencia del ADN que pueden alterar el funcionamiento normal de las células. Estas toxinas afectan también el equilibrio hormonal, interfiriendo en diversos procesos fisiológicos (Benkerroum, 2020).

En la infancia, su impacto es especialmente preocupante, ya que se relaciona con casos de desnutrición severa, como el kwashiorkor, así como con retraso en el crecimiento. Esto se debe a que las aflatoxinas interfieren con la absorción de nutrientes esenciales como las vitaminas A, C y E, y minerales como el selenio (Benkerroum, 2020).

Por el contrario, la exposición aguda a aflatoxinas —también llamada aflatoxicosis— sucede cuando se ingieren dosis muy altas de estas toxinas en un periodo muy corto. En esos casos, el cuerpo reacciona con síntomas muy evidentes como náuseas fuertes, vómitos continuos y dolor en el abdomen. Además, puede aparecer ictericia (la piel y los ojos se vuelven amarillos) porque el hígado ya no logra eliminar la bilirrubina. También pueden presentarse problemas de coagulación, lo que se traduce en moretones o sangrados. Cuando la intoxicación es muy grave, el daño hepático puede avanzar a insuficiencia hepática e incluso afectar los riñones, provocando hinchazón, convulsiones o pérdida de la conciencia (Dhakal et al., 2023).

En conjunto, estos efectos convierten a las aflatoxinas en una amenaza silenciosa para la salud pública y son especialmente preocupantes en poblaciones vulnerables, como niños pequeños, mujeres embarazadas y personas con un sistema inmune debilitado. Por ello, el control y monitoreo de aflatoxinas en alimentos y piensos es una prioridad de salud pública a nivel mundial.

Conclusión

Las aflatoxinas en los productos lácteos representan una amenaza real, persistente y subestimada para la salud humana. Su presencia en la leche, resultado de un proceso de contaminación que inicia en los cultivos y continúa a lo largo de la cadena de producción láctea, exige una vigilancia constante y estrategias efectivas de control.

Estas toxinas son capaces de resistir los tratamientos térmicos tradicionales y su toxicidad, tanto en exposiciones a corto como a largo plazo, puede afectar gravemente al sistema inmunológico, al desarrollo infantil y, en casos más graves, incrementar el riesgo de padecer cáncer. Esta situación se agrava aún más en regiones donde el control de calidad en la producción alimentaria es deficiente o donde las regulaciones no se aplican de forma estricta.

Por ello, el abordaje de este problema debe ser integral: desde la implementación de buenas prácticas agrícolas y de almacenamiento, hasta la vigilancia regulatoria del contenido de aflatoxinas en piensos para ganado y productos lácteos. Es crucial fomentar la investigación, promover tecnologías de detoxificación accesibles y asegurar el cumplimiento de normativas nacionales e internacionales y, mediante una acción coordinada entre productores, autoridades sanitarias y consumidores será posible garantizar una leche segura, libre de contaminantes invisibles y verdaderamente nutritiva.

“Porque la inocuidad de nuestros alimentos protege nuestra salud”.

Referencias

Benkerroum, N. (2020). Chronic and acute toxicities of aflatoxins: Mechanisms of action. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(2), 423. <https://doi.org/10.3390/ijerph17020423>

- Dhakal, A., Hashmi, M. F., & Sbar, E. (2023, February 19). Aflatoxin toxicity. En StatPearls. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557781/>
- Flores Gallegos, A. C., Veana-Hernandez, F., Michel-Michel, M., Lara-Victoriano, F., & Rodríguez-Herrera, R. (2016). Molecular evolution of *Aspergillus*. En V. K. Gupta (Ed.), *New and future developments in microbial biotechnology and bioengineering* (pp. 41–51). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63505-1.00003-8>
- Gong, Y. Y., Watson, S. & Routledge, M. N. (2016). Aflatoxin exposure and associated human health effects: A review of epidemiological studies. *Food Safety*, 4(1), 14–27. <https://doi.org/10.14252/foodsafetyfscj.2015026>
- Jiang, Y., Ogunade, I. M., Vyas, D. & Adesogan, A. T. (2021). Aflatoxin in dairy cows: Toxicity, occurrence in feedstuffs and milk, and dietary mitigation strategies. *Toxins*, 13(4), 283. <https://doi.org/10.3390/toxins13040283>
- Kumar, A., Pathak, H., Bhadauria, S., & Sudan, J. (2021). Aflatoxin contamination in food crops: Causes, detection, and management: A review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 3, 17. <https://doi.org/10.1186/s43014-021-00064-y>
- Kumar, P., Mahato, D. K., Kamle, M., Mohanta, T. K. & Kang, S. G. (2017). Aflatoxins: A global concern for food safety, human health, and their management. *Frontiers in Microbiology*, 7, 2170. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.02170>
- Min, L., Fink-Gremmels, J., Li, D., Tong, X., Tang, J., Nan, X., Yu, Z., Chen, W., & Wang, G. (2021). An overview of aflatoxin B1 biotransformation and aflatoxin M1 secretion in lactating dairy cows. *Animal Nutrition*, 7, 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.11.002>
- Ndagijimana, R., Shahbaz, U. & Sun, X. (2020). Aflatoxin B1 in food and feed: An overview on prevalence, determination and control tactics. *Journal of Academia and Industrial Research*, 8(8), 140–145.
- Zentai, A., Józwiak, Á., Süth, M., & Farkas, Z. (2023). Carry-over of aflatoxin B1 from feed to cow milk—A review. *Toxins*, 15(3), 195. <https://doi.org/10.3390/toxins15030195>

Sobre los autores/as

L.N. Edna Mariana Torres Bautista. Estudiante de la Maestría en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Email: 2252801588@alumnos.xoc.uam.mx

Dr. Rey Gutiérrez Tolentino. Profesor Titular de Carrera Nivel C de Tiempo Completo del Departamento de Producción Agrícola y Animal de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, con línea de investigación en calidad e inocuidad de los alimentos con énfasis en la leche y productos lácteos, y su efecto en la nutrición humana. Email: reygut@correo.xoc.uam.mx

Dra. Beatriz Schettino Bermúdez. Profesora Titular de Carrera Nivel A de Tiempo Completo del Departamento de Producción Agrícola y Animal de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, con intereses de investigación en la evaluación de la calidad e inocuidad de los alimentos, presencia de sustancias residuales en los alimentos y lípidos bioactivos en la leche y derivados. Email: schettin@correo.xoc.uam.mx

Dra. Claudia Cecilia Radilla Vázquez. Profesora Titular de Carrera Nivel C de Tiempo Completo del Departamento de Atención a la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, con línea de investigación en la generación de un modelo de intervención para la promoción de hábitos y estilos de vida saludable creando y usando tecnologías de salud móvil para niños, adolescentes y adultos de la Ciudad de México, e intereses de investigación en promoción de hábitos de vida saludable, inocuidad alimentaria, calidad de los alimentos y funcionalidad de los alimentos. Email: cradilla@correo.xoc.uam.mx