

CAPÍTULO SEGUNDO

MORFOLOGÍA Y SISTEMÁTICA DE LOS MICRO-ORGANISMOS

Hasta tanto que se han reconocido los micro-organismos como agentes de la fermentación, de la putrefacción ó de la enfermedad, pertenecían casi siempre á los *hongos inferiores*. Sin embargo, ciertas observaciones hacen probable la hipótesis de que organismos pertenecientes á otras clases de plantas ó de animales (como las algas, los flagelarios y los protozoarios) pueden en ocasiones funcionar como parásitos y tener en este concepto interés desde el punto de vista de la higiene. Pero en este sentido existen aún muy pocas cosas absolutamente ciertas para que se pueda utilizarlas en un conjunto sistemático. Basta, pues, resumir aquí lo que se refiere á los micro-organismos especialmente importantes bajo nuestro punto de vista: éstos están clasificados entre los hongos inferiores.

Para determinar el puesto de los hongos inferiores en el sistema vegetal es necesario dar el breve resumen siguiente. Los complementos necesarios se encontrarán en los manuales de Botánica, principalmente el trabajo de Frank sobre las criptógamas (en la *Botánica* de Leunis), la morfología comparada y la biología de los hongos de De Bary.

Lugar de los hongos en el sistema vegetal. — Los hongos, micetos, pertenecen á las criptógamas, esa gran división del reino vegetal caracterizada por su propagación por medio de esporos. La otra gran división comprende las fanerógamas. Estas últimas tienen flores y producen semillas en las cuales pueden ya reconocerse las diferentes partes de la planta futura; las criptógamas son anantas y se reproducen por medio de esporos, pequeñas células que no permiten distinguir ningún sexo y que son absolutamente análogas unas á otras. Las criptógamas

se dividen en criptógamas de tallo y en talofitas, plantas de hoja donde solamente hay producción de un follaje en el thallus sin análogo en las plantas superiores. Anteriormente se dividían las talofitas en tres subdivisiones: hongos, algas y líquenes. Se caracterizaban los hongos diciendo que son células sin clorofila, que no se alimentan sino de combinaciones orgánicas previamente formadas, y, por consiguiente, viven como saprofitos sobre sustancias orgánicas en vías de descomposición, ó como parásitos en vegetales ó animales vivos.

Designábanse las algas como células que contienen siempre clorofila, se nutren por medio de sustancias inorgánicas, y la mayoría viven en el agua. Los líquenes serían una mezcla de células clorofilicas y sin clorofila, que pueden nutrirse de materiales inorgánicos y viven la mayor parte en el aire.

En los últimos tiempos, con buen acuerdo, se ha concedido poco valor á esta distinción, basada, ante todo, en la presencia ó la falta de clorofila. Entre las fanerógamas hay más de una planta sin clorofila (orquídeas monotropas), que, sin embargo, no se borran por esta razón de las familias ó de los órdenes á que corresponden por sus atributos morfológicos. Si para las talofitas se toma como punto capital las condiciones de reproducción y el carácter morfológico, entónces los hongos y las algas tienen muchísimos puntos comunes. Además, según recientes investigaciones, puede admitirse con bastante certidumbre que los líquenes están compuestos de un hongo y un alga sobre la cual vive el primero como parásito; no puede, pues, en absoluto considerarse como una clase independiente. Por tanto, vale más abandonar la clasificación en hongos, algas y líquenes, y elegir para las talofitas un principio de clasificación conforme con el de las otras plantas.

Todavía están divididas las opiniones en cuanto á saber de qué manera se logrará mejor la clasificación de las talofitas. Basta consultar á De Bary (*Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze*, página 142), la clasificación de Brefeld (*Untersuchungen über Schimmelpilze*, Heft 4), y el trabajo de Franck, publicado en la tercera edición de la *Botánica* de Leunis, pág. 398. En general, tomaremos esta última publicación como punto de partida de la presente exposición, porque la sinopsis de Leunis constituye el *vade-mecum* indispensable para quien quiera ocuparse especialmente de las talofitas. Entre las talofitas sólo tienen interés higiénico hasta ahora los hongos; no se tendrán en cuenta para nada las algas y los líquenes. Respecto á las formas de algas semejantes á los hongos, remitimos á los estudios de Cohn y de Leunis sobre la biología de las plantas, tomo I, libro II.

Desde el punto de vista higiénico parece práctico, contra los usos botánicos, establecer cuatro grandes divisiones principales entre los hongos. La primera comprende los hongos propiamente dichos, *fungi*; la

segunda, los *micetozoarios*; la tercera, los *blastomicetos* ó levaduras (*sprosspilze*); y la cuarta, los *esquizomicetos* ó *esquistomicetos* (*spaltpilze*).

I.—Hongos propiamente dichos.—*Mohos, fungi, schimmelpilze*.—

Morfología general.

Los hongos consisten en células microscópicas, en las cuales se distingue una membrana y un contenido protoplasmático. La membrana de la célula está formada por una sustancia análoga, pero no idéntica á la celulosa (*pilzellulose*). El iodo no la colorea de violeta; la mayor parte de las veces no se encuentra en el protoplasma núcleo, ni tampoco granulaciones amiloideas, ni clorofila. Por el contrario, con frecuencia hay vacuolas y gotitas oleosas, diversas materias colorantes y á veces también, en la cara externa de la pared celular, agujillas, espinitas, constituidas por cristales de oxalato de cal.

El crecimiento del hongo resulta de que las células se alargan por el desarrollo de una prolongación. De aquí resulta regularmente la formación de filamentos ó hifos. De ordinario diviéndose los filamentos por tabiques transversales. Casi siempre están ramificados dicotómicamente; en un punto cualquiera de su extensión se ve destacarse un segundo filamento, ó bien la misma célula terminal se divide dicotómicamente. El conjunto de los filamentos que existen, ora se hallen en un número restringido ó aislados por completo, ora estén reunidos en masa, designase con el nombre de thallus.

El thallus se divide en micelio y carpóforo tan pronto como éste se desarrolla. Hasta entónces el thallus y el micelio son idénticos, y se designan con ese nombre los filamentos más ó menos extensos, ramificados, que se colonizan en un substrato cualquiera. La mayoría de las veces, por su extensión uniforme, se producen hilos micelinos en todas direcciones; por su anastomosis, un micelio aterciopelado; y algunas veces, por la reunión de numerosos filamentos, capas membranosas, parenquimatosas ó cordones filamentosos. En ciertas circunstancias particulares, el micelio de muchos hongos adquiere la forma llamada esclerocio, consistente en un cuerpo carnoso, globular, que se desarrolla consecutivamente á un micelio ordinario. Se compone por lo común de una sustancia cortical y otra medular, consistente esta última en filamentos entrelazados, y la primera formada por las células terminales de los filamentos, muy unidas. Estas células tienen una membrana oscura. El esclerocio debe considerarse como una forma de reposo, en la cual sólo mucho tiempo después y en un medio constantemente húmedo se verifica la expulsión de los carpóforos. Los filamentos mi-

celinos tienen el poder de penetrar con la mayor energía en los substratos nutritivos. En las partes muertas de las plantas pueden perforar las membranas celulares. Estas se disuelven en el punto correspondiente al extremo por donde crece el filamento. Pero también se desarrollan parásitos en las plantas vivas; los hifos penetran entre las células ó atraviesan las paredes celulares, como en las partes muertas de las plantas. Asimismo, las membranas animales no oponen una resistencia extraordinaria á la penetración de los filamentos de muchos hongos. Hasta los dientes y los huesos pueden ser invadidos por ellos.

Los hongos se reproducen en general por esporos, es decir, por células que se hallan en estado de germinar en uno ó varios utrículos germinativos, y después, de crecer formando un nuevo cuerpo semejante á aquel de quien proceden. En casos raros, células aisladas del mismo micelio forman directamente los esporos; pero de ordinario vense crecer fuera de éste filamentos aislados, que no tardan en manifestar otras formas y otras condiciones de crecimiento, y que se llaman filamentos fructíferos ó carpóforos.

Si se reúnen numerosos filamentos fructíferos, resulta lo que se denomina el cuerpo del fruto (*fruchtkörper*), como sucede en los hongos superiores. Es muy varia la manera como se desarrollan los esporos en el carpóforo, sucediendo lo mismo con su modo de propagarse y de madurar. Estas diferencias de fructificación proporcionan el principio taxonómico fundamental en que se funda el sistema de los hongos tal como nosotros lo comprendemos.

Con respecto al desarrollo y á la propagación de los esporos, distingúense:

a) *Formación intercalar.*— En el caso del desarrollo de los filamentos hay una separación de células aisladas, que adquieren una forma algo irregular y se convierten en esporos ó dan origen á éstos. Con frecuencia se llaman yemas las formaciones de esta naturaleza.

b) *Formación acrógena.*— Las terminaciones de los filamentos fructíferos se aíslan por medio de tabiques transversales y funcionan como esporos. Los tenues tallos portadores se llaman basidias. Si de las extremidades de éstos nacen primero ramas delgadas en forma de pedículo, de las cuales se desprenden los esporos, entónces sus tallos se denominan esterigmas. La división transversal de la célula terminal del filamento se efectúa de tal modo que de ella resulta un solo esporo articulado, ó se producen gran número de yemas en el vértice de la basidia; ó bien se desprenden de la basidia muchos esporos unos tras otros. La separación de los esporos, su liberación, se verifica, ora por atrofia de los esterigmas, ora por atrofia ó reblandecimiento de la pared transversal que separa el esporo del vástago, ora, en fin, por proyección.

Este último modo de esporulación consiste en que el esporo está situado en la cima de una basidia utricular que se vuelve cada vez más turgente por absorción de agua. Tiene una membrana muy elástica. Inmediatamente debajo del tabique transversal que aísla el esporo, la resistencia de la membrana es menor que en el resto de su extensión. Por este motivo, tan pronto como la turgescencia alcanza un grado determinado se produce una desgarradura anular á este nivel. El tabique elástico se contrae en seguida y cierta cantidad del humor allí contenido sale con violencia, arrastrando al esporo. Muchas veces se designan los esporos acrógenos con el nombre de basidiosporos, acrosporos ó simplemente con el de conidias. Hay casos en que este género de esporulación aparece en lo que se llama espermogonios. Estos espermogonios contienen una cavidad, en cuya cara interna se encuentra una espesa capa de basidias que producen numerosos esporos.

c) *Formación endógena de esporos.*— Los esporos nacen en el interior de células madres cuyo tabique persiste hasta la madurez. Estas células madres son los esporangios.

La mayor parte de los esporangios son células acrógenas. La formación de esporos en su interior se realiza por división del plasma sin formarse tabiques. Con frecuencia los esporangios son claviformes ó utriculares; llámense entónces ascos. En éstos se forman de ordinario hasta ocho ascosporos. Los ascos forman muchas veces pequeños frutos redondos ó en figura de botella.

La liberación de los esporos maduros se verifica, ya por la apertura del esporangio, que se produce porque en el momento de la madurez salta de pronto un trozo circunscrito de la pared; ya porque la mayor parte de la pared superior del esporangio se transforma en una sustancia soluble en el agua; ya, en fin, y esto se verifica con los ascos, por eyaculación, como lo hemos descrito más arriba.

d) *La formación de esporos va con frecuencia precedida por una especie de fructificación sexual.*— Esta consiste en la cópula de dos filamentos, que teniendo cada uno de ellos una prolongación claviforme, crecen, saliendo la una al encuentro de la otra, se adosan, y después de reabsorberse la pared intermediaria forman un zigosporo. Pero la mayor parte de las veces se forman órganos masculinos y femeninos bien caracterizados.

El órgano hembra está constituido por una célula globulosa que descansa en un filamento micelino, y la cual se llama oogono; el órgano macho es la anteridia: es una célula hinchada, alargada ó en forma de maza, que se separa del filamento que la sostiene y se une entónces con el oogono. A veces la anteridia emite un tubo de fructificación al interior del oogono. Después de fructificar, fórmanse en este último oosporos, células globulosas provistas de una membrana de celulosa.

Por lo demas, las anastomosis de este género entre filamentos no parecen tener en absoluto el significado de una cópula sexual.

Naturaleza de los esporos. — Los esporos maduros la mayor parte de las veces son sencillos, pero tambien muchas están reunidos de diferentes maneras; de ordinario son esféricos ú ovals, aunque en casiones forman bastoncillos largos y tenues. La membrana se divide en una capa interna y una capa externa; aquélla es el endosporo y ésta el episporo; la primera es incolora y la segunda está coloreada. El contenido lo constituye el protoplasma, que frecuentemente encierra gotitas de grasa.

El signo distintivo, comun á todos los esporos, es la facultad de trasformarse, ya en células madres de nuevos esporos (esporangio), ó desarrollarse en uno ó varios utriculos germinativos, fuera de los cuales se desarrollarán despues los hilos micelinos.

Los zoosporos y los esporos duraderos (dauer sporen) tienen maneras algo divergentes de conducirse. Los primeros están constituidos por un cuerpo protoplasmático, desnudo, redondeado, sin membrana celular sólida. Tienen pestañas, por medio de las cuales pueden moverse. Nacen por formacion endógena. Quedan en libertad por proyeccion. Sólo se forman y quedan libres bajo el agua. Despues de durar algun tiempo este período de movilidad durante el cual el esporo carece de membrana, los zoosporos quedan en reposo, se rodean de una membrana celular y brotan entónces (como los otros esporos) un tubo germinativo.

Con el nombre de esporos duraderos se comprenden aquellos que no tienen el poder de germinar inmediatamente de formarse, sino que requieren largo tiempo de reposo, á veces todo el invierno. Los zigosporos y los oosporos se conducen principalmente como dauer sporen.

Diferentes modos de formarse los esporos en un mismo hongo. — Las diferentes especies de órganos de fructificacion pueden presentarse en un mismo micelio, unos junto á otros ó unos en pos de otros. El mismo hongo, en ciertas condiciones, puede producir basidiosporos y en otras ascosporos. Con frecuencia se produce, pues, una pleomorfia de los órganos fructificadores. A esto se refiere muchas veces la generacion alternante. El thallus de un hongo determinado no tiene al principio sino una especie de órganos de fructificacion. Los esporos así engendrados crecen hasta constituir un thallus diferente del primitivo, que da origen á otro órgano de fructificacion. Por lo general no hospeda donde vivía, sino que necesita para su desarrollo otra diversa planta nutritiva. De los esporos desenvueltos en el segundo thallus nace de nuevo el micelio ordinario, con su fructificacion característica.

CLASIFICACION DE LOS HONGOS PROPIAMENTE DICHOS (SEGUN FRANCK.

VÉASE «BOTÁNICA» DE LEUNIS)

Primer orden. Ascomycetos. — Las formas adultas de estos hongos producen ascosporos. Muchas veces esta fructificacion va precedida por una formacion de conidias ó de espermogonios. Estas últimas formas de fructificacion de los ascomycetos, que se presentan con mucha mayor frecuencia en la naturaleza que las formas superiores de fructificacion, fueron descritas muchas veces como especies particulares de hongos. Recientemente se han reunido á la generacion de los ascosporos; tales son: el *eurotium aspergillus*, el *erysiphum oidium* y otros más.

Familias: perisporiáceas, pirenomicetos, tuberáceas, discomycetos, gimnoascos.

Segundo orden. Basidiomicetos. — Tambien se forman siempre los esporos cuando los hongos han alcanzado el punto máximo de su desarrollo. Se verifica por estrangulamiento acrógeno. Casi siempre constituyen frutos, en cuyo interior se forma una capa de basidias (himenium).

Familias: gasteromicetos, himenomicetos, acidiáceas ó uredíneas, euromoftóreas, ustilagináceas.

Tercer orden. Zigomicetos. — Éstos producen como forma superior de desarrollo zigosporos, producidos por cópula. Esta forma de fructificacion va precedida por la formacion asexual de esporos, por esporangio ó por estrangulamiento de conidias.

Familias: mucoríneas, quetoclodiáceas, pictocefalídeas.

Cuarto orden. Ficomicetos. — Son talofitas monocelulares. La célula es tubulosa y forma esporos en la extremidad de ciertos filamentos. En la fructificacion asexual estos esporos son zoosporos ó conidias; ademas, con frecuencia se forman oosporos.

Familias: saproleñáceas, peronosporéas, quitridiáceas.

En la parte del libro que va á seguir sólo se han elegido entre los diferentes grupos de hongos arriba enumerados aquellos que tienen un interés higiénico directo; es decir, los que aparecen como agentes de enfermedades en los animales superiores y en el hombre, ó mejor aún, los que merecen nuestro estudio por su gran propagacion y por su presencia constante en los trabajos micológicos, como sucede con los mohos más comunes.

Tambien se enumerarán algunas especies infecciosas para los ani-

males inferiores y las plantas: tal sucede con las especies cuyo modo de propagarse y aparecer las enfermedades que provocan permitan sacar deducciones por analogía en el hombre. Respecto á los demas detalles, deben consultarse los manuales botánicos citados más arriba.

A. — Como parásitos de las plantas y de los animales inferiores hay que citar:

1) *Uredo*. — Las ustilagíneas (brandpilze), orden de las basidiópóreas. Viven como parásitos en los órganos vegetales, sobre todo en los cereales. Finos micelios crecen entre las células de la planta ó directamente á través de ellas. En ciertos sitios se multiplican con actividad los hilos micelinos, se subdividen y se trasforman directamente en esporos, formando un polvo negro que ocupa el lugar del tejido destruido. El corto tubo germinativo (promicelio) se divide en varios miembros separados (esporidios), que pueden crecer tambien hasta formar un promicelio. La parte atacada de la planta varia segun la especie de *uredo*: ora son las flores, ora los tallos y flores, ora, en fin, las raíces; por lo general, se comprueba la aparición de la enfermedad parasitaria cuando aparece la oscura masa de los esporos.

La humedad persistente es necesaria para la germinación de los esporos y para que el micelio penetre en las plantas nutritivas. La profilaxia de esta afección estriba en disminuir la humedad y en desinfectar las semillas (por ejemplo, con el sulfato de cobre).

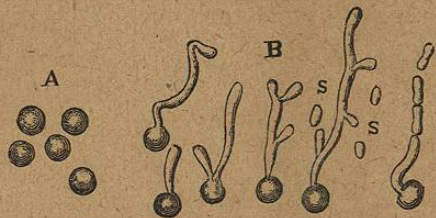


FIGURA 1. — *Ustilago carbo*. — Aumento, 400.

A. Esporos maduros. — B. Esporos en vías de germinación, formando un promicelio. — S. Esporidios.

Ustilago carbo. — Uredo de los trigos (flugbrand, staubbrand). Polvo negro en las espigas del trigo, la cebada y la avena. En la época de la mies, la masa atizonada (brandmasse) separóse hace mucho tiempo con el viento y la lluvia, de suerte que no puede advertirse alteración alguna en la harina. Esporos morenos redondeados (fig. 1, A), episporo liso, unido. Los esporidios son celulitas alargadas (fig. 1, S). Unas treinta especies.

Tilletia caries. — Erisifo fétido (steinbrand, schmierbrand). Polvo moreno-negrucado, de olor á sardinias. Se encuentra en los granos de trigo y de espelta. Los granos no se disgregan, sino que, por el contra-

rio, permanecen compactos. A causa de esto, la masa atizonada contamina á la harina, comunicándola su olor repugnante. Esporos esféricos, de color moreno pálido; el episporo presenta un engrosamiento en forma reticulada. Por la germinación aparece en la extremidad del promicelio un esporidio filiforme ahorquillado. Los esporidios se reúnen en su mitad inferior por una rama transversal; tambien se desprenden por parejas. El par desprendido se desarrolla entónces en un promicelio, en el cual, por estrangulación, prodúcense con frecuencia esporidios secundarios. Por lo comun, son entónces celulillas ovales alargadas, que pueden germinar de nuevo.

Segun las investigaciones de Brefeld, cultivando las ustilagíneas en una solución nutritiva azucarada, producen ilimitado número de formas de vegetación.

2) *Entomoftóreas*. — Orden de las basidiópóreas. Viven como parásitos en los insectos, volviéndose mortales para su huésped. Son la causa de ciertas enfermedades epidémicas de los insectos.

Empusa muscae. — En las moscas domésticas. Las moscas muertas por el hongo están colgando de las paredes por las patas. Entre los segmentos del vientre hinchado aparecen tres anillos blancos (las ba-



FIGURA 2. — *Tilletia caries*. — Aumento, 400.

sp. Esporo maduro. — p. p. Esporo en germinación. — a. Esporidio en vía de desarrollo. — s. Esporidios desarrollados y acoplados. — x. Tubo germinativo de un esporidio. — s'. Esporidio secundario.

sidias). La mosca está rodeada por una ancha aureola pulverulenta blanca, constituida por esporos. Estos (diámetro, 0^{mm}, 011) germinan con facilidad en la piel del vientre de las moscas sanas. Forman un promicelio que penetra bajo la piel y produce por gemmación cortas células que se separan y se propagan en la sangre.