



Usos e importancia económica de los hongos verdaderos (reino Fungi)

Apellidos, nombre	Ferriol Molina, María (mafermo@upvnet.upv.es)
Departamento	Dpto. Ecosistemas Agroforestales
Centro	Universitat Politècnica de València



1 Resumen de las ideas clave

Los hongos verdaderos forman el reino Fungi. Desde épocas muy antiguas, los hongos han sido aprovechados por los hombres con distintos objetivos. Por una parte, muchos de ellos son directamente comestibles, mientras que otros se emplean en la industria alimentaria para producir fermentaciones o ser empleados como aditivos. Por otra parte, algunos de ellos se han empleado como drogas por sus propiedades alucinógenas, y otros muchos han sido la fuente de numerosos medicamentos, entre los que destacan los antibióticos. Finalmente, en el ámbito forestal, se están empleando cada vez más para modificar las propiedades de la madera en distintos procesos industriales y biotecnológicos.

2 Introducción

El reino Fungi incluye a los hongos verdaderos, que se originaron hace unos 500 a 1400 millones de años a partir de un ancestro común unicelular que también dio lugar a la línea evolutiva de los animales. Actualmente comprenden alrededor de 1,5 millones de especies, aunque sólo se conocen unas 95.000.

Se trata de organismos eucariotas unicelulares o filamentosos, en cuyo caso crecen de manera ilimitada y son inmóviles. No poseen clorofila, y su modo de alimentación es heterótrofo, nutriéndose de materia orgánica que digieren externamente gracias a la acción de enzimas que la degradan y que luego absorben. Esta materia orgánica puede ser materia muerta (hongos saprótrofos) u organismos vivos, con los que establecen relaciones mutualistas o a los que parasitan. El modo de reproducción más habitual es la formación de esporas, que pueden proceder de mitosis (reproducción asexual) o meiosis (ciclo sexual).

La gran mayoría de los hongos tiene un hábitat terrestre, y forman parte en mayor o menor medida de todos los ecosistemas de la tierra, predominando en el suelo. Su papel ecológico es importantísimo, al cerrar el ciclo de nutrientes de los ecosistemas y transformar la materia orgánica en inorgánica. Además, las simbiosis en las que participan son clave para la supervivencia de muchos organismos de otros reinos, como es el caso de las micorrizas con las plantas vasculares y los líquenes con las algas o cianobacterias.

Además de esta enorme importancia ecológica, los hongos verdaderos pueden ser muy útiles al hombre, o por el contrario, ser perjudiciales en algunos casos. En este objeto docente se exponen los usos de los hongos en la alimentación humana, en la medicina, y en numerosas aplicaciones industriales.

3 Objetivos

Una vez que el alumno se lea con detenimiento este documento, será capaz de:

- Enumerar los usos de los hongos verdaderos en el ámbito alimentario, medicinal, industrial y forestal.
- Discutir la enorme diversidad de usos de los hongos verdaderos en relación a sus potencialidades y su utilidad futura.

4 Desarrollo

4.1 Alimentación e industrias alimentarias

El uso de los hongos en gastronomía se remonta a varios milenios. Los carpóforos de numerosos hongos basidiomycetes y ascomycetes son comestibles y de un elevado valor culinario. Algunos ejemplos son las trufas, los boletos, algunas amanitas, los niscalos o los champiñones (Figura 1). Sin embargo, muchos de ellos solo sobreviven si establecen micorrizas, que son asociaciones mutualistas entre los hongos y las raíces de plantas vasculares. Es por ello por lo que en general no se pueden cultivar salvo algunas excepciones, como los champiñones y las setas de cardo. Desde finales de la década de los 70 del pasado siglo también se han puesto en cultivo encinas micorrizadas con trufas.

Debido a la necesidad que tenemos de recolectarlos en el campo, la búsqueda de hongos silvestres y la organización de exposiciones o jornadas micológicas se han convertido en grandes actividades dinamizadoras de nuestro medio rural.



Figura 1. Algunos ejemplos de hongos comestibles y de alto valor culinario. Trufa (Tuber melanosporum Vittad.), niscalos (Lactarius deliciosus (L.) Gray), boleto (Boletus edulis Bull., imagen de nuspla en Pixabay), y la amanita de los césares (Amanita caesarea (Scop.) Pers., imagen de nuspla en Pixabay)

En el otro extremo, existen unos pocos hongos tóxicos como algunas especies de *Amanita* (*A. phalloides* (Vaill. ex Fr.) Link. es la más peligrosa), *Lepiota* y *Galerina* que en algunos casos pueden incluso provocar la muerte varias horas después de su ingesta. El cornezuelo del centeno (*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.) es un hongo patógeno de los cereales. Cuando es



consumido, provoca el ergotismo, que ha causado decenas de miles de muertos a lo largo de la historia, fundamentalmente en la época medieval.

Además del consumo directo de algunos hongos, las levaduras y algunos mohos son capaces de fermentar los alimentos. Esta capacidad se emplea a nivel industrial para producir pan, quesos, cerveza, vino, y derivados de soja. Además, existen hongos que se emplean en la industria alimentaria como colorantes, conservantes, potenciadores del sabor o como fuente de proteínas. Las enzimas sintetizadas por ciertos hongos se emplean también para comenzar los procesos bioquímicos de producción de quesos o para cambiar las propiedades de los zumos de frutas.

4.2 Drogas y medicamentos

Las sustancias producidas por los hongos han sido empleadas desde tiempos muy antiguos como sustancias medicinales y alucinógenas. El alcaloide psilocibina (procedente de hongos del género *Psilocybe*) ya se empleaba en rituales de algunas culturas centroamericanas. Otros compuestos, como la dietilamina del ácido lisérgico (LSD), producida a partir de la ergotamina sintetizada por el cornezuelo del centeno, fue una droga alucinógena muy consumida en los movimientos psicodélicos de la década de los años 60 del siglo XX.

El propio LSD fue inicialmente empleado con usos psiquiátricos. Otros alcaloides sintetizados por el cornezuelo también tienen propiedades curativas: la ergotamina se ha empleado durante mucho tiempo contra las migrañas y la ergometrina para detener las hemorragias postparto.

Quizás, las sustancias químicas producidas por los hongos que más vidas han salvado son los antibióticos, compuestos químicos de bajo peso molecular que inhiben el crecimiento de las bacterias incluso a bajas concentraciones. En la naturaleza, estas sustancias permiten a los hongos hacer frente al ataque de las bacterias. Fleming descubrió en 1928 el primer antibiótico, la penicilina, producida por *Penicillium chrysogenum* Thom. Posteriormente se han descubierto miles de antibióticos más a partir de los hongos, como las cefalosporinas, eritromicinas, bleomicinas, rifamicinas o streptomycin. Cada uno de ellos actúa en distintas fases del ciclo bacteriano.

Otros medicamentos son también producidos por hongos. Las fermentaciones de *Rhizopus nigricans* Ehrenb. y *Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn se emplean para producir esteroides antiinflamatorios muy empleados en la medicina actual, como la cortisona, hidrocortisona y prednisona. Los hongos también sintetizan estatinas que permiten controlar los niveles de colesterol en sangre. Por otra parte, la ciclosporina es un péptido cuya acción inmunosupresora fue descubierta en 1972. Se emplea ampliamente en el trasplante de órganos con el objeto de reducir el riesgo de rechazo del órgano en el paciente.

Otras aplicaciones farmacéuticas de los hongos es la producción de vitaminas, interferones que previenen las infecciones virales, hormonas esteroideas, e incluso antimicóticos, como la anfotericina B producida por hongos de los géneros *Streptomyces* y *Streptoverticillium* y que ataca a otros hongos.

4.3 Cambios en las propiedades de la madera

La madera posee como componentes básicos la celulosa, la hemicelulosa y la lignina. Todos los hongos xilófagos son capaces de degradar la celulosa y hemicelulosa que transforman en

glucosa. Sin embargo, no todos son capaces de degradar la lignina. Así, dependiendo de la especie de hongo, de las enzimas que sintetiza, y de la preferencia que tenga por atacar a ciertos componentes de la madera antes que a otros, se producen distintos tipos de podredumbre (Figura 2). Esto se ha aprovechado para cambiar las propiedades de la madera como respuesta a las necesidades humanas.

Un ejemplo son los violines, valorados no solo por su diseño sino también por la elasticidad y densidad de la madera. Los famosos violines Stradivarius se fabrican con madera de *Picea alba* y *Acer pseudoplatanus*. Recientemente, se han conseguido propiedades acústicas excepcionales en estas maderas tras su tratamiento controlado con ciertos hongos, que degradaron parcialmente las celulosas y hemicelulosas pero no tanto la lignina.

Otros hongos, mucho menos frecuentes, hacen lo contrario, atacan antes a la lignina que a la celulosa y hemicelulosa, produciendo un residuo compuesto casi en su totalidad por celulosa. Este residuo es muy útil en determinados procesos biotecnológicos relacionados con la obtención de pasta de papel y piensos para el ganado.



Figura 2. Distintas pudriciones de la madera. Arriba: pudrición parda. Abajo: pudrición blanca. En la pudrición parda, causada fundamentalmente por basidiomicetes, la celulosa y hemicelulosa se degradan rápidamente y queda la lignina. Como consecuencia, la estructura fibrosa de la madera se pierde y quedan residuos pardos en forma cúbica. La pudrición blanca se da por la acción de basidiomicetes y ascomicetes, y se degradan todos los componentes de la madera, incluida la lignina. Los residuos tienen un aspecto fibroso y blanco, debido a la oxidación y a la pérdida de lignina, de color pardo.

4.4 Otros usos

Los hongos tienen mucha utilidad en las actividades agrícolas y ganaderas. Uno de los compuestos más empleados en la agricultura son las estrobilurinas. Estos compuestos fueron inicialmente usados por sus propiedades antifúngicas, antivirales y antitumorales. A partir de su descubrimiento, se empezaron a producir estrobilurinas de forma sintética. En la actualidad se emplean fundamentalmente en el cultivo de plantas como fungicidas de amplio espectro sistémicos y de contacto. Además, se ha detectado cierto efecto bioestimulante en plantas cultivadas como el maíz. En el campo de la ganadería, los quitridiomycetes anaeróbicos ayudan a digerir la hierba consumida por las vacas y por otros animales domésticos.

Los hongos se emplean igualmente en numerosos procesos industriales diferentes a los ya comentados y que incluyen multitud de ámbitos. Por ejemplo, sus enzimas se emplean para dar un aspecto envejecido o de lavado a los pantalones vaqueros, o fabricar suavizante de ropa que evita daños a los tejidos durante el proceso de lavado.

Por último, ciertas especies de hongos que atacan a la madera producen luciferina y son bioluminescentes (Figura 3). Su función en la naturaleza no es demasiado conocida. Es posible que la bioluminescencia pueda atraer a algunos invertebrados en la oscuridad para dispersar mejor sus esporas, o bien tenga un papel protector al ahuyentar a algunos invertebrados fungívoros o atraer a sus depredadores. Estos hongos fueron empleados por indígenas y soldados para orientarse durante la noche.



Figura 3. Hongo bioluminescente. Imagen de Mohammad Mahir Borhan en Pixabay

5 Cierre

A pesar de la gran importancia que tienen los hongos en la producción de sustancias y en numerosos procesos industriales, aún sabemos muy poco sobre ellos. El conocimiento sobre la biología de los hongos, y sobre todo sobre su diversidad y sus relaciones filogenéticas, está en continuo cambio. Actualmente se estima que sólo conocemos aproximadamente el 7% de las especies existentes, lo que abre un campo enorme en el descubrimiento de nuevos medicamentos y aplicaciones industriales y biotecnológicas.



6 Bibliografía

Margulis, L.; Chapman, M.J. "Kingdom Fungi" En: "Kingdoms and Domains. An Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth" 4ª edición. Academic Press, 2009, pp. 279-409.

Moore, D.; Robson, G.D.; Trinci, A.P.J. "21st Century Guidebook to Fungi". 2ª edición. Cambridge, Cambridge University Press, 2020.

Tellería, M.T. "Los hongos. ¿Qué sabemos de?" CSIC, Ed. Catarata, Madrid, 2011.