

El hongo *Aspergillus*: alerta invisible para la salud vegetal, animal y humana^φ

Guillermo Guzmán-Ochoa¹, Jonathan R. Garay-Martínez²,
Moisés Felipe Victoriano², Santiago Joaquín-Cancino^{1*}

Introducción

Imagina un enemigo que burle fronteras de la naturaleza. El hongo *Aspergillus* comienza su viaje oculto entre las semillas del campo y resiste el almacenamiento en bodegas. Cuando la semilla llega al suelo y germina, también aprovecha las condiciones climáticas como humedad y temperatura (Divakara *et al.* 2014).

Aspergillus es un género de hongos filamentosos (mohos) compuesto por más de 300 especies; sin embargo, *Aspergillus fumigatus*, *A. niger* y *A. flavus* son más comunes. Estas especies son patógenos oportunistas porque mientras la planta está sana no hay riesgo (Nji *et al.* 2023), pero cuando plagas y enfermedades dañan la estructura vegetal y causan lesiones en el tejido, el hongo aprovecha para colonizar el cultivo (Zakaria *et al.* 2024). Una vez desarrollado en la planta, el hongo se alimenta de ella y produce aflatoxinas que a su vez ocasionan contaminación alimentaria cuando los cultivos son para ensilaje de plantas completas para alimentación del ganado (Mannai *et al.* 2026).

El ensilaje es el forraje verde conservado por fermentación láctica en condiciones anaeróbicas (Franco y Rinne 2023). Cuando el ensilaje falla por malas prácticas, como una compactación deficiente, uso de plásticos rotos o un sellado tardío del silo, permite la entrada

^{φ1}Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Centro Universitario, Campus, C.P. 87149, Cd Victoria, Tamaulipas, México. ²INIFAP, Campo Experimental Las Huastecas, Carretera Tampico-Mante km 55, C.P. 89610, Altamira, Tamaulipas, México.

*Autor para correspondencia: sjoaquin@docentes.uat.edu.mx

DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.7139>



de oxígeno. El material ensilado se convierte en un sustrato para el crecimiento de *Aspergillus* y deteriora la calidad del ensilado (Divakara *et al.* 2014). Cuando el ganado consume ensilado contaminado por *Aspergillus*, adquiere aflatoxicosis, que es una intoxicación que afecta su salud (Katoch 2022).

En vacas lecheras, el hígado absorbe la aflatoxina B1, producida por *Aspergillus*, y la convierte en una variante llamada aflatoxina M1 que se transfiere hacia la leche y conserva su potencial carcinogénico para el consumidor (Iqbal *et al.* 2015). El objetivo de este trabajo fue describir el impacto del hongo *Aspergillus*, como amenaza sanitaria interconectada desde su origen en los cultivos y su proliferación en alimentos que afectan la economía agrícola, la producción ganadera y la salud pública. Bajo el enfoque de una sola salud, la ruta de las aflatoxinas demuestra que la salud de los cultivos, animales y seres humanos es una sola.

El origen en el campo

Aspergillus vive de manera natural en suelos donde cumple un rol ecológico al descomponer la materia orgánica, y mientras la planta esté sana no hay riesgo (Fig. 1A). Sin embargo, se transforma en un enemigo invisible de la agricultura cuando las condiciones climáticas disparan su crecimiento poblacional. Bajo estas condiciones, aprovecha el estrés hídrico, y las heridas causadas por plagas y enfermedades para colonizar las plantas (Fig. 1B,1C) (Nji *et al.* 2023). Durante este proceso, libera aflatoxinas (*i.e.*, metabolitos secundarios) que contaminan los cultivos básicos y amenazan la salud pública, la seguridad alimentaria y causan pérdidas económicas anuales que rondan entre 6,000 y 18,000 millones de dólares (Yohannis *et al.* 2025).

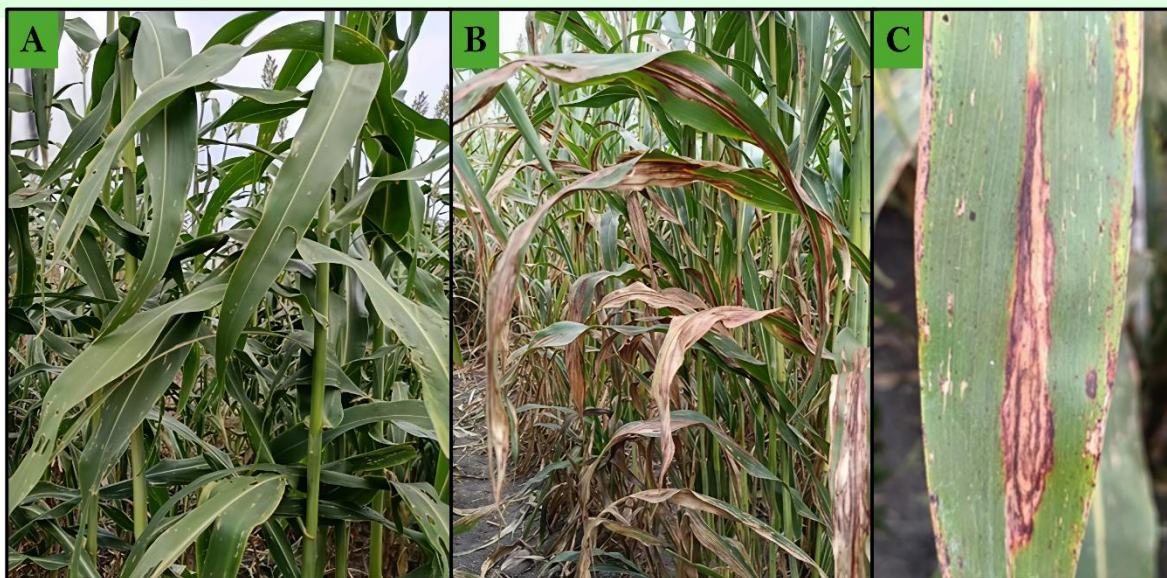


Figura 1. Genotipos de sorgo forrajero con daño por hongos fitopatógenos del tizón foliar. (A) Plantas con láminas foliares turgentes verde uniforme, (B) Plantas con infección por hongos fitopatógenos, (C) Lesión necrótica por hongos fitopatógenos que son entrada de hongos oportunistas como *Aspergillus*.

Cuando los granos se almacenan con contenido de humedad superior al 14 % y en espacios mal ventilados, se generan microclimas cálidos que aceleran el crecimiento del hongo (Divakara *et al.* 2014). De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, aproximadamente 13 % de los alimentos se pierde entre la postcosecha y la comercialización y es precisamente la proliferación fúngica una de las causas predominantes (Fig.2).

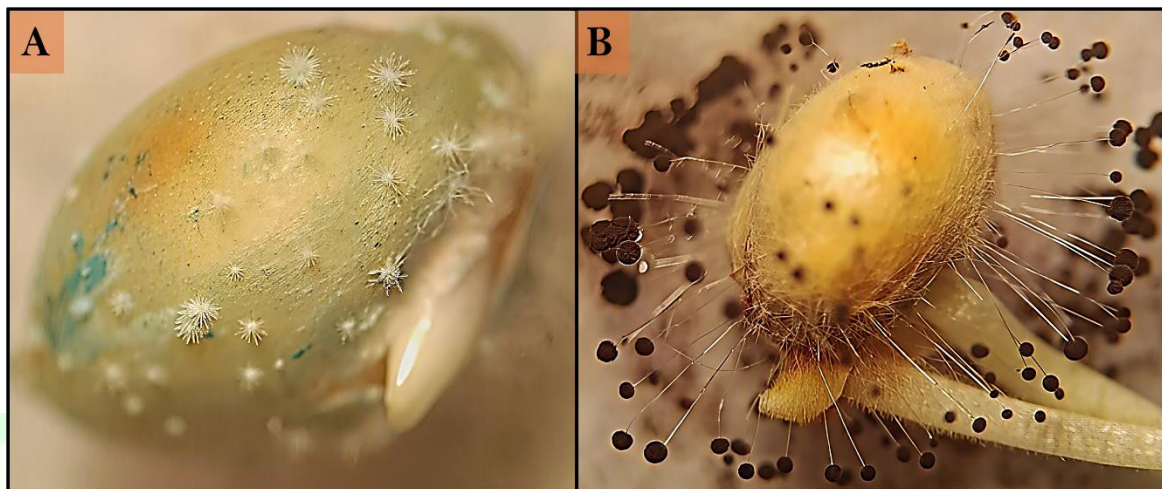


Figura 2. Microfotografía de alta resolución de semillas de sorgo afectadas por *Aspergillus* durante las primeras fases de imbibición y germinación. (A) Semilla a 48 h de germinación, donde se aprecia la ruptura de la cutícula y la emergencia del coleóptilo en la sección inferior derecha, y sobre el pericarpio se aprecian fases iniciales de micelio aéreo en forma de estrellas, (B) Semillas de sorgo a 96 h de germinación afectada por *Aspergillus*.

Deterioro de ensilados conservados inadecuadamente

El ensilaje consiste en conservar el forraje húmedo por fermentación anaeróbica; sin embargo, cuando se afecta la entrada de oxígeno por plásticos rotos por roedores y mala compactación, el oxígeno reactiva las esporas latentes de *Aspergillus* que toleran la acidez del ensilaje y colonizan rápidamente el material (Mannai *et al.* 2026).

El hongo consume los azúcares, y ácidos orgánicos esenciales, y reduce drásticamente la calidad nutricional y digestibilidad del forraje (Franco y Rinne 2023). La actividad metabólica del hongo eleva la temperatura del ensilado y altera su olor y sabor. Los animales detectan el forraje deteriorado y dejan de consumir el alimento, lo que se traduce en una pérdida de peso y caída en la producción láctea (Franco y Rinne 2023).

“Aspergillus es un género de hongos filamentosos (moños) compuesto por más de 300 especies; sin embargo, Aspergillus fumigatus, A. niger y A. flavus son más comunes. Estas especies son patógenos oportunistas porque mientras la planta está sana no hay riesgo, pero cuando plagas y enfermedades dañan la estructura vegetal y causan lesiones en el tejido, el hongo aprovecha para colonizar el cultivo.”

En México, más del 50 % de cuencas lecheras tienen niveles detectables de micotoxinas asociadas con *Aspergillus*. Esto revela que las malas prácticas son la causa principal de contaminación del campo hacia el metabolismo del animal. Ensilados contaminados con *A. fumigatus* y *A. niger* liberan metabolitos secundarios citotóxicos e inmunodepresores que atacan las defensas del ganado (Álvarez-Días *et al.* 2022). Al remover capas contaminadas, se liberan esporas al medio y generan un riesgo de aspergilosis respiratoria, tanto para animales como para trabajadores que manipulan el forraje (Katoch 2022).

Cuando el ganado consume forraje contaminado, se infecta por micotoxicosis (Fig. 3). Aunque los rumiantes poseen bacterias en el rumen que degradan componentes tóxicos, las vacas de alta producción digieren el alimento tan rápido que su sistema no alcanza a degradarlos por completo (Iqbal *et al.* 2015). Las toxinas inhiben la síntesis de proteínas y anticuerpos, por lo que el animal queda indefenso ante patógenos comunes y aumenta el riesgo de enfermedades. La exposición prolongada a bajas concentraciones provoca problemas reproductivos, como abortos y reducción generalizada de la producción de leche (Álvarez-Días *et al.* 2022).

Aflatoxina B1 en la salud humana

Las aflatoxinas son metabolitos secundarios producidos por *A. flavus* y *A. parasiticus* y la aflatoxina B1 es la más potente y tóxica (Marchese *et al.* 2018). El peligro biológico en el campo se convierte en un problema de salud pública cuando el animal ingiere la aflatoxina B1 de los granos y forrajes, y el hígado la metaboliza y la transforma en aflatoxina M1 (Iqbal *et al.* 2015). Esta nueva sustancia se excreta por la leche y, al ser una molécula termoestable, resiste altas temperaturas de procesamiento (>100 °C) como la pasteurización industrial y llega intacta a los productos lácteos comerciales como una amenaza para la salud humana (Álvarez-Días *et al.* 2022).

La ingesta continua de dosis bajas de esta aflatoxina daña las células hepáticas y es responsable del cáncer de hígado y cirrosis, por lo que las aflatoxinas están catalogadas por la Organización Mundial de la Salud como carcinógenos del grupo 1 (Yohannis *et al.* 2025). Las esporas de *Aspergillus* pueden ser inhaladas diariamente en casi cualquier espacio sin causar problemas en personas con un sistema inmunitario fuerte. Sin embargo, en personas con condiciones específicas, pueden causar problemas médicos severos como asma, sinusitis e inflamación de las vías respiratorias (Kemboi *et al.* 2020).



Figura 3. Ensilado de sorgo para la alimentación de ganado lechero, contaminado por hongos saprófitos. En el recuadro ampliado destaca la colonización biótica por un micelio algodonoso que recubre el ensilado.

Para mitigar los estragos de *Aspergillus* y sus toxinas, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura ha establecido límites máximos estrictos en partes por billón para prevención. Para aflatoxinas totales es 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en cereales y granos para consumo humano (20 partes por billón para dimensionar esta escala). Entonces 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ equivale a un solo peso en una fortuna de mil millones de pesos. Para la aflatoxina M1 excretada directamente en la leche 0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y para el alimento de ganado lechero (granos y forrajes) es 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ajustado a base seca (FAO 2003).

El peligro biológico en el campo se convierte en un problema de salud pública cuando el animal ingiere la aflatoxina B₁ de los granos y forrajes, y el hígado la metaboliza y la transforma en aflatoxina M₁. ”

Prevención y mitigación

Debido al impacto negativo de las micotoxinas en la economía y en la salud, se han desarrollado estrategias para mitigar sus efectos (FAO 2003). El primer obstáculo es el desconocimiento de los agricultores, comerciantes, ganaderos y consumidores, lo que impide la implementación de estrategias para prevención de contaminación fúngica en el campo y fases posteriores a la cosecha. En campo, se han implementado cepas no toxigénicas de *Aspergillus* para el desplazamiento de cepas peligrosas y se ha disminuido la contaminación entre 20 y 90 % (Kemboi *et al.* 2020). El secado rápido después de la cosecha reduce el contenido de humedad, lo cual, es esencial para detener el crecimiento de hongos; un contenido de humedad del 10 al 13 % es seguro para cereales (Franco y Rinne 2023).

Durante la alimentación, al ganado debe suministrársele forraje fresco y de buena calidad y considerar métodos químicos para desintoxicar: a) aglutinantes, que impiden la absorción de micotoxinas y b) modificadores, que descomponen las micotoxinas en los intestinos logrando una reducción hasta del 41 % (Divakara *et al.* 2014). La descontaminación física dispone de absorbentes, como carbón activado y minerales de arcilla, que actúan uniéndose a la micotoxina y evitan la absorción en los rumiantes (Mugerwa *et al.* 2025). La descontaminación biológica dispone de microorganismos para reducir la toxicidad, entre ellos destacan bacterias de la familia *Coriobacteriaceae* capaces de degradar las micotoxinas (Kemboi *et al.* 2020).

*“Para mitigar los estragos de *Aspergillus* y sus toxinas, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura ha establecido límites máximos estrictos en partes por billón para prevención.”*

Conclusión

El impacto del hongo *Aspergillus* implica la necesidad de adoptar un enfoque científico de ‘Una Sola Salud’. En este sentido, un suelo afectado por condiciones climáticas, o un grano mal almacenado en el sector agrícola, no debe ser un problema aislado, sino que es el detonante directo que provoca desnutrición y enfermedades del ganado. También, reconocer que esto reduce el abasto proteico de origen animal y contamina los productos derivados que son consumidos por la población humana y que podrían afectar su salud.

Referencias

- Álvarez-Días F, Torres-Parga B, Valdivia-Flores AG, Quezada-Tristán T, Alejos De La Fuente JI, Sosa-Ramírez J y Rangel-Muñoz EJ. 2022. *Aspergillus flavus* and total aflatoxins occurrence in dairy feed and aflatoxin M₁ in bovine milk in Aguascalientes, Mexico. *Toxins* 14(5):292. <https://doi.org/10.3390/toxins14050292>.
- Divakara ST, Aiyaz M, Hariprasad P, Nayaka SC y Niranjana SR. 2014. *Aspergillus flavus* infection and aflatoxin contamination in sorghum seeds and their biological management. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 47(12):2141-2156. <https://doi.org/10.1080/03235408.2013.869892>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2003. Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed in 2003. FAOSTAT. Italia. Fecha de consulta 14/06/2026 en <https://www.fao.org/4/y5499e/y5499e00.htm#Contents>.
- Franco M y Rinne M. 2023. Dry matter content and additives with different modes of action modify the preservation characteristics of grass silage. *Fermentation* 9(7):640. <https://doi.org/10.3390/fermentation9070640>.
- Iqbal SZ, Jinap S, Pirouz AA y Ahmad-Faizal AR 2015. Aflatoxin M₁ in milk and dairy products, occurrence and recent challenges: a review. *Trends in Food Science & Technology* 46(1):110-119. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.08.005>.
- Katoch R. 2022. Postharvest processing and preservation of forages. En Katoch R (ed.) *Nutritional quality management of forages in the Himalayan region*. Springer. Singapur. pp. 529-546. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-5437-417>.
- Kemboi DC, Antonissen G, Ochieng PE, Croubels S, Okoth S, Kangethe EK, Faas J, Lindahl JF y Gathumbi JK. 2020. A review of the impact of mycotoxins on dairy cattle health: challenges for food safety and dairy production in Sub-Saharan Africa. *Toxins* 12(4):222. <https://doi.org/10.3390/toxins12040222>.
- Mannai A, Youssef NOB y Salem HB. 2026. Identification and dynamics of toxigenic fungi in forage before and after fermentation for silage production, and their correlation with detected mycotoxins. *Grass and Forage Science* 81(1): e70044. <https://doi.org/10.1111/gfs.70044>.
- Marchese S, Polo A, Ariano A, Velotto S, Costantini S y Severino L. 2018. Aflatoxin B₁ and M₁: biological properties and their involvement in cancer development. *Toxins* 10(6):214. <https://doi.org/10.3390/toxins10060214>.
- Mugerwa S, Kabirizi J y Zziwa E. 2015 Effect of supplementing lactating goats fed on aflatoxin contaminated feed with calcium bentonite and activated charcoal on aflatoxin M₁ concentration, excretion and carryover in milk. *Uganda Journal of Agricultural Sciences* 16(1):83-92. <http://dx.doi.org/10.4314/ujas.v16i1.6>.

- Nji QN, Babalola OO y Mwanza M. 2023. Soil *Aspergillus* species, pathogenicity and control perspectives. Journal of Fungi 9(7):766. <https://doi.org/10.3390/jof9070766>.
- Yohannis E, Urugo MM, Tekla TA, Getachew P, Tola YB, Forsido SF, Kebede S y Teferra TF. 2025. Aflatoxin contamination in agri-food systems: a comprehensive review of toxicity, food security, economic impacts, and sustainable mitigation across the value chain. Food Science & Nutrition 13(1): e71104. <https://doi.org/10.1002/fsn3.71104>.
- Zakaria L. 2024. An overview of *Aspergillus* species associated with plant diseases. Pathogens 13(9):813. <https://doi.org/10.3390/pathogens13090813>.

Guzmán-Ochoa G, Garay-Martínez JR, Victoriano MF, Joaquín-Cancino S. 2026. El hongo *Aspergillus*: alerta invisible para la salud vegetal, animal y humana. Bioagrociencias 19 (2): 86-93.
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.7139>

