

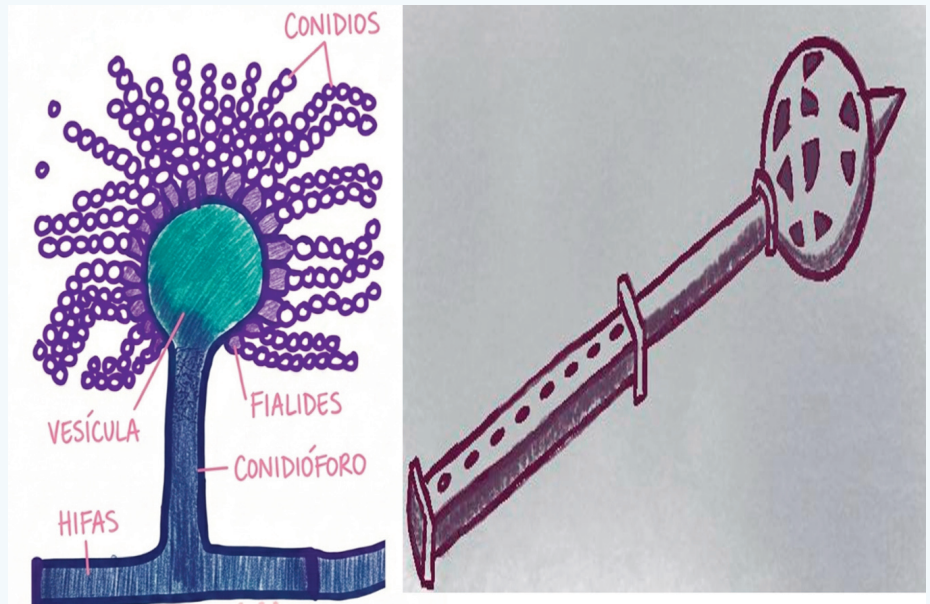


Figura 1. Morfología al microscopio de *Aspergillus*. Estructuras de *Aspergillus* y “aspergillum”, el instrumento que esparce agua bendita. Elaboración propia con Procreate para iOS.

Aspergillus, un hongo con doble personalidad: ingeniero oculto y saboteador silencioso

Aspergillus, a fungus with a dual personality: hidden engineer and silent saboteur

Josué Altamirano Hernández, Víctor Meza Carmen,
Irina Vanessa García Domínguez

Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
Morelia, Michoacán, México.
Contacto: 1837874h@umich.mx

Resumen. “Solo porque soy malo no quiere decir que todo lo que hago es malo”... Es una frase que hemos escuchado decir a los villanos de las películas, pero eso también lo podría decir un organismo que ha sido señalado, principalmente por causar enfermedades, dañar cultivos y producir toxinas. Sin embargo, ese mismo organismo es un productor de enzimas y compuestos de valor industrial. Un organismo de una morfología inconfundible llena de filamentos, cabezas en forma de globos y melenas despeinadas, ¿saben a quién me refiero? ¡Exacto! ¡*Aspergillus*!

Palabras clave: *Aspergillus*, toxinas, enzimas, biotecnología

Abstract. “Just because I am bad it doesn’t mean that everything I do is bad”... That phrase has been said by a lot of movies villains, but is also something that someone who’s been misjudged could say, mostly for causing sickness, damaged crops and toxins production. Nevertheless, that organism can produce enzymes and compounds with industrial value. This organism has a distinct morphology full of filaments, ballon-shaped heads and messy hair-like structures. Do you know who I am talking about? That’s right! It is *Aspergillus*!

Key words: *Aspergillus*, toxins, enzymes, biotechnology

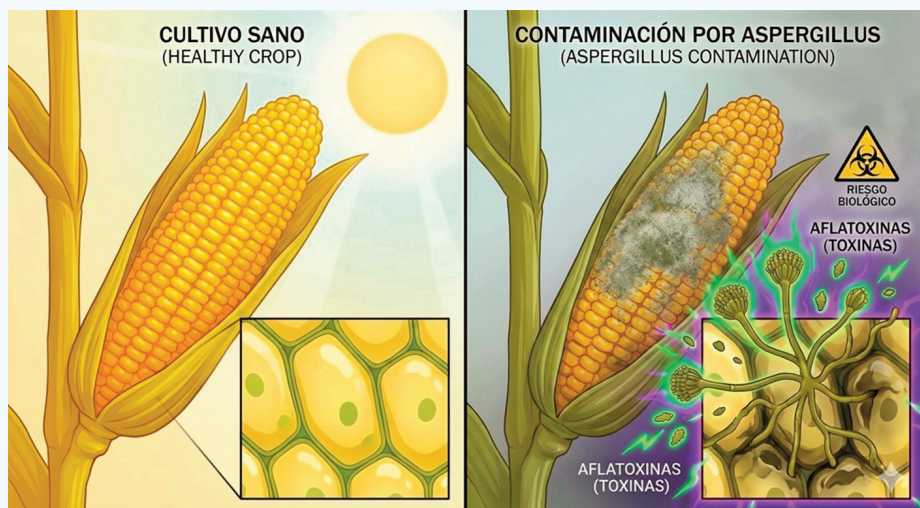


Figura 2. *Aspergillus* el saboteador silencioso. Diferencia entre un cultivo sano y un cultivo contaminado con *Aspergillus* y sus aflatoxinas. Elaborado con Gemini, inteligencia artificial.

Un nombre peculiar con una historia microscópica

El género *Aspergillus* es, para muchos, un nombre poco familiar. Sin embargo, detrás de esta palabra de origen latino se encuentra un grupo de hongos microscópicos con una historia científica fascinante y de gran relevancia para la salud humana y el ambiente. Pero ¿quién le dio ese nombre y por qué? En 1729 un científico botánico italiano de nombre Antonio Micheli, viajó por distintos lugares de Europa con la misión de buscar distintas especies de plantas y hongos (Cruz-Choappa, 2023). Micheli describió por primera vez alrededor de 1400 plantas y más de 800 hongos, y toda esta información la plasmó en un documento llamado *Nova Plantarum Genera*.

En su publicación Micheli habló acerca de especies de hongos de importancia en la salud humana como *Aspergillus*. En fin, Micheli descubrió y describió a *Aspergillus* y resulta que cuando lo vio al microscopio, un instrumento que permite aumentar el tamaño de las cosas, logró ver su forma en niveles que a simple vista no se lograban observar y se dio cuenta que tenía ciertas estructuras parecidas a filamentos y otras que se le hicieron semejantes a algo que ya había visto antes y con lo que estaba familiarizado, un aspergillum, instrumento con el cual se esparce el agua bendita en la religión católica que tiene una cabeza en forma de globo (Micheli, 1729). En aquel momento algo más llamó su atención, alrededor de la cabeza en forma de globo y en disposición radial se encontraban otras estructuras pequeñas y esféricas que hoy

en día se conocen como conidios: (véase la Fig. 1).

Un habitante casi omnipresente

En la actualidad, se conoce que *Aspergillus* es una familia extensa de hongos y de las más abundantes en el mundo con más de 400 especies. Los *Aspergillus* son hongos que crecen casi en cualquier lugar y en cualquier ambiente, ¡Sí! En donde sea. Estos hongos pueden encontrarse en ambientes tan distintos como suelos, aire, agua, cultivos agrícolas, materiales de construcción, textiles e incluso dentro de plantas y animales.

Gracias a esta versatilidad, *Aspergillus* puede comportarse como un organismo saprófito (descomponedor), endófito (viviendo dentro de plantas sin causar daño) o patógeno, lo que ha contribuido

a su mala reputación. De hecho, algunos de sus representantes son conocidos como verdaderos “saboteadores silenciosos”.

El lado oscuro: toxinas y enfermedades

Algunas especies de *Aspergillus* producen aflatoxinas, un grupo de micotoxinas altamente peligrosas que pueden contaminar alimentos como el maíz y otros cereales, especialmente cuando se almacenan en condiciones de alta humedad y temperatura. Entre ellas, las aflatoxinas más relevantes se conocen como: B1, B2, G1 y G2 (Caceres *et al.*, 2020), siendo la B1 la más tóxica y carcinogénica, asociada con daños hepáticos y cáncer (véase la Fig. 2).

Además, ciertas especies pueden causar enfermedades conocidas como aspergilosis (Bejar *et al.*, 2019). Es importante resaltar que *Aspergillus* no enferma a diestra y siniestra, normalmente las esporas de los patógenos que inhalamos todos los días los humanos o en general los mamíferos se eliminan por algunas células del sistema inmune (dichas células reconocen lo propio de lo extraño). Esto no pasa en individuos con el sistema inmune debilitado, en ese caso *Aspergillus* encuentra su oportunidad y provoca enfermedad.

Un caso muy conocido de este hongo es el de “la maldición de Tutankamón” (Parra, 2025), la leyenda cuenta que los excavadores de esa expedición después de abrir la tumba del faraón del antiguo Egipto fallecieron extrañamente un tiempo después y se creía que era una

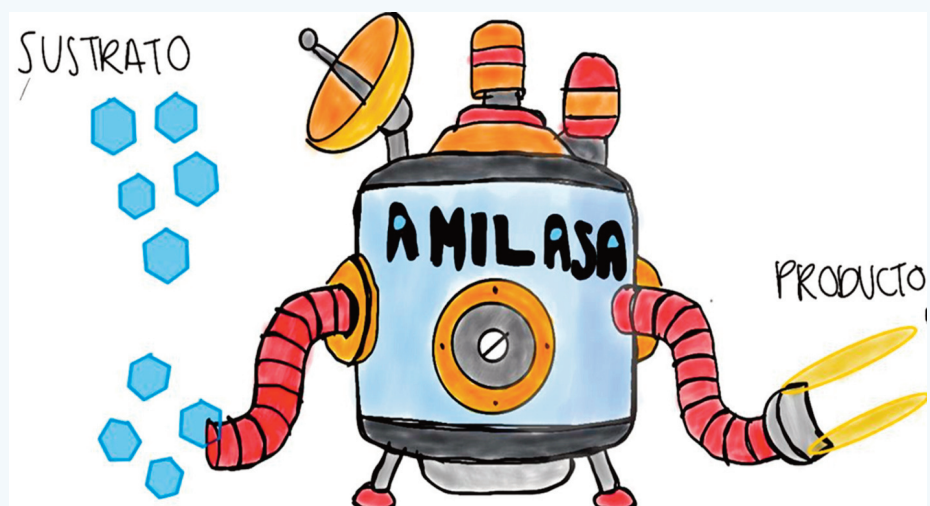


Figura 3. Las enzimas: máquinas que transforman. La enzima amilasa transformando el sustrato en productos. Elaboración propia con Procreate para iOS.

maldición por haber perturbado la tumba. Décadas después, los científicos entraron en la tumba de Casimiro IV en Polonia y la historia se repitió, pero esta vez los científicos hicieron investigaciones con las que revelaron que las tumbas en su interior contenían esporas de *Aspergillus flavus*, el culpable invisible de la muerte de los excavadores.

El ingeniero oculto: biotecnología en acción

Aspergillus no solo tiene una faceta peligrosa, también es un ingeniero bioquímico extraordinario. Un científico curioso descubrió algo interesante cuando cultivó una especie de *Aspergillus niger* en un medio rico en azúcar, resulta que en este cultivo se produjo un ácido orgánico en grandes cantidades, el ácido cítrico. El ácido cítrico es una molécula que se utiliza en la industria de los alimentos para su preservación. Además de los ácidos orgánicos, estos hongos tienen la capacidad de producir una gran cantidad de enzimas extracelulares que en la actualidad se utilizan para llevar a cabo la degradación de polímeros naturales como el almidón o la celulosa, permitiendo su conversión en azúcares más simples e intermediarios que constituyen la base de múltiples aplicaciones industriales, entre ellas la producción de biocombustibles y enzimas comerciales.

Los azúcares simples que se liberan actúan como sustratos fermentables o precursores en rutas metabólicas que conducen a la síntesis de estos compuestos de alto valor económico. Se estima que más de 50 especies del género participan en la producción de ácidos orgánicos y un número similar se emplea en la obtención de enzimas comerciales, como amilasas, lacasas y celulasas. Lo que para el hongo es una estrategia de supervivencia, para la biotecnología se convierte en una herramienta de producción eficiente y sostenible (Naili *et al.*, 2016; Pócsi *et al.*, 2024) (véase la Fig. 3).

Aliados contra la contaminación

La eficacia de estos microorganismos se debe a que son tolerantes a condiciones extremas de temperatura, humedad y estrés. Por eso mismo sus enzimas son exitosas en las diversas áreas industriales. Al ser organismos que degradan la materia orgánica e inorgánica, los podemos usar para

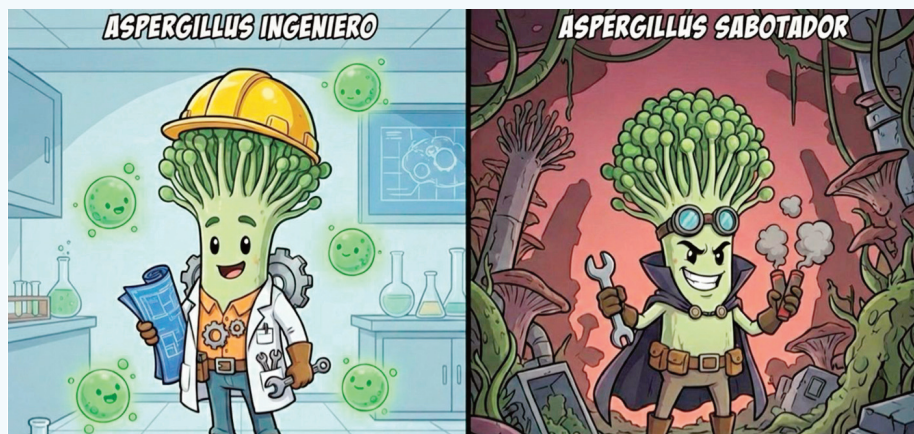


Figura 3. Las enzimas: máquinas que transforman. La enzima amilasa transformando el sustrato en productos. Elaboración propia con Procreate para iOS.

resolver un problema que es preocupante, la contaminación de los suelos y mantos acuíferos, con productos que nosotros los humanos desechamos, lo que se conoce como biorremediación. Por ejemplo, las enzimas lacasas producidas por estos hongos pueden ayudar a degradar fármacos como el paracetamol presentes en cuerpos de agua, reduciendo su impacto ambiental.

Ni héroe ni villano: una herramienta poderosa

La historia de la ciencia nos recuerda que muchos avances han surgido de organismos inesperados, por ejemplo, Alexander Fleming descubrió por accidente que *Penicillium* produce un antibiótico, la penicilina. De la misma manera *Aspergillus* continúa aportando compuestos con actividades antimicrobianas, antioxidantes y aplicaciones industriales. Obtener estos productos no es tan complicado como podría imaginarse. Mediante procesos de fermentación microbiana, los hongos crecen, se alimentan y liberan enzimas y metabolitos al medio, los cuales pueden ser aprovechados por el ser humano.

Una doble personalidad que debemos aprender a manejar

Aspergillus perfectamente encaja en la frase “solo porque soy malo no quiere decir que todo lo que hago es malo” (véase la Fig. 4). Puede ser un saboteador silencioso cuando encuentra las condiciones adecuadas para producir toxinas o causar enfermedad, pero también es un ingeniero oculto que impulsa procesos biotecnológicos esenciales para nuestra vida diaria. Al final, *Aspergillus* no es bueno ni malo por

naturaleza. Es una herramienta poderosa. Todo depende de cómo lo entendamos y utilicemos.

Referencias.

- Abdel-Azeem, A.M., Abdel-Azeem, M.A., Abdul-Hadi, S.Y., Darwish, A.G. (2019). *Aspergillus*: biodiversity, ecological significances, and industrial applications recent advancement in white biotechnology through fungi. En *Fungal Biology*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-10480-1_4
- Béjar, V., Villanueva, F., León, F., Guevara-Granados, J.M., Uribe, A., Vergaray, G., Cuadra, A., y Sabogal, I. (2019). Identificación molecular de *Aspergillus fumigatus* aislados de pacientes con aspergilosis invasiva. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 36(1), 81-86. <https://doi.org/10.17843/rpmpesp.2019.361.3403>
- Caceres, I., Al-Khoury, A., El-Khoury, R., Lorber, S., Oswald, I., El-Khoury, A., Atoui, A., Puel, O. y Bailly, J.D. (2020). Aflatoxin biosynthesis and genetic regulation: A review. *Toxins*, 12(3), 150. <https://doi.org/10.3390/toxins12030150>
- Cruz-Choappa, R. (2023). Micheli y el género *Aspergillus*. *Revista chilena de infectología*, 40(2), 169-171. <https://doi.org/10.4067/S0716-10182023000200169>
- Micheli, P.A. (1729). *Nova plantarum genera*. Florencia, Italia.
- Naili, B., Sahnoun, M., Bejar, S., y Kammoun, R. (2016). Optimization of submerged *Aspergillus oryzae* S2 α -amylase production. *Food Science and Biotechnology*, 25(1), 185-192. <https://doi.org/10.1007/s10068-016-0028-4>
- Rushing, B.R. y Selim, M.I. (2019). Aflatoxin B1: A review on metabolism, toxicity, occurrence in food, occupational exposure, and detoxification methods. *Food and Chemical Toxicology*, 124, 81-100. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.11.047>
- Parra, S. (2025, junio 26). Giro inesperado: transforman el hongo de la tumba de Tutankamón en un arma potencial contra el cáncer. *National Geographic*. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/giro-cientifico-extraordinario-transforman-hongo-maldito-tumba-tutankamon-ar-ma-potencial-contra-cancer_25377
- Pócsi, I., Dijksterhuis, J., Houbarken, J. y de Vries, R.P. (2024). Biotechnological potential of salt tolerant xerophilic species of *Aspergillus*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 108(1), 521. <https://doi.org/10.1007/s00253-024-13338-5>