

El reino de los hongos



Figura 1. Corro de *Amanita muscaria* en la campiña inglesa.

Los hongos constituyen un grupo muy numeroso de organismos (se han descrito aproximadamente 500.000, pero se estima que pueden existir entre 1 y 1,5 millones de especies) que presentan una amplia distribución en la naturaleza, contribuyendo a la descomposición de la materia orgánica (Figura 1) y participando en los ciclos biológicos. Un pequeño número son patógenos de animales y plantas.

Inicialmente, los hongos fueron clasificados dentro del Reino *Plantae* ya que fueron considerados organismos inmóviles presentando estructuras que se asientan firmemente en el sustrato sobre el que crecían. Sin embargo, cuando se ha aplicado la biología molecular en los estudios taxonómicos se ha observado que los hongos están más próximos al Reino *Animalia* que al *Plantae*. En el sistema de clasificación de los seres vivos en cinco reinos, los hongos se encuentran clasificados en el Reino *Fungi*, que se divide en cuatro *Phyla* denominados *Ascomycota* (el más extenso que comprende el 50% de los hongos conocidos y aproximadamente el 80% de los hongos patógenos (Figura 2), *Basidiomycota* (Figura 3), *Zygomycota* (Figura 4) y *Chytridiomycota*, encontrándose en los tres primeros los hongos patógenos humanos. Los hongos en los que no se conoce su reproducción sexual, constituyen un grupo heterogéneo denominado Deuteromicetos, hongos imperfectos o mitospóricos, que representa el segundo grupo más numeroso y que también incluye patógenos humanos.

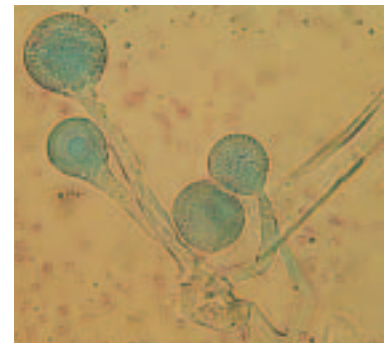


Figura 2. *Phylum Ascomycota*. Ascosporas de *Apiosordaria hispanica*, x200 aumentos.



Figura 3. *Phylum Basidiomycota*. Basidiocarpio de *Coprinus cinereus* en agar patata dextrosa. Reimpreso de Hernández-Molina y García-Martos, 1998, con permiso de la Revista Iberoamericana de Micología.

Figura 4. *Phylum Zygomycota*. Esporangios de *Absidia corymbifera*. Reimpreso de del Palacio *et al.*, 1999, con permiso de la Revista Iberoamericana de Micología.



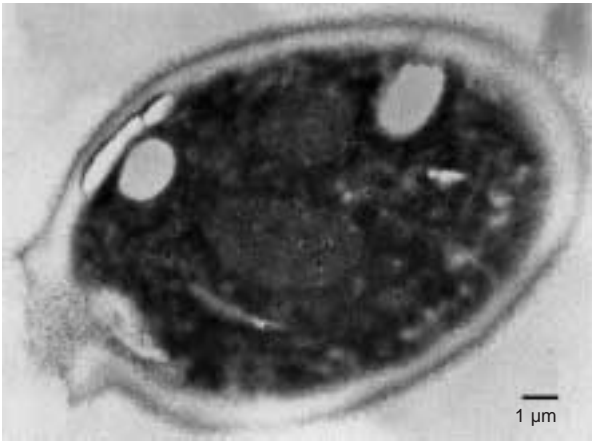


Figura 5. Microscopía electrónica de transmisión mostrando la estructura celular de *Candida albicans*. Reimpreso de Jabra-Rizk *et al.*, 1999, con permiso de la Revista Iberoamericana de Micología.

Los hongos son organismos eucariotas típicos (Figura 5) y poseen un núcleo que contiene varios cromosomas (siete en *Candida albicans*, ocho en *Aspergillus nidulans* y dieciséis en *Saccharomyces cerevisiae*) delimitado por una membrana nuclear, con nucleólo rico en ARN y orgánulos citoplásmicos, como mitocondrias, vacuolas, retículo endoplásmico, aparato de Golgi y ribosomas 80 S. El citoplasma se encuentra limitado por la membrana citoplásmica, que es una doble capa de lípidos que contiene proteínas y esteroides y que controla la permeabilidad celular y participa en la síntesis de la pared celular. La estructura de las células de los hongos es muy diferente de la de las bacterias que son organismos procariontes. Aunque comparten muchas estructuras, las células de los hongos se diferencian de las de las plantas en la composición de la pared celular y en que carecen de cloroplastos y clorofila, y de las humanas en que tienen pared celular y en la presencia de ergosterol en la membrana citoplásmica.

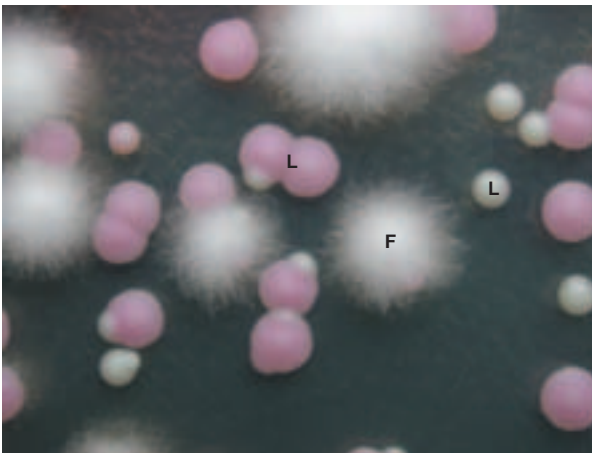


Figura 6. Aspecto colonial de hongos que presentan crecimiento filamentoso (F) y levaduriforme (L).

Por el exterior de la membrana citoplásmica, presentan una pared celular que está compuesta fundamentalmente por polisacáridos y por diversas proteínas. Los polisacáridos más importantes son la quitina (polímero de n-acetil glucosamina), el manano (polímero de manosa) y el glucano (polímero de glucosa).

Los hongos presentan básicamente dos tipos de morfologías: una multicelular denominada filamentosa y otra unicelular denominada levaduriforme (Figura 6). Los hongos filamentosos (miceliares o mohos), representan el crecimiento más típico de los hongos microscópicos. En medios de cultivo sólidos y también sobre cualquier superficie en la que se desarrollen, por ejemplo frutas u otros alimentos (Figura 7), producen colonias algodonosas o pulverulentas que son muy características. Al microscopio óptico, los hongos filamentosos presentan unas estructuras tubulares, formadas por múltiples células, que se denominan hifas. En la mayoría de los



Figura 7. Crecimiento fúngico sobre una naranja.

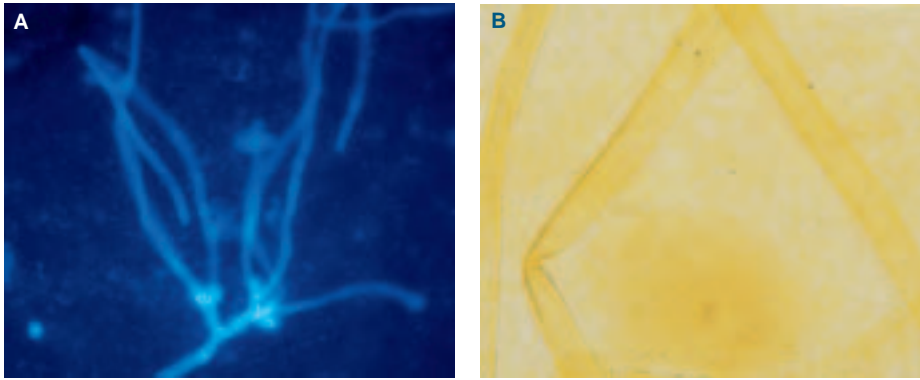


Figura 8. Hifas tabicadas (A) y sifonadas (B). Reimpreso de Pontón *et al.*, 1999 y de del Palacio *et al.*, 1999, con permiso de la Revista Iberoamericana de Micología.

hongos filamentosos, las hifas son tabicadas y presentan septos que delimitan las diferentes células (Figura 8A). Sin embargo, los hongos del *Phylum Zygomycota* presentan hifas que carecen de septos y se denominan cenocíticas o sifonadas (Figura 8B).

Las hifas de los hongos tabicados suelen tener un diámetro inferior (2-5 μm) a las de los hongos sifonados (10-15 μm). Las hifas normalmente se desarrollan a partir de esporas, aunque también pueden originarse a partir de fragmentos de otras hifas, y crecen gracias al depósito de nuevos materiales en su extremo, ramificándose con mucha frecuencia hasta producir una maraña de filamentos que constituyen el micelio. En una colonia de un hongo filamentosos se produce una diferenciación en las funciones del micelio, de tal forma que el micelio vegetativo penetra en el sustrato para obtener los nutrientes, mientras que el micelio aéreo se proyecta hacia el exterior de la colonia y produce las estructuras reproductoras.

Los hongos que presentan crecimiento levaduriforme generalmente dan lugar a colonias lisas que recuerdan a las bacterianas en medios de cultivo sólidos (Figura 6). Dichas colonias están formadas por agregados de células individuales (3-10 x 5-30 μm) denominadas levaduras (Figura 9a). Los hongos levaduriformes se dividen por gemación o por fisión binaria. En algunos casos las células hijas no se separan de la célula madre, formándose cadenas cortas denominadas pseudohifas. Los hongos que presentan este tipo de crecimiento, denominado pseudomicelio, dan lugar a colonias similares a las que producen los hongos levaduriformes en medios sólidos.

Un pequeño grupo de hongos, pero de gran importancia en Micología clínica, presentan tanto un crecimiento levaduriforme como miceliar (Figura 9). Estos hongos se denominan dimorfos y típicamente presentan un crecimiento filamentosos a 25 °C y un crecimiento levaduriforme a 37 °C (en el interior del cuerpo humano). *Candida albicans* tiene un dimorfismo especial ya que puede presentar un crecimiento levaduriforme y filamentosos simultáneamente.

Los hongos obtienen los nutrientes por absorción y tienen un metabolismo quimioheterótrofo, ya que obtienen la energía y el carbono de compuestos orgánicos sintetizados por otros organismos. Este hecho condiciona su modo de vida, ya que en la naturaleza se encuentran asociados a la materia orgánica en descomposición, participando en los ciclos naturales de reciclado del carbono y otros elementos naturales o

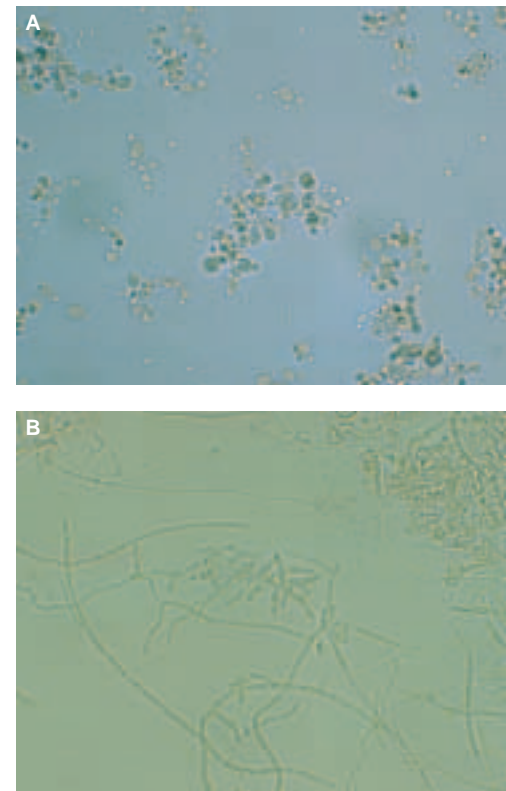


Figura 9. Crecimiento levaduriforme (A) y filamentosos (B) de *Paracoccidioides brasiliensis* (Cortesía del Dr. Manuel Pereiro Ferreirós).

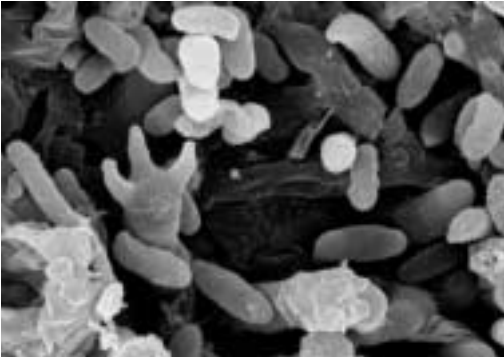


Figura 10. Basidio y basidiosporas de *Schizophyllum commune*. Microscopía electrónica de barrido, x2500 aumentos.

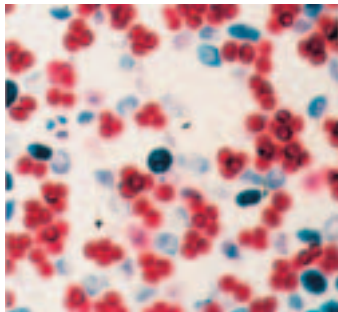


Figura 11. Ascosporas de Endomycetes. Reimpreso de Hernández-Molina y García-Martos, 1998, con permiso de la Revista Iberoamericana de Micología.

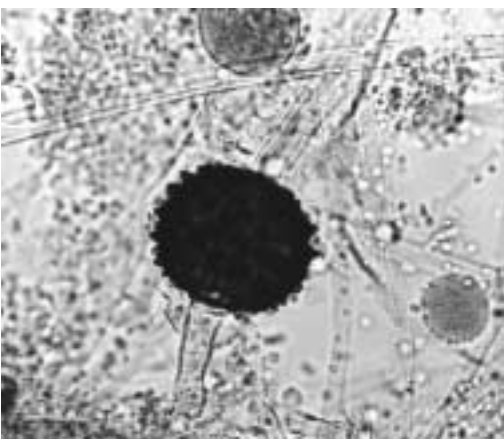


Figura 12. Zigospora de *Rhizomucor pusillus*. Microscopía óptica, x750 aumentos.

como patógenos oportunistas de los animales y plantas. Los hongos pueden degradar una gran cantidad de componentes, para lo que disponen de potentes exoenzimas que en algunos casos pueden servirles como factores de virulencia en el hospedador.

En el laboratorio, los hongos crecen fácilmente en la mayoría de los medios de cultivo, necesitando una fuente de carbono orgánica e iones amonio o nitrato como fuentes de nitrógeno. Esta facilidad para crecer en cualquier medio de cultivo y la presencia de conidios en el aire hace que sean contaminantes habituales en el laboratorio. Los hongos filamentosos son aerobios y los levaduriformes anaerobios facultativos. Sus requerimientos de temperatura y de pH son poco exigentes y la mayoría crecen en un rango de pH de 2 a 9 y a temperaturas entre 10 y 40 °C.

La mayoría de los hongos presentan reproducción sexual y asexual. El estado sexual se denomina teleomorfo o meiospórico y el asexual anamorfo o mitospórico. Es relativamente común que un mismo hongo tenga dos nombres, el del estado anamorfo y el del estado teleomorfo, ya que suelen haberse descubierto y nombrado de forma independiente. En un grupo importante de hongos solamente se conoce la reproducción asexual, bien porque no se conocen las condiciones adecuadas para que se desarrolle la forma sexual o porque ésta se ha perdido a lo largo de la evolución. Aunque la reproducción asexual puede lograrse por fragmentación de las hifas, ya que cada fragmento puede producir una nueva colonia, normalmente los hongos se reproducen, tanto sexual como asexualmente, por medio de esporas. Los hongos producen millones de esporas, cada una con la capacidad para desarrollar una nueva colonia. Las esporas sexuales se producen tras la fusión de los núcleos de dos hifas sexualmente compatibles o de dos levaduras y posterior meiosis. La morfología de las esporas sexuales es muy variada y tiene gran interés para la identificación fúngica, ya que presentan diferencias características. Los hongos del *Phylum Basidiomycota* producen basidiosporas en el exterior de una estructura denominada basidio (Figura 10), los *Ascomycota* producen ascosporas en el interior de una estructura en forma de saco denominada asco (Figura 11) y los *Zygomycota* producen zigosporas (Figura 12).

Las esporas asexuales generalmente se producen en hifas especializadas y se denominan de diferente forma según su morfología. Los *Zygomycota* producen esporangiosporas en el interior de una estructura en forma de saco denominada esporangio. Los *Ascomycota* y, en menor grado, los *Basidiomycota*, producen esporas asexuales denominadas conidios que se desarrollan a partir de una estructura denominada conidióforo. Según su tamaño se diferencian en macroconidios y microconidios.