

INTRODUCCIÓN

Hongos, grupo diverso de organismos unicelulares o pluricelulares que se alimentan mediante la absorción directa de nutrientes. Los alimentos se disuelven mediante enzimas que secretan los hongos; después se absorben a través de la fina pared de la célula y se distribuyen por difusión simple en el protoplasma. Junto con las bacterias, los hongos son los causantes de la putrefacción y descomposición de toda la materia orgánica. Hay hongos en cualquier parte en que existan otras formas de vida. Algunos son parásitos de organismos vivos y producen graves enfermedades en plantas y animales. La disciplina científica que estudia los hongos se llama micología.

Los hongos figuraban en las antiguas clasificaciones como una división del reino Plantas (Plantae). Se pensaba que eran plantas carentes de tallos y de hojas que, en el transcurso de su transformación en organismos capaces de absorber su alimento, habían perdido la clorofila, y con ello, su capacidad para realizar la fotosíntesis. Sin embargo, en la actualidad los científicos los consideran un grupo completamente separado, que evolucionó a partir de flagelados sin pigmentos. Ambos grupos se incluyen dentro del reino Protistas, o bien se coloca a los hongos como un reino aparte, debido a la complejidad de su organización. Hay unas cien mil especies conocidas de hongos. Se cree que los grupos más complejos derivan de los tipos más primitivos, los cuales tienen células flageladas en alguna etapa de su ciclo vital.

ESTRUCTURA

Los hongos están constituidos por tubos filamentosos llamados hifas. En muchas especies las paredes perforadas, o septos, dividen las hifas en células que contienen uno o dos núcleos. Los flujos protoplasmáticos a través de las aberturas de los septos proporcionan nutrientes a las células, que se almacenan en las paredes de las hifas en forma de glucógeno. Las hifas crecen por alargamiento de las puntas. La masa completa de hifas se llama micelio, primero se desarrolla por debajo de la tierra y después por encima.

La mayoría de los hongos están constituidos por finas fibras que contienen protoplasma, llamadas hifas. Éstas a menudo están divididas por tabiques llamados septos. En cada hifa hay uno o dos núcleos y el protoplasma se mueve a través de un diminuto poro que ostenta el centro de cada septo. No obstante, hay un filo de hongos, que se asemejan a algas, cuyas hifas generalmente no tienen septos y los numerosos núcleos están esparcidos por todo el protoplasma. Las hifas crecen por alargamiento de las puntas y también por ramificación. La proliferación de hifas, resultante de este crecimiento, se llama micelio. Cuando el micelio se desarrolla puede llegar a formar grandes cuerpos fructíferos, tales como las setas y los pedos o cuescos de lobo. Otros tipos de enormes estructuras de hifas permiten a algunos hongos sobrevivir en condiciones difíciles o ampliar sus fuentes nutricionales. Las fibras, a modo de cuerdas, del micelio de la armillaria color de miel (*Armillaria mellea*), facilitan la propagación de esta especie de un árbol a otro. Ciertos hongos forman masas de micelio resistentes, con forma más o menos esférica, llamadas esclerocios. Éstos pueden ser pequeños como granos de arena, o grandes como melones.

REPRODUCCIÓN

Los hongos se reproducen mediante la emisión de un gran número de esporas, muchas veces en cantidades de billones o trillones. Las esporas, que se desarrollan en el cuerpo fructífero del hongo, son diminutas estructuras esféricas que contienen una pequeña cantidad de protoplasma. Los hongos, tales como el cuesco de lobo, producen esporas de origen tanto sexual como asexual.

La mayoría de los hongos se reproducen por esporas, diminutas partículas de protoplasma rodeado de pared celular. El champiñón silvestre puede formar doce mil millones de esporas en su cuerpo fructífero; así mismo, el pedo o cuesco de lobo gigante puede producir varios billones.

Las esporas se forman de dos maneras. En el primer proceso, las esporas se originan después de la unión de dos o más núcleos, lo que ocurre dentro de una o de varias células especializadas. Estas esporas, que tienen características diferentes, heredadas de las distintas combinaciones de genes de sus progenitores, suelen germinar en el interior de las hifas. Los cuatro tipos de esporas que se producen de esta manera (oosporas, zigosporas, ascosporas y basidiosporas) definen los cuatro grupos principales de hongos. Las oosporas se forman por la unión de una célula macho y otra hembra; las zigosporas se forman al combinarse dos células sexuales similares entre sí. Las ascosporas, que suelen disponerse en grupos de ocho unidades, están contenidas en unas bolsas llamadas ascas. Las basidiosporas, por su parte, se reúnen en conjuntos de cuatro unidades, dentro de unas estructuras con forma de maza llamadas basidios.

El otro proceso más común de producción de esporas implica la transformación de las hifas en numerosos segmentos cortos o en estructuras más complicadas de varios tipos. Este proceso sucede sin la unión previa de dos núcleos. Los principales tipos de esporas reproductivas formadas así son: oídios, conidios y esporangiosporas. Estas últimas se originan en el interior de unos receptáculos, parecidos a vesículas, llamados esporangios. La mayoría de los hongos producen esporas sexuales y asexuales.

FISIOLOGÍA DE LOS HONGOS

En la mayoría de los hongos las paredes de las hifas están compuestas principalmente por quitina y algunas hemicelulosas. La celulosa, que está presente sólo en unos pocos grupos de hongos, es característica de los oomicetes. La proporción de agua de los hongos mucilaginosos generalmente es mayor del 90%. Las esporas pueden tener menos del 50% de agua; otras estructuras de resistencia, tales como los esclerocios, contienen aún menos. Los hongos requieren oxígeno para su crecimiento, así como grandes cantidades de agua y de hidratos de carbono u otras fuentes de carbono. La mayoría de los hongos utilizan azúcares como la glucosa y la levulosa (D-fructosa), pero algunos usan otros compuestos orgánicos como alimento, según su capacidad para sintetizar las enzimas adecuadas. Ciertas micorrizas toman directamente el nitrógeno de la atmósfera; sin embargo, todos los demás hongos lo obtienen de nitratos, sales de amonio u otros compuestos orgánicos o inorgánicos de nitrógeno. Los hongos, además, precisan otros elementos como potasio, fósforo, magnesio y azufre. También son necesarios, aunque en muy pequeñas cantidades, hierro, manganeso, cobre, molibdeno, zinc y galio; así como factores de crecimiento. Determinados hongos son deficitarios, al menos en parte, en uno o más factores de crecimiento.

Las enzimas de los hongos pueden actuar sobre una gran variedad de sustancias. Un grupo de enzimas, llamado el complejo zimasa, permite a las levaduras llevar a cabo la fermentación alcohólica. Otras enzimas, como la protopectinasa, la pectasa y la pectinasa, hidrolizan los compuestos pectídicos que hay en las capas medias de las paredes celulares de las plantas. La amilasa, celobiasa, citasa, dextrinasa, invertasa, lactasa, maltasa, proteasa y la tanasa son también enzimas producidas por los hongos.

El glucógeno, sustancia relacionada con el almidón y con la dextrina, es la reserva de hidratos de carbono más común en los hongos. Además, algunos hongos forman polisacáridos y alcoholes polihidroxílicos, como el manitol y la glicerina. Otros producen proteínas y grasas en abundancia. Muchos hongos sintetizan ácido oxálico y otros ácidos orgánicos, como cítrico, fórmico, pirúvico, succínico, málico y acético; la producción de ácido láctico sólo la realiza una familia de hongos. Otros productos del metabolismo fúngico son compuestos de azufre, sustancias que contienen cloro y numerosos pigmentos. Unos cuantos hongos tienen la facultad de formar compuestos volátiles de arsénico cuando crecen sobre sustratos que lo contienen.

ECOLOGÍA DE LOS HONGOS

Los líquenes son una combinación de dos tipos de organismos vivos completamente diferentes, un alga y un hongo. Esta asociación se denomina una relación simbiótica. En el caso de los líquenes, ninguno de los dos organismos puede vivir independiente del otro. Crecen muy lentamente y pueden sobrevivir en condiciones ambientales muy adversas. Los líquenes tienen un papel ecológico relevante por contribuir a la erosión de las

rocas.

Las esporas y los fragmentos de hifas de los hongos pueden viajar por la atmósfera y recorrer grandes distancias.

Los quitridiomycetes y los mohos acuáticos abundan en los hábitats acuáticos. Ciertos ascomicetes y deuteromicetes son también frecuentes, tanto en agua dulce como salada. En los últimos años se han descubierto numerosos hongos en ríos y arroyos contaminados. Éstos participan en la purificación natural de las aguas residuales. Algunas de estas especies son de especial interés, puesto que causan enfermedades en los seres humanos.

El suelo es el medio ambiente típico de los hongos saprofitos, los cuales viven sobre restos orgánicos. También contiene hongos parásitos que pueden infectar a plantas y animales. Los mohos acuáticos y los mildiús son habitantes comunes del suelo, como lo son algunos ascomicetes y muchos deuteromicetes. Numerosos hongos descomponen la celulosa y las proteínas; de esta manera, toman parte activa en la formación del humus.

Ciertos hongos viven en simbiosis con algas formando unas estructuras características llamadas líquenes. La mayoría de los hongos liquénicos son ascomicetes, pero unas pocas especies son basidiomicetes. Los hongos que se asocian de manera íntima con las raíces de las plantas superiores producen un tipo especial de crecimiento de las hifas, dando lugar a las micorrizas. En éstas, una porción del micelio envuelve a las raíces con una capa blanca aterciopelada, y otra penetra a través de la corteza de las mismas. Ciertas plantas dependen de esta relación para desarrollarse adecuadamente. Algunas especies de champiñones son destacadas formadoras de micorrizas.

Algunos hongos, que normalmente crecen sobre materia orgánica muerta, son capaces de infectar plantas vivas cuando tienen la oportunidad de hacerlo. Otros no pueden sobrevivir sin parasitar plantas. Enfermedades causadas por quitridiomycetes, oomicetes y otros hongos primitivos son, por ejemplo, la hernia de la col, la verruga de la patata, la roña pulverulenta de la patata, la roya blanca, el carboncillo tardío de la patata y el mildiú vellosa. El carbunco (o carbunclo), el carbón del castaño, la enfermedad holandesa del olmo o grafiosis, el mal del roble, el cornezuelo, la podredumbre oscura de los huesos de las frutas y muchas otras enfermedades están producidas por ascomicetes. Las royas y los tizones son basidiomicetes. Ver artículos referidos a cada enfermedad de las plantas.

Ciertos hongos que viven en el suelo atrapan organismos microscópicos como amebas (o amibas) y nematodos o gusanos cilíndricos. La mayoría de estos hongos predadores parecen ser deuteromicetes o estados conidiales de zigomicetes, pero algunos pueden ser conidios de basidiomicetes. Los nematodos se capturan, bien por medio de una malla de hifas, recubierta por una sustancia adhesiva, bien mediante una excrescencia o protuberancia que entra en contacto con la presa; o bien, con el empleo de una red de hifas que, después de entrar en ella el nematodo, se hincha y se cierra de manera brusca. Cuando estos hongos atrapan una ameba o un nematodo, crecen unas hifas especiales y penetran en los microorganismos para consumir su protoplasma.

Muchos animales pequeños, entre ellos insectos y milpiés (miriápodos), se alimentan de hongos y así contribuyen a la dispersión de sus esporas. Algunos grupos de insectos cultivan hongos para alimentarse con ellos. Entre estos insectos, destacan los escarabajos de las cortezas, las hormigas tropicales cortadoras de hojas y ciertos grupos de termitas. Numerosos hongos son parásitos de insectos.

UTILIZACIÓN DE LOS HONGOS

La penicilina es un importante antibiótico que se obtiene del moho *Penicillium notatum*, ilustrado aquí. La penicilina es eficaz frente a una amplia gama de bacterias patógenas, a las que destruye directamente o

inhibiendo su crecimiento.

Las enzimas hidrolíticas de los hongos se utilizan en diversos procesos industriales. Cuando crecen sobre salvado caliente de trigo o de arroz, algunas especies fúngicas producen una amilasa que se usa en la fermentación alcohólica. Las proteasas que se obtienen de otros hongos se emplean en la fabricación de pegamento líquido. La producción industrial de alcohol etílico (etanol) se realiza por fermentación de melaza de caña de azúcar o de almidón hidrolizado mediante enzimas formadas por otros hongos. En el proceso de elaboración del pan se añade levadura a la masa para producir dióxido de carbono.

Los hongos se utilizan en la producción industrial de ácido cítrico, de ácido glucónico y de ácido gálico, que todavía se emplea en la fabricación de tintas y colorantes. Algunas resinas se elaboran a partir de ácido fumárico formado por el moho negro del pan. El ácido giberélico, que provoca aumento del crecimiento de las células vegetales, lo produce un hongo que causa una enfermedad en las plantas de arroz. Grasas y aceites que se utilizan comercialmente se obtienen de especies de varios géneros y también hay una especie que es una fuente práctica de proteínas comestibles. La vitamina D se forma al irradiar el ergosterol, una sustancia obtenida a partir de los residuos de la levadura de cerveza. Cierta hongo, semejante a las levaduras, proporciona riboflavina; la biotina se acumula durante el proceso de producción de ácido fumárico por parte de otro hongo. También se utilizan organismos fúngicos en la elaboración del queso Roquefort, así como en la maduración del queso Camembert.

Los hongos se han utilizado en medicina desde tiempos remotos. El uso de hongos como purgantes ya no es tan común; sin embargo el alcaloide presente en el esclerocio del cornezuelo del centeno se emplea para conseguir contracciones uterinas durante el parto. De los alcaloides del cornezuelo se obtiene también la dietilamida del ácido lisérgico, más conocida como LSD, la cual provoca efectos alucinógenos. La utilización de los antibióticos en la práctica médica comenzó cuando se descubrieron las propiedades antibióticas de la penicilina. Hoy se fabrican muchos antibióticos a partir de microorganismos que no son hongos. La griseofulvina, sin embargo, es un antibiótico antifúngico producido por varias especies de un género de hongos.

CLASIFICACIÓN

A pesar de que en muchos textos se emplean sistemas de clasificación relativamente complicados, los micólogos utilizan por lo común un sistema sencillo, que tiene la ventaja de ser cómodo de usar. Según este sistema, los cuatro filos principales son: Oomicetes (Oomycota), Zigomicetes (Zygomycota), Ascomicetes (Ascomycota) y Basidiomicetes (Basidiomycota) y sus respectivos individuos forman oosporas, zigosporas, ascosporas y basidiosporas. Una gran variedad de especies se colocan, de forma arbitraria, en un quinto filo: Deuteromicetes (Deuteromycota), también llamados hongos imperfectos. Se incluyen en este grupo aquellos hongos en los que sólo se conocen procesos de multiplicación vegetativa. Sin embargo, la mayoría de esas especies están emparentadas con los ascomicetes.

Algunos otros filos se consideran hongos, o bien, grupos relacionados estrechamente con los hongos: Actinomicetes (Actinomycota), Mixomicetes (Myxomycota), Plasmodioforomicetes (Plasmodiophoromycota), Labirintulomicetes (Labyrinthulomycota) y Acrasiomicetes (Acrasiomycota). Los actinomicetes, con hifas muy delicadas y una reproducción que suele ser mediante oídios o conidios, constituyen un grupo intermedio entre las bacterias y los hongos. A los mixomicetes, o mohos plasmodiales del fango verdaderos, algunos micólogos los clasifican con los hongos, y otros con los protistas semejantes a hongos. En este grupo la fase nutricional es una masa de protoplasma con forma ameboide carente de pared, denominada plasmodio. La fase reproductiva está representada por células nadadoras, llamadas células invasoras, las cuales se impulsan por medio de dos flagelos de distinta longitud. Los plasmodioforomicetes se parecen a los mixomicetes en que ambos tienen células invasoras y un estado plasmodial. Los labirintulomicetes y los acrasiomicetes tienen algunas características semejantes a los mohos plasmodiales del fango, pero su estado nutricional (llamado pseudoplasmodio) es diferente.

Oomycota

El filo Oomicetes (Oomycota) se compone de hongos que se parecen a las algas. Abarca desde organismos unicelulares hasta complejas masas de hifas que no están tabicadas por septos (micelios no septados). Además de producir oosporas, los oomicetes forman zoosporas que se mueven por medio de dos flagelos. Se incluyen en el filo los mohos acuáticos, las royas blancas y los mildíus vellosos. La mayoría de los mohos acuáticos viven sobre materia orgánica muerta, aunque *Saprolegnia parasitica*, parasita peces vivos. Las royas blancas y los mildíus vellosos, pertenecientes al orden Peronosporales, son parásitos de plantas. En algunos mildíus vellosos, por ejemplo en los géneros *Phytophthora* y *Peronospora*, los receptáculos que contienen las zoosporas pueden estar modificados; en ese caso, los receptáculos se parecen a los conidios y funcionan como tales.

Chytridiomycota

Los miembros del filo Chytridiomycetes (Chytridiomycota) son considerados parientes cercanos de los oomicetes. En algunos sistemas de clasificación se incluyen en el reino Protistas, en lugar de situarlos con los hongos.

Zygomycota

Los hongos pertenecientes al filo Zigomicetes (Zygomycota) se caracterizan por formar zigosporas con gruesas paredes, de origen sexual y esporangiosporas no nadadoras, de origen asexual. El moho negro del pan (*Rhizopus nigricans*), un representante bien conocido de este grupo del orden Mucorales, produce masas de hifas sobre pan, fruta y otros alimentos deteriorados. Los hongos del orden Entomofthorales son parásitos de las moscas y de otros insectos. Tienen esporangiosporas sencillas dentro de unos receptáculos; en el interior de cada uno de ellos se desarrollan unas estructuras que llegan a independizarse y funcionar como conidios. El orden Zoopagales comprende hongos parásitos de amebas, nematodos y artrópodos.

Ascomycota

Los hongos del filo Ascomicetes (Ascomycota), también llamados hongos con forma de saco, producen un número determinado de ascosporas en el interior de unas bolsas semejantes a vesículas, denominadas ascas. Con la excepción de algunas levaduras y otros pocos organismos, los ascomicetes tienen hifas bien desarrolladas, por lo general con un único núcleo en cada hifa. Ciertas células se transforman en binucleadas poco antes de la formación de los sacos esporales. La unión de los núcleos se da en las ascas jóvenes; tras la posterior división, suelen producirse ocho núcleos, los cuales darán lugar a las ascosporas. Algunos ascomicetes tienen sólo una ascospora; otros pueden tener varios cientos. Las tres clases principales de este filo son: Hemiascomicetes, Euascomicetes y Loculoascomicetes. Los hemiascomicetes abarcan a las levaduras y otros hongos similares, cuyas ascas no se forman dentro ni sobre un soporte de masas de hifas. La levadura de la cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*), además de reproducirse por medio de ascosporas, lo hace también mediante unas protuberancias, o yemas, que a la larga se separan de las células parentales. Las levaduras del género *Schizosaccharomyces* se dividen por fisión. Los miembros del orden Tafrinales, como el parásito del melocotonero que causa el rizamiento de sus hojas, se clasifican a menudo dentro de esta clase, pero la verdadera relación entre estos organismos es confusa.

Los tipos más simples entre los miembros de la clase Euascomicetes, como los pertenecientes al orden Eurotiales, son aquellos cuyas ascas están esparcidas por todo el interior de unas bolas de hifas, llamadas cleistotecios. *Penicillium* y *Aspergillus* son etapas conidiales de los eurotiales. Los hongos pertenecientes al orden Erisifales, un grupo de parásitos de plantas llamados los mildíus de la podredumbre, tienen cleistotecios con formas especializadas. Algunos ascomicetes, que se suelen denominar pirenomicetes, tienen ascas originadas en el interior de unas estructuras con forma de matraz llamadas peritecios. Muchos peritecios se desarrollan sobre una masa de hifas que sirve de soporte, que se llama ascocarpo. Las colmenillas o

morchelas, las trufas y pezizas, son ascocarpos muy conocidos, con las ascas situadas en la cara superior de los cuerpos fructíferos. Otro pirenomicete, el moho rojo del pan (del género *Neurospora*), se ha utilizado comúnmente en el estudio de la herencia genética.

Los miembros de la clase Loculoascomicetes difieren de los grupos descritos anteriormente por tener ascas con doble pared que se forman dentro de unas cavidades que hay en el interior de la masa de hifas. Algunos órdenes representativos de este grupo son: Miriangiales, Dotideales y Pleosporales.

Basidiomycota

El filo Basidiomicetes (Basidiomycota) comprende numerosos y variados tipos de hongos, cuyas estructuras reproductoras son basidios que se localizan en las puntas de las hifas, sobre unos salientes con forma de tallo. Lo normal es que, en cada basidio, se formen cuatro basidiosporas. Los basidios pueden ser con forma de maza, cilíndricos u ovals. Las dos clases principales de este filo son: Heterobasidiomicetes, que tienen basidios con cuatro células y Homobasidiomicetes que, de manera típica, tienen basidios con una célula.

La clase Heterobasidiomicetes engloba a algunos importantes parásitos de las plantas, tales como las royas del orden Uredinales, o los tizones del orden Ustilaginales. Estos grupos tienen basidios que están divididos en varias células, por lo general cuatro, las cuales forman una espora cada una.

Deuteromycota

La mayoría de los miembros del filo Deuteromicetes (Deuteromycota) son fases conidiales de ascomicetes; sin embargo, unas pocas especies son zigomicetes o basidiomicetes. Los géneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Verticillium*, *Alternaria* y *Fusarium*, pertenecen al orden Moniliales. En estos hongos, los oídios y los conidios se forman sobre una almohadilla vellosa de hifas entrelazadas. Los hongos pertenecientes al orden Melanconiales, con géneros como *Colletotrichum*, tienen cuerpos fructíferos semejantes a diminutos platillos, llamados acérvulos. Los conidios de los miembros del orden Esferopsidales se originan en el interior de unas estructuras con forma de matraz llamadas picnidios.

UNIVERSIDAD Autónoma del Estado de Morelos

Escuela de Técnicos Laboratoristas

Biología II

Hongos

Alumna

4º semestre Grupo: B

Ciudad Universitaria a 25 de Mayo del 2000.

Por una humanidad Culta.