

REINO FUNGI

Los hongos constituyen un grupo de organismos sin cloroplastos y de vida heterotrófica. Tradicionalmente estudiados por lo que se consideraba hasta hace poco por una rama de la Botánica, la Micología, se contemplan actualmente como un grupo heterogéneo, polifilético, formado por organismos pertenecientes por lo menos a tres líneas evolutivas independientes. Tienen una eficaz dispersión por medio de esporas, aéreas o nadadoras y en su gran mayoría un cuerpo vegetativo filamentoso, dotado de gran capacidad de transporte interno de sustancias.

Dentro del esquema de Whittaker y Margulis los Hongos pertenecen en parte al reino Protoctistas (hongos ameboides y hongos con zoosporas) y al reino Fungi (el resto). En el esquema de ocho reinos de Cavalier-Smith pertenecen en parte al reino Protozoo (hongos ameboides), al reino Chromista (los Pseudofungi) y al reino Fungi (todos los demás).

A pesar de esta heterogeneidad, resulta práctica explicar los hongos como un todo, en sentido amplio. Daremos la siguiente definición general: los hongos son organismos que poseen las siguientes características:

- Nutrición: heterotróficos, por absorción, raramente por ingestión, nunca fotosintéticos.
- Talo: típicamente filamentoso, septado o no (micelial), a veces plasmodial (Mixomicetes) o unicelular. Los estados filamentosos o unicelulares no son móviles, aunque a veces puede ocurrir cierto estado de movilidad (zoosporas).
- Pared celular: típicamente bien definida y queratinizada (sin celulosa).
- Estado nuclear: eucarióticos, multinucleados, homo o heterocarióticos, haploides o diploides.
- Ciclo de vida: poseen reproducción asexual y/o asexual, homo o heterotálicos, con esporocarpos micro o macroscópicos.

En cuanto a las características que diferencian a los hongos del resto de los vegetales destacamos:

- Heterótrofos: sin pigmentos fotosintetizadores (simbiontes, parásitos o saprófitos).
- Poseen quitina en sus pared celulares.
- Carecen de plastos.
- No almacenan almidón como sustancia de reserva.
- Filogenia: los hongos son organismos muy antiguos, por lo que se pensó que derivaron de los vegetales autótrofos pigmentados que por algún motivo desconocido perdieron esa capacidad fotosintética y se adaptaron al modo de vida heterótrofo.

Este origen monofilético de los hongos a partir de los vegetales clorofílicos y flagelados no se suele admitir hoy día. Parece ser que el origen de los hongos fue un origen polifilético y que los organismos aclorofílicos aparecieron en la evolución antes que los clorofílicos. Las condiciones atmosféricas y ambientales eran además muy diferentes a las de ahora.

El primer gran grupo de organización que distinguiremos es de las que se alimentan por fagocitosis (fagotrofia), gracias a tener un aparato vegetativo desnudo, en forma de una gran ameba plasmodial. Los incluiremos dentro del grupo de los Hongos Ameboides, un conjunto de taxones posiblemente resultantes de la adaptación de algunos grupos de amebas a la dispersión mediante esporas transportadas por el viento. Hoy día este grupo no se considera dentro del grupo de los Hongos sino que se ha separado en otro grupo diferente. Algunos autores incluso los incluyen dentro de los protistas.

El resto de los hongos se alimentan por digestión externa (lisotrofia), gracias a su aparato vegetativo típicamente filamentosos y, para que mantenga esta forma, protegido por una pared rígida que contiene quitina o celulosa.

Una parte de los hongos lisotróficos o filamentosos procede del paso a la vida heterotrófica de algas del grupo de los *Heterocontophyta* (Reino Chromista), originando diversos organismos saprófitos o parásitos, los Pseudofungi, que estudiaremos dentro de la división Oomycetes (en micología se emplea el sufijo –mycota para las divisiones y –mycetes para las clases).

El grueso de los hongos lisotróficos, y del conjunto de los Hongos (más del 98 %) constituye según muchos autores un grupo monofilético que incluiremos dentro de los Eumycota u Hongos verdaderos. Su origen es dudoso, pero Cavalier-Smith propone que derivan de un grupo de protozoos, los Coanoflagelados, el mismo grupo del que habría derivado el vasto grupo de los Animales.

El origen de los hongos se supone fue en el Precámbrico (2000 millones de años). La Paleomicología estudia los fósiles de los hongos. La filogenia de los hongos no se conoce mucho.

CARACTERÍSTICAS DEL REINO DE LOS HONGOS

Se conocen unas 70.000-75.000 especies de hongos. Prácticamente todos los años se descubren entre 1000 y 1500 especies nuevas de hongos, con lo que continuamente está aumentando el número de hongos. Algunos creen que el número total de hongos está en 150.000 especies, y otro suponen que el número de hongos es de 250.000-300.000 especies. La morfología somática de los hongos es bastante constante, con poca variabilidad. Lo que sí es muy variada es la biología de los hongos, sus sistemas de vida.

En cuanto al tipo de talo (niveles de organización) se presentan seis tipos:

1. Protoplastos desnudos: es el tipo de organización más primitiva. Sin pared celular en la fase vegetativa (en la fase reproductiva puede cambiar). Vive en el interior de un huésped. Suele producir daño a la planta que parasitan.

2. Pseudoplasmodios: es un agregado de mixamebas en las cuales cada una de las células tiene una función, no perdiendo su individualidad. La mixameba es un estadio del hongo de tipo ameboide.
3. Plasmodio: es una masa de protoplasma, a veces muy grande, rodeada simplemente de una membrana, sin pared. Multinucleado. Suele tener movimiento.
4. Vesículas (o micelios) rizoidales: es un tipo vegetativo formado por una vesícula más o menos esférica. Presenta una pared celular. Es multinucleada. Tiene en la base una especie de apéndice más o menos ramificado llamado rizoide. Este rizoide no suele tener núcleos. Es típico de hongos parásitos de plantas y los rizoides sirven de anclaje y para absorber las sustancias nutritivas.
5. Unicelulares: pueden tener uno o más núcleos, con pared. En algunos casos se pueden reproducir mediante gemación, que puede o no separarse formando en este caso cadenas independientes unas de otras que es lo que se llama pseudomicelio.
6. Micelios: constituidos por una red de filamentos que se pueden ramificar en cualquier punto y en cualquier dirección. A ese filamento se le conoce con el nombre de hifa. Es el talo más extendido.

La hifa es un tubo de longitud indefinida. La hifa sólo crece por delante. Las partes basales pueden ir muriendo. El grosor está comprendido entre 2 y 100 micras, dependiendo del estado, especie... Está recubierta por una pared celular compleja y en algunos casos puede tener tabicaciones transversales (septos). Se llaman septados o tabicados. En otros casos, sobre todo en hongos filamentosos superiores, no tienen septos, llamándose hifas cenocíticas. En las septadas no podemos diferenciar células diferenciadas. Los tabiques, no obstante, no suelen ser continuos, sino que tienen unos poros de distinta morfología por la que pueden pasar núcleos y orgánulos celulares de una célula a otra. Los tipos de poros pueden ser variados. En los micelios cenocíticos a veces aparecen tabiques pero suelen formarse para separar partes reproductoras o partes muertas, llamados tabiques pseudoseptos. Fundamentalmente en hongos superiores y gracias a estos tabiques que dan consistencia a las hifas se pueden formar estructuras más complejas (por ejemplo una seta). Pero en algunas fases ese micelio se organiza de manera que la hifa aparece más o menos ordenado formando un falso tejido llamado plecténquima. Hay mucho tipos de plecténquima, destacando:

- Prosénquimas: la hifa se dispone paralelamente, pegadas unas a otras, no perdiendo su individualidad, con una unión laxa (por ejemplo el pie y sombrero de una seta).
- Pseudoparénquima: la hifa si que pierde su individualidad tomando forma de células más o menos isodiamétricas, con una gran pared celular. Es típica de sustancias de defensa y de protección, con pigmentos. Puede durar en el suelo en condiciones adversas durante muchos años, y en ese momento dado germinan y forman un nuevo individuo.

En cuanto a la pared celular de la hifa es una pared bien estructurada formada por varias capas (multilaminada). Fundamentalmente esta pared celular está formada por cadenas de polisacáridos. Estas cadenas lo que hacen es reunirse formando longitudinalmente una especie de haces denominados micelas. A su vez esa micela se reúne longitudinalmente formando microfibrillas elementales que a su vez se reúnen longitudinalmente formando microfibrillas. Esas microfibrillas son las que se disponen en distinto sentido para formar las capas o láminas que forman la hifa. Y todo ese grupo de capas forman la pared fúngica. Los orgánulos citoplasmáticos son los mismos que los de cualquier célula eucariótica.

Para que los hongos crezcan debe darse en el ambiente una serie de condiciones. Aparte de que deben haber sustancias nutritivas, los factores determinantes son la temperatura y la humedad. Para que un hongo crezca el límite de humedad debe rondar el 65 % (hongos de sequedad), siendo lo normal de un 75 %. Si el límite de humedad es inferior el hongo sobrevive pero no crece.

La temperatura muchas veces va ligada a la humedad. La mayoría de los hongos son mesófilos (necesitan de una temperatura agradable, entre 20 y 25° C). Hay hongos termófilos (adaptados a vivir y crecer a temperaturas más altas: hongos patógenos de humanos y mamíferos). Y también hay hongos que viven en condiciones de frío: hongos psicrófilos, cuya temperatura óptima es más baja de lo normal.

Otra condición que necesitan los hongos para crecer es la luz, aunque no es absolutamente necesaria para todos los hongos ya que se conocen algunos que crecen debajo de tierra. Para lo que si es necesaria la luz es para la fructificación.

El oxígeno también es muy importante para el crecimiento de los hongos. Todos menos dos o tres especies son aerobios estrictos. También necesitan ciertos niveles de dióxido de carbono. Viven sobre cualquier sustrato con algo de materia orgánica y húmedo. Pero lo óptimo es un rango de pH entre 3,6 y 6,5 (pH ácido). También pueden desarrollarse en un pH alcalino, aunque este es el pH de las bacterias, los primeros competidores de los hongos.

REPRODUCCIÓN DE LOS HONGOS

Se da tanto reproducción sexual como asexual. Ambos tipos difieren en que en la asexual no se produce intercambio de material genético y en la sexual si, con la consiguiente fusión de núcleos.

Hay que diferenciar dos grandes grupos de hongos con respecto a la reproducción:

- Holocárpicos: cuando el hongo se va a reproducir, todo el talo vegetativo se va a convertir en estructura reproductora, con lo cual desaparece. Por tanto no coexisten la fase vegetativa y la fase reproductora.
- Eucárpicos: en ellos hay una parte del talo que se especializa para la reproducción, mientras que el resto sigue coexistiendo.

1. REPRODUCCIÓN ASEXUAL

Este tipo de reproducción tiene una ventaja clara: es un proceso muy rápido, con un ciclo muy corto, lo que permite que en la vida de un individuo se pueda reproducir muchas veces. Es por tanto un sistema muy bueno para propagar la especie.

Encontramos los siguientes tipos:

- Fragmentación del talo: es un sistema vegetativo. Se fragmenta una hifa y cada trozo puede dar lugar a un individuo. A cada uno de esos trozos se le llama artrospora o talospora.
- Escisión: se da en individuos unicelulares. Cada célula madre da lugar a dos células hifas.
- Gemación: en este caso la célula madre se conserva.
- Producción de esporas: es la más frecuente. Un individuo puede formar 3 o 4 esporas a la vez. Las esporas puede ser de dos tipos en función de su origen:
 - Esporangiosporas: se produce por fragmentación del citoplasma de una célula grande (esporangio) y luego cada trozo del citoplasma que se ha escindido se recubre de una pared. La característica fundamental del esporangio es que la espora se forma en el interior. Cuando es esporangio forma la espora y está madura, o bien se forma un poro o bien se rompe la pared para quedar las esporas libre. Estas esporas pueden ser aplanosporas (sin movimiento) o zoosporas (flageladas, con movimiento).
 - Conidiosporas o conidios: nunca son flageladas y se forman por gemación de una célula especializada que en este caso se llama conidiógena. Las conidiosporas son de formación exógena.

2. REPRODUCCIÓN SEXUAL

Hay intercambio de material genético, lo que permite la evolución y la adaptación. Es un proceso mucho más lento, por lo que se puede dar muy pocas veces. Por ello un mismo individuo puede tener un solo tipo de reproducción o los dos.

El proceso típicamente sigue una serie de estadios que son:

a) Formación de las estructuras sexuales

Genéticamente, en los hongos, las estructuras sexuales se llaman gametangios, siendo los oogonios los femeninos y las anteridios los masculinos. En el interior de los gametangios puede haber gametos o bien simplemente núcleos gaméticos. También puede ocurrir que gametangio masculino y femenino se encuentren en el mismo individuo siendo hongos monoicos. A su vez estos pueden ser homotálicos (se pueden reproducir ellos mismos: hermafroditas) o heterotálicos (necesitan de dos talos para reproducirse).

En los hongos dioicos en un individuo sólo hay un tipo de talo. Son pues siempre heterotálicos. Hay un grupo de hongos independientemente de si son homo o heterotálicos en los que no se puede diferenciar los gametangios, ya que son iguales, llamándose hongos sexualmente indiferenciados.

b) Plasmogamia.

Es una fase muy importante, ya que es el proceso mediante el cual se ponen en contacto dos células para formar un cigoto. La plasmogamia puede llevarse a cabo mediante cuatro procesos diferentes:

- Unión de gametos: se unen dos gametos. Como consecuencia se forma una única célula que es el cigoto. Esta unión puede ser:
 - Isógama: si los dos gametos son morfológicamente iguales (genéticamente son diferentes).
 - Anisógama: los gametos son iguales morfológicamente, pero uno de ellos es más grande, normalmente el femenino.
 - Oogamia: el gameto femenino es más grande y sésil (sin flagelo), mientras que el masculino suele ser más pequeño y con movimiento. Al femenino se le suele llamar ovocélula y oocélula.
- Unión de gametángios o gametangiogamia: fusión de los dos gametangios. También se forma un cigoto. Puede ser:
 - Isógama: si son iguales morfológicamente.
 - Anisógama: si son diferentes morfológicamente: oogonio (femenino), anteridio (masculino).
 - Oogamia: tipo especial de anisogamia. En el gametangio femenino hay ovocélulas, pero en el anteridio no hay gametos, sino núcleos gaméticos.
- Espermatización: ocurre en los hongos que no forman anteridios y por tanto no hay ni gametos ni gametangios femeninos. Se forman pues espermacios, células parecidas a los conidios que actúan como células parecidas a los conidios que actúan como células masculinas. Estas células se unen con oogonios, si los hay, y si no los hay se pueden unir con una hifa de otras células, uniéndose los dos protoplasmas. No suele germinar el espermacio, llegando a la hifa femenina transportado por insectos, viento...
- Somatogamia: no se forman gametos ni espermacios. Se produce con dos células cualesquiera del hongo, dos hifas por ejemplo, una positiva y otra negativa. Se da sobre todo en hongos superiores (Basidiomicetos).

c) Cariogamia

Es la fusión de dos núcleos haploides para formar un núcleo haploide ($n + n = 2n$).

d) Meiosis:

El núcleo formado debe de volver a ser haploide. Después pueden ocurrir todas las mitosis que quieran.

e) Formación de esporas.

Son de origen sexual. Hay tantos tipos como hongos las produzcan:

- Oosporas: oomicetos
- Zigosporas: zigomicetos
- Ascosporas: ascomicetos
- Basidiosporas: basidiomicetos

El resultado final por tanto de la reproducción, tanto la sexual como la asexual es la producción de esporas. Como definición de espora podemos decir: unidad reproductora especializada que carece de embrión y que son producidas por los hongos, bacterias y plantas criptógamas (musgos y helechos). Ante esta definición queda claro que la función de una espora es la misma que la de una semilla, aunque como ya se ha dicho, no tiene un embrión preformado como ocurre en las semillas de plantas superiores.

A veces las esporas se pueden formar de una manera libre sobre una estructura o el sustrato, pero lo más normal es que se formen con estructuras especializadas que dependiendo de su complejidad podemos hablar de:

- Capas fructíferas: cuando la estructura formadora de la espora está reunida pero sin un tejido pseudoparenquimático que las envuelva, sino que la reunión se produce sola. Son de reproducción asexual. Fundamentalmente son:
 - Esporodoquio: don una base estructural que los agrupa llamada base estromática.
 - Acérvulo: sin envuelta de tejido pero con pared vegetal.
 - Sinemas: estructuras que forman conidios longitudinalmente.
- Estructuras o cuerpos fructíferos: en este caso si que existe un tejido pseudoparenquimático. Fundamentalmente tiene los siguientes tipos:
 - Picnidio: forma rugosa. En el interior hay células conidióforas que formarán conidios. Reproducción asexual.
 - Ascocarpo: con pared. Muy variados. En el interior hay esporas de formación sexual: ascosporas.
 - Basidiocarpo: muy variados. En el interior hay esporas de formación sexual: basidiósporas.
 - Espermogonio: como un picnidio, pero en su interior hay espermacios.

Prácticamente todos los hongos pueden cambiar mucho en su ciclo de vida. Sobre todo los hongos verdaderos. Hay fundamentalmente tres tipos de vida:

- a) Haploide: es el más frecuente. Talo que tiene reproducción de tipo asexual. Se forman esporas que a su vez forman un nuevo talo haploide. Sigue pues el ciclo de reproducción asexual.

- b) Diploide (Haplobiéntico): reproducción asexual. Las esporas volverán a dar un talo diploide. Ocurre primero la meiosis debido a que son individuos diploides. El resto del ciclo sigue exactamente igual. El cigoto forma esporas diploides que darán un talo diploide. En este caso la meiosis que tiene lugar es una meiosis gametangial (en el anterior caso era una meiosis cigótica). En levaduras.
- c) Diplobiéntico: hay dos generaciones, una haploide y otra diploide. Es pues una combinación de los dos ciclos anteriores. Hay una generación vegetativa diploide que se reproduce asexualmente de la manera que sea según el tipo de hongo. Este talo, como es diploide sufre en primer lugar la división reduccional y va a formar esporas que germinan y forman un talo haploide. Este talo haploide puede reproducirse asexualmente. Directamente este talo haploide formará gametos y seguirá el proceso.

Como este talo forma las esporas (el diploide) se llama esporotalo, y el que forma los gametos gametotalo. Cuando las dos generaciones son iguales morfológicamente hablamos de ciclo de alternancia de generaciones isomórficas. Cuando gametotalo y esporotalo son distintos morfológicamente se llama ciclo de alternancia de generaciones heteromórficas.