

Los hongos: ¿plantas o animales?

Aunque aún falta información de grupos menores o poco conocidos puede afirmarse que los hongos, igual que las algas, presentan varias líneas de origen y evolución.

JOAQUIN CIFUENTES BLANCO*

La palabra hongo se deriva del latín fungus que, al igual que la raíz griega mucus (mices en castellano), se utilizó originalmente para un limitado grupo de especies macroscópicas, comestibles o venenosas. Posteriormente, el término se ha generalizado en varios idiomas, principalmente el inglés y el castellano, para referirse a todos los organismos considerados en este grupo.

Algunas creencias antiguas

La naturaleza, el origen y la posición de los hongos siempre ha sido objeto de especulación. En un principio, sobre todo, de nuestra cultura occidental, se dudó acerca de su naturaleza viva pues debido al grado de desarrollo del conocimiento biológico se ignoraba la existencia de los microorganismos y de la estructura celular de los seres vivos.

Por ejemplo Plinio (D.C. 23-29) en su *Naturalis Historia* (Libro XIX, sección 11) escribió su concepción sobrenatural de las trufas: "Hay dos tipos, uno arenoso que lastima los dientes y otro sin semejante material; se distinguen por sus colores que van del rojo al negro o blanco en su interior; aquellas provenientes del Africa son las más estimadas. Ahora, si tal imperfección de la tierra (*vitium terrae*), pues no puede decirse que sea otra cosa, crece o si en cambio alcanza súbitamente por completo su forma globosa son preguntas que, pienso, no pueden explicarse fácilmente. En su carácter putrescible estas cosas semejan la madera". Más adelante (*Loc. cit.*, Libro XIX sección 13) continúa: "... ciertas creencias peculiares sostienen que se producen durante las lluvias otoñales, especialmente con los truenos, que



* Profesor e Investigador del Departamento de Biología, de la Facultad de Ciencias, UNAM.

son la causa de su crecimiento, pues no duran más de un año y el mejor momento para comerlas es la primavera. Algunos piensan que se producen por semillas, porque las que crecen en las costas de las Mitelenos siempre aparecen con las inundaciones que acarrear semillas de Tiara donde se pueden encontrar muchas trufas. Crecen en playas donde hay mucha arena". Muchos otros clásicos como Juvenal y Plutarco manifestaron ideas sobrenaturales semejantes.

Otras concepciones sobrenaturales

Existe una gran diversidad en la familia de los hongos; encontramos desde venenosos, como el amanita mortal hasta los alimenticios como los champiñones o el huitlacoche, sin olvidar los alucinógenos como la *Amanita muscaria*.

son registradas por Lowy (1974) quien dice que la tradición indígena de los Altos de Guatemala y el Sur de México asocia la *Amanita muscaria* (seta de las moscas) con el rayo. Wasson (1968) asegura que de acuerdo con el Rig Veda de los hindúes, el Dios del Trueno es el padre del Soma, una planta sagrada que posiblemente se trate del mismo hongo *A. muscaria*.

Pero en general, los hongos se asociaron al suelo bajo la idea de la generación espontánea, como Nicandro (185 A. C.) quien en su *Alexipharma-*

ca nos habla del "...fermento maligno de la tierra.. que los hombres comúnmente conocen por el nombre de hongo." Esta noción cambió poco durante la Edad Media y principios del Renacimiento. En uno de los primeros escritos después de la invención de la imprenta, el Herbolario alemán Jerome Bock (1552) escribe todavía: "Los hongos y las trufas no son ni hierbas, ni raíces, ni flores, ni semillas, sino tan sólo la humedad superficial de la tierra, los árboles y la madera o cosas podridas.

Giambattista della Porta (el reinventor de la cámara oscura) observó en 1588 por primera vez las esporas de los hongos y F. Pier Antonio Micheli realizó cultivos de hongos a partir de esporas sobre medios naturales (frutas y verduras). A pesar de esto, la naturaleza viva de los hongos se reconoció universalmente hasta después de los experimentos de Pasteur, que derrumbaron la teoría de la generación espontánea de los seres vivos; es decir, a mediados del siglo pasado.

La posición de los hongos

Paralelamente al desarrollo de las ideas sobre su naturaleza, se especuló también sobre su posición natural, es decir semejanzas y diferencias con otros organismos y clasificación como grupo. Esto ocurrió, principalmente, después del renacimiento cuando aparecen los primeros sistemas de clasificación de los seres vivos, período que culmina con la proposición del sistema natural por Linneo.

Debido a la variedad de formas reproductoras y vegetativas que presentan los hongos, existieron (y existen) dificultades para delimitarlos. Así, primero sólo se tomaron en cuenta grupos de hongos con formas macroscópicas ya que los hongos microscópicos, causantes de algunas fermentaciones y enfermedades en plantas y animales, se descubrieron después de la invención del microscopio.

Muchas veces, los diferentes grupos de hongos se clasificaron separadamente o como parte de otros organismos, como incluso ocurrió parcialmente con Linneo. De hecho los hongos se clasifican ya como un grupo (aunque dentro de los vegetales) con Persoon (1801) y posteriormente con Fries (1821) y, a diferencia de las plantas y los animales, tales fechas constituyen el punto de partida formal para su nomenclatura.

Simultáneamente se dieron opinio-





La naturaleza viva de los hongos se reconoció universalmente hasta después de los experimentos de Pasteur que derrumbaron la teoría de la generación espontánea.

nes contrarias en muchas ocasiones con base en observaciones confusas o incompletas de su morfología y fisiología, acerca de su carácter vegetal o animal; aunque en general prevaleció y se impuso la idea de su naturaleza vegetal. Builliard, siguiendo a Jussieu, en 1793 sostenía: "Si aquellos que obstinadamente rechazan dar a los hongos un lugar entre las formas del reino vegetal, si quienes pretenden que que todos los hongos se engendran solamente por pudrición y que carecen de semillas y de caracteres constantes para distinguirlos, etc., se hubiesen molestado en estudiar su organización, de seguir su desarrollo, de analizarlos con detalle y compararlos, indudablemente que se ruborizarían por su error."

En cambio antes, en 1766, el Barón Otto von Münchansen interpretó de modo opuesto sus propias observaciones: "Los hongos, ya maduros, y particularmente Lycoperda y todos los mohos, diseminan un polvo negruzco; si se observa éste bajo una lente de buen aumento veremos esferas semitransparentes llenas de puntos negros, con la substancia de un pólipo. He mantenido dicho polvo con agua y temperatura moderada y las esferas se hinchan y se vuelven ovales, móviles como animales. Estos pequeños animales (así los llamaré por su semejanza) se mue-

ven en el agua y si se observan al día siguiente forman matas de una trama dura y de ellos surgen mohos u hongos. Cuando crecen los hongos, inmediatamente se ven venas blancas que uno asocia con raíces pero en realidad no son sino tubos dentro de los que se mueven los pólipos en ambas direcciones y que luego forman estructuras más grandes". Esta idea del micelio como un sistema de tubos dentro del cual se mueve un protoplasto animal, la sostienen actualmente algunos para justificar la posición de los Mixomicetos y seres afines dentro de los hongos.

Pero el punto de vista que los consideraba vegetales logró consenso. Ya Linneo en su *Philosophia Botanica* de 1751 había reconocido sólo dos reinos de seres vivos, y dentro de las plantas inferiores había colocado a los hongos. Aunque existe correspondencia que demuestra que si consideró la posibilidad de que fueran animales, pero finalmente la desechó. Dada la influencia que tuvo su sistema natural de clasificación, esta concepción prácticamente ha prevalecido hasta la actualidad.

Las Teorías filogenéticas

Una vez que la naturaleza viva de los hongos quedó establecida, desechándose la idea de la generación espontánea, y que se establecieron las bases para su clasificación natural, con la aparición y aceptación de la Teoría de la evolución de Darwin (1858-1859), surge el problema del origen filogenético de los hongos.

Para empezar, la idea de su afinidad

vegetal se fortaleció con el estudio de la morfología. Por la presencia de talo (cuerpo) filamentosos con paredes celulares y el tipo de órganos reproductores asexuales (esporangios con zoosporas) y sexuales (oogonio y anteridio) de los mohos acuáticos (fundamentalmente en los Oomycota) se sugirió un estrecho parentesco con las algas. Por eso Braun (1847) ya consideraba a los hongos simplemente como grupos colaterales de las algas.

Posteriormente mientras algunos como Winter (1879), de Bary (1884) y Gäumann (1926) derivaron a los hongos (a veces excluyendo a los mixomicetos) de un solo grupo de algas (teoría monofilética), otros como Cohn (1872) Sachs (1875) y Brefeld más bien reconocen en la diversidad de los hongos la base de una teoría polifilética de su origen a partir de diferentes grupos de algas (ver figura 1). Entonces aparece la discusión sobre la relación entre los hongos inferiores y los hongos superiores y si existe o no conexión evolutiva entre ellos. La posición polifilética ha predominado entre las proposiciones contemporáneas como las de Dodge (1914), Orton (1927), Jackson (1944), con énfasis en la sugerencia de las algas rojas como ancestros de los hongos superiores.

Pero en contraste, con base en la nutrición heterótrofa de los hongos y algunas características de los Myxomycota (ausencia de pared celular en el talo, pero producción de esporas con dicha pared), Gobi (1884), Scherffel (1901), Cook (1928), Heim (1952), Matin (1955) e Ingold (1959) han des-

ORIGEN PROPUESTO PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE HONGOS

Antepasados sugeridos	División de hongos	Grupo de hongos	
Flagelados desconocidos	Mixomicota	Falsos hongos	
Crisofitinas	Plasmodiioforomicota		
Crisofitinas	Labirintulomicota		
Amebas	Acrasiomicota		
Amebas	Tricomycota	Hongos inferiores	Hongos verdaderos
Heterosifonales	Oomicota		
Flagelados desconocidos	Hifóquitridiomicota		
Flagelados desconocidos	Quitridiomicota		
Rodofitas	Zigomicota	Hongos superiores	
	Ascomycota		
	Basidiomicota		

Fig. 1

ESQUEMAS FILOGENETICOS, SIMPLIFICADOS,
PROPUESTOS PARA LOS HONGOS

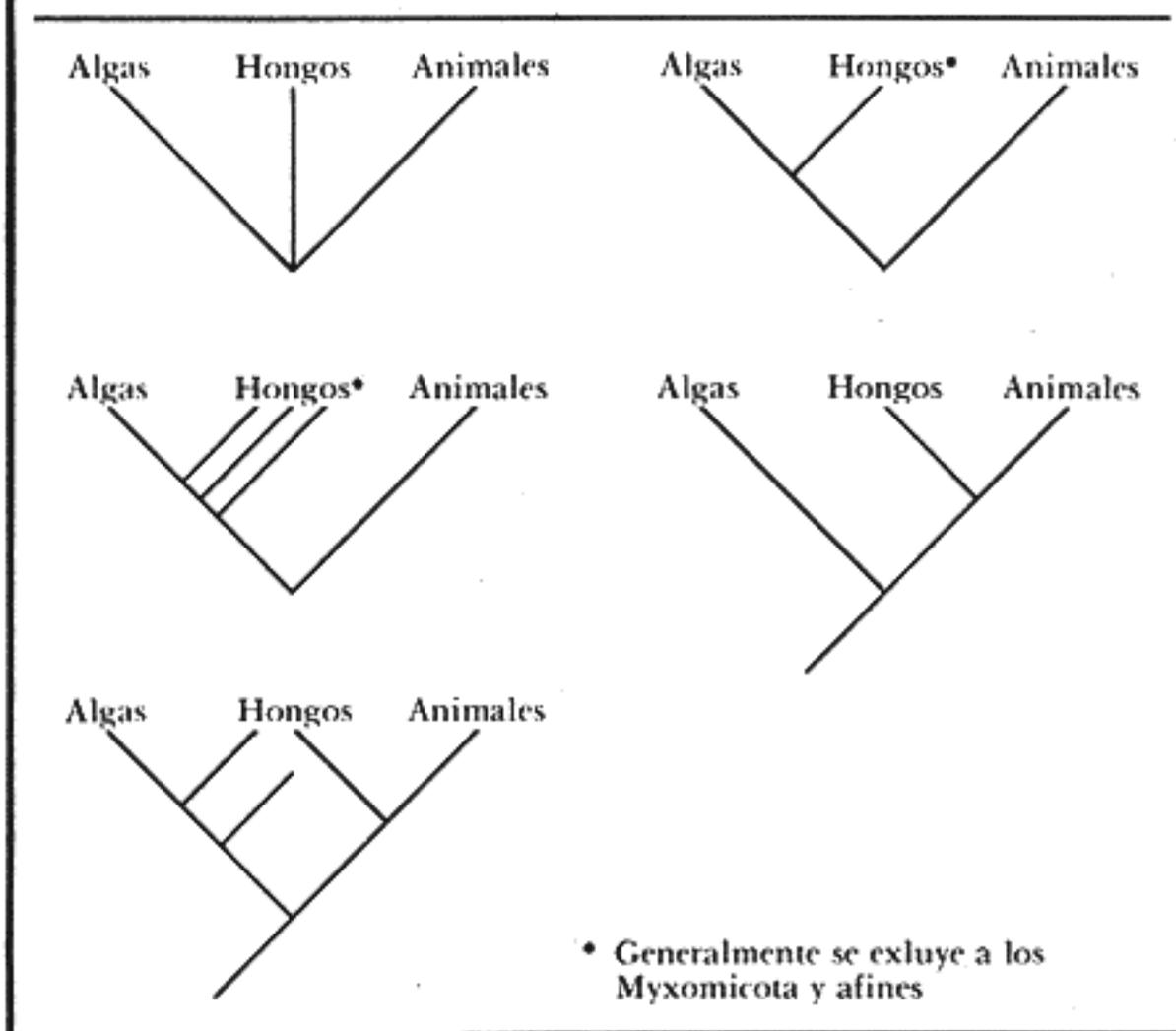


Fig. 2

arrollado una teoría monofilética a partir de un protozoo primitivo. Muy pocos como Fisher (1892) y Atkinson (1909), además de apoyar un origen derivado de algas, sugirieron la posibilidad de un ancestro, independiente de las plantas y los animales, unicelular heterótrofo. Esta idea retomada por Zuck (1953) nos plantea que las plantas, los hongos y los animales constituyen tres formas de nutrición diferenciadas en las primeras etapas evolutivas: la autotofia, la lisotofia (digestión extracelular y extracorporal) y la fagotofia (digestión intracelular y la intracorporal); por lo cual existen cuando menos tres reinos, Phyta, Myketes y Zoa.

En general a partir de las concepciones anteriores se han planteado una serie de árboles filogenéticos los cuales pueden simplificarse en cinco grandes tipos (figura 2).

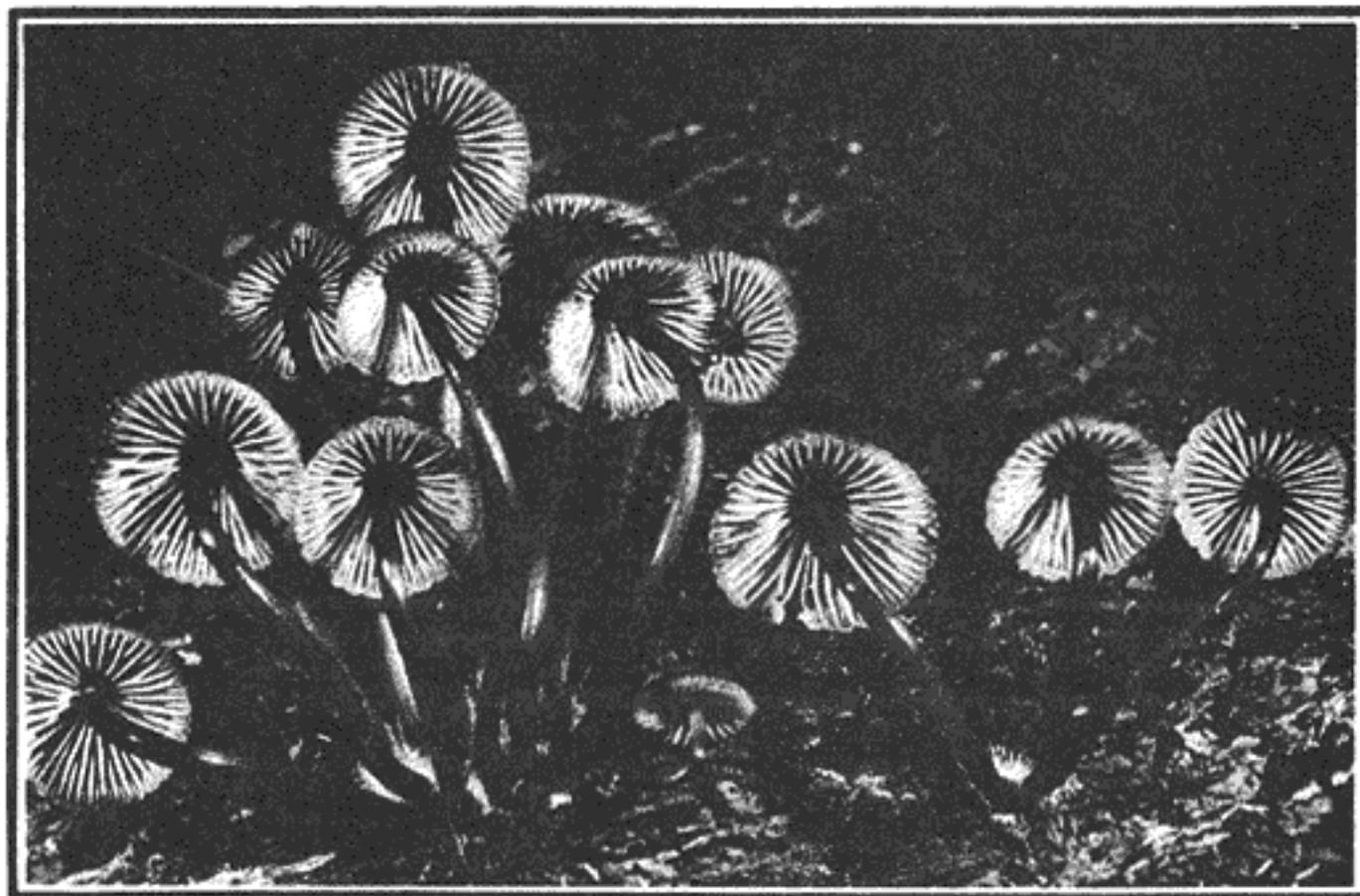
¿Por qué las algas?

Evidentemente la tradición linneana de dos reinos biológicos influyó para que la balanza se inclinara en favor de un origen mono o polifilético a partir de uno o varios tipos de algas. También la idea que consideraba que los primeros seres vivos debieron ser autótrofos, basada en la posición primaria de tales organismos en el eco-

sistema, fue un factor conceptual importante; pero ahora existen bases para suponer que las primeras formas de vida fueron heterótrofas, de acuerdo al desarrollo de la teoría del origen de la vida.

Sin embargo fue, fundamentalmen-

Debido a la variedad de formas reproductoras y vegetativas que presentan los hongos, existen dificultades para delimitarlos como grupo.



te, la comparación morfológica la base para fortalecer la idea de la afinidad vegetal. Existen tantas semejanzas entre los hongos y las algas, que resultó lógico suponer que no se trataba de un mero fenómeno de convergencia evolutiva. Pero acaso ¿no existen también notables semejanzas, no sólo morfológicas sino funcionales, entre los diferentes grupos de hongos (exceptuando algunos Myxomicota)? ¿Cuáles son resultado de una evolución paralela o convergente? ¿las que existen entre algas y hongos o aquellas que presentan los hongos entre sí?

Un planteamiento actualizado del parentesco vegetal lo encontramos con Dennison y Carroll (1966) y Demoulin (1974) quienes encuentran más semejanzas principalmente entre algas rojas y hongos superiores, a nivel de ultraestructura y bioquímica de algunas sustancias de reserva. Además, se argumenta por primera vez que las diferencias en la composición química de las paredes celulares entre hongos y algas se debe a la transición de la autotofia a la heterotofia. Pero también se han demostrado otras semejanzas de ultraestructura y bioquímica entre los hongos, lo que nos lleva de nuevo al dilema del párrafo anterior, sin resolverlo. Parece entonces que el enfoque seguido hasta ahora de buscar el mayor número de características comunes para apoyar una u otra posición no puede solucionar el problema: ¿existe o no parentesco entre los hongos inferiores y superiores o más bien se derivan de diferentes gru-

COMPOSICION DE LAS PAREDES CELULARES EN LOS HONGOS

División	Componentes principales
Mixomicota	celulosa
Acrasiomicota	celulosa-glucógeno
Labirintulomicota	celulosa
Plasmodioloromicota	quitina
Quitridiomicota	quitina-glucano
Hifoquitridiomicota	celulosa-quitina
Oomicota	celulosa-glucano
Tricomycota	Poligalactosamin-galactana
Zigomicota	quitina-quitosana
Ascomycota	quitina-glucano ó quitina-manana
Basidiomicota	quitina-glucano

Fig. 3

pos de algas y algunos protozoarios (en el caso de los mixomicetos y afines).

¿Por qué no un origen animal o independiente?

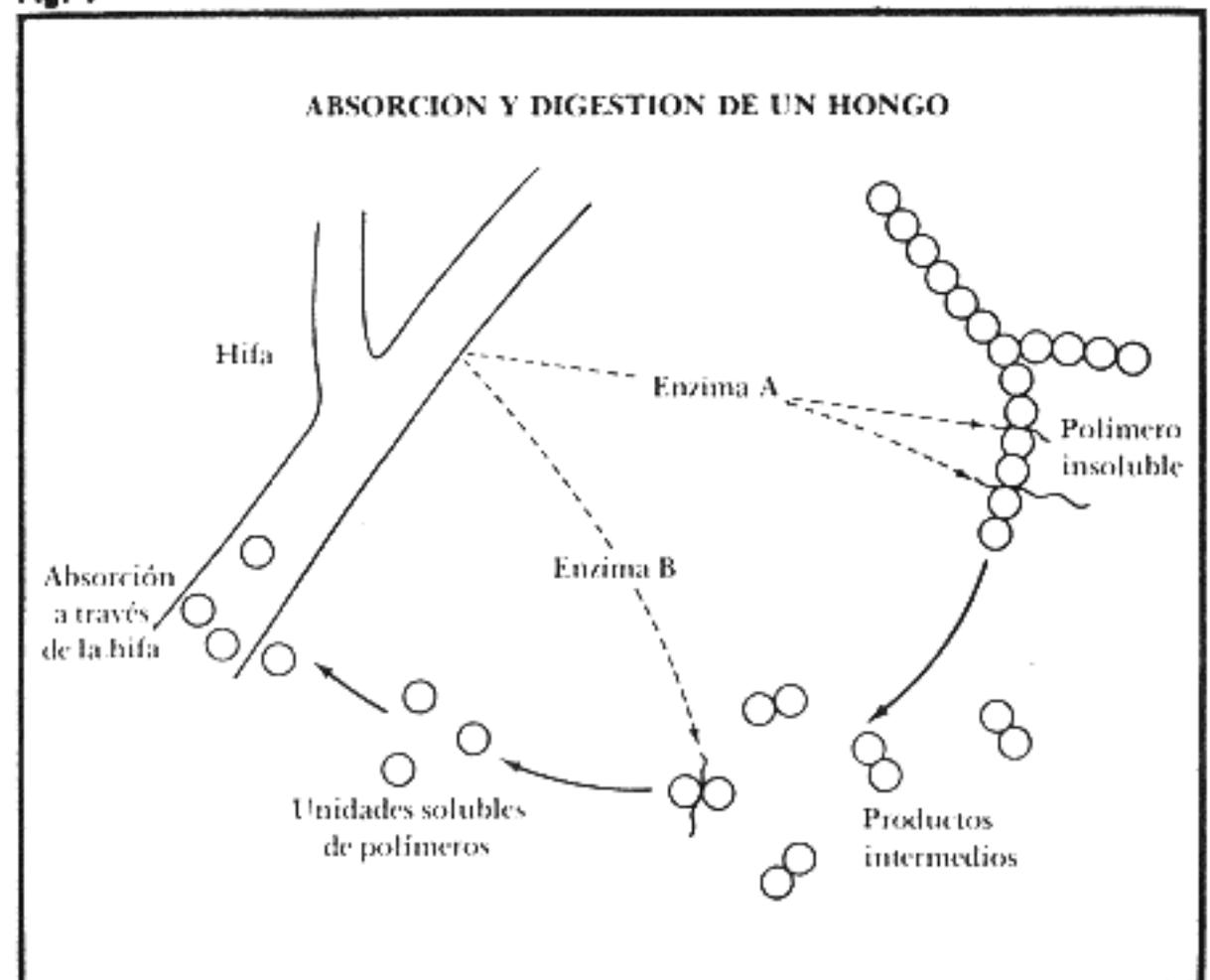
El carácter animal de los hongos se ha argumentado principalmente con base en su nutrición heterótrofa y la presencia de quitina en la pared celular en la mayoría de ellos; aunque existen grupos con celulosa o una combinación de ambas (figura 3) lo que indica una cierta separación.

Un obstáculo para aceptar un origen animal o bien independiente de los hongos, ha sido el peso que se ha dado a los caracteres morfológicos separados de su fisiología. Por eso a los hongos siempre se les ha reconocido por su capacidad para producir esporas, formar pared celular y carecer de clorofila; todo tipo de organismos con tales características han formado parte del grupo. De esta manera se incluyeron los mixomicota (que en un principio se clasificaron con los Gasteromicetos); pero cuando se observaron sus esporas germinando y se descubrió que en realidad son amebas fagotróficas que forman plasmodios (o pseudoplasmodios en los Acrasiomicota) de vida libre, se les definió como falsos hongos. Entonces ¿los hongos verdaderos se derivaron de los falsos o más bien de las algas? Como se mencionó, algunos piensan que el micelio, de los hongos inferiores fundamentalmente, no es más que un sistema de tubos a través del cual se traslada un plasmio-

dio que adquirió vida parásita; por esta razón consideran a los plasmodios Foromicota, un grupo que conecta a los falsos con los primeros hongos interiores. En cambio si se les separa de los hongos parece que no queda más alternativa que la de considerar a las algas como origen de los hongos verdaderos.

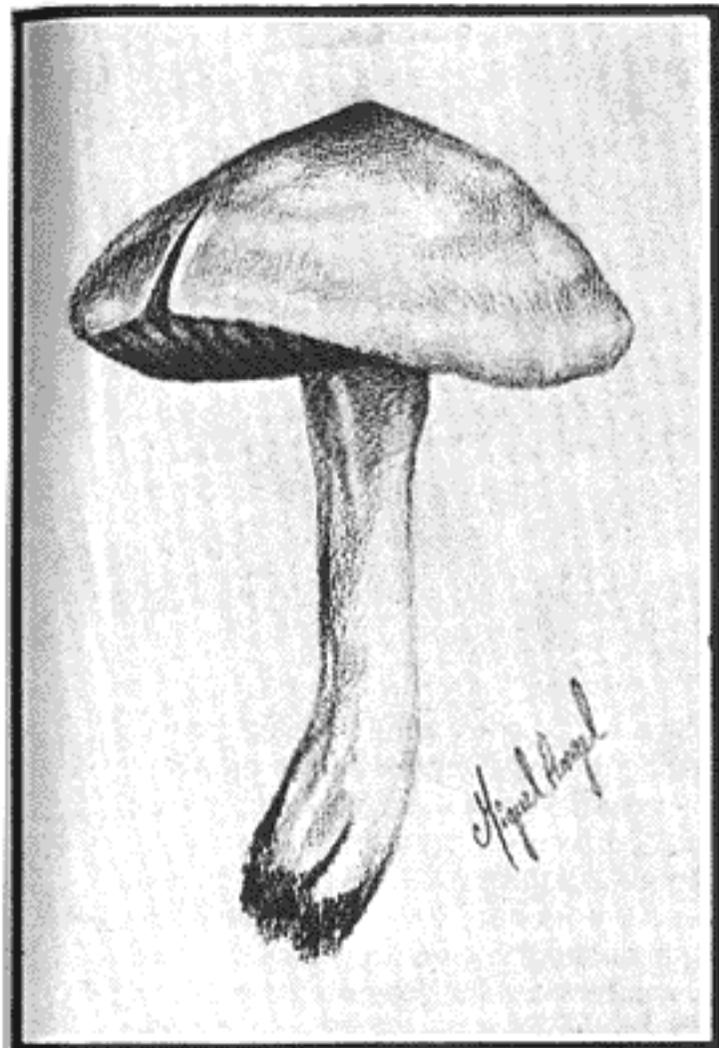
Pero poco se ha tomado en cuenta el funcionamiento de su cuerpo. Si separamos a los mixomicota y Acrasiomicota porque fagocitan, todos los demás

Fig. 4



grupos se caracterizan por su lisotrofia (que en general no existe en otros grupos de eucariotas): primero degradan, por medio de exoenzimas, total o parcialmente el sustrato donde crecen y entonces absorben las sustancias solubles de esa descomposición (figura 4). Además, el talo filamentososo de la mayoría de los hongos es de crecimiento indeterminado (micelio) y pueden invadir totalmente sustratos complejos como la madera.

Si se considera que muchos hongos son celulíticos pero la lignina prácticamente sólo es degradada por hongos superiores mediante un complejo proceso, aún desconocido, con intervención de muchas exoenzimas, debemos preguntarnos seriamente ¿pudieron las algas rojas transformarse, mediante selección natural, en organismos (hongos superiores) con esa capacidad? En el momento que aparecen las plantas leñosas surge con la lignina un nuevo nicho ¿quiénes lo ocuparon? ¿las algas rojas que debieron transformarse drásticamente, habiendo perdido su capacidad fotosintética? ¿o los hongos inferiores, que con la aparición de la heterocariosis se habían transformado en los llamados superiores? Desde un punto de vista fisiológico, es más probable que entre los hongos inferiores hallan aparecido mutaciones en su sistema de exoenzimas, las cuales seleccionadas naturalmente, llevaron a su transformación. Además se han observado hongos que producen las llamadas enzimas de adaptación, es decir, un hongo puede carecer de las



Comienza a existir un cierto consenso entre los estudiosos de la biología acerca de que los hongos constituyen un reino diferente al vegetal y animal.

enzimas necesarias para digerir el almidón, por ejemplo, pero al transferirlo a un medio con ese nutriente eventualmente puede producir las enzimas adecuadas y utilizarlo.

Por otra parte Cantino (1966), mediante un estudio de las capacidades sintéticas de los diferentes grupos inferio-

res acuáticos, comprobó que las formas "primitivas" todavía son capaces de utilizar nitrógeno y azufre inorgánicos, pues pueden sintetizar algunos aminoácidos y vitaminas, pero las formas "no primitivas" presentan pérdidas parciales o totales de sus capacidades sintéticas. Su trabajo sugiere que en los hongos ha ocurrido un desarrollo hacia una mayor heterotrofia mediante una mayor capacidad degradadora, lo que relaciona o separa diferentes grupos.

Igualmente, si analizamos los patrones genéticos del ciclo de vida o algunas vías metabólicas, existen bases para relacionar algunos grupos inferiores con los superiores, pero a la vez otros claramente quedan separados.

Por ejemplo, en la mayoría, el talo es haploide excepto en los Oomycota en que es diploide y podemos decir que la alternancia de generaciones (tan común en las algas) es muy rara en los hongos. En cambio aparece el fenómeno de la heterocariosis o dicariofase de los Ascomycota y Basidiomycota o la parasexualidad en los Fungi Imperfecti (Deuteromycota). En cuanto a los procesos metabólicos tenemos que para la síntesis de la lisina los Quitridiomycota, Zigomicota, Ascomycota y Basidiomycota emplean la vía del ácido adípico (como en Euglenofita) pero los Oomycota y los Hifomitridiomycota usan la del ácido diaminopimélico (como las algas verdes sensu lato, helechos, fanerógamas y bacterias).

Los hongos ¿un reino separado?

Considerando los planteamientos anteriores, su origen esté directamente relacionado con la evolución de los tipos de nutrición y desde este punto de vista, separando a los Mixomicota y Acrasiomicota, todos los hongos quedan relacionados por su nutrición lisotrófica. ¿Significa esto que los hongos son monofiléticos? Mientras algunos grupos de hongos cada día aparecen más estrechamente relacionados (Quitridiomycota, Zigomicota, Ascomycota y Basidiomycota) por el tipo de pared celular, sus vías metabólicas y sus patrones genéticos y otros se separan claramente (Myxomicota, Hifomitridiomycota y Oomycota). Aunque aún falta información de grupos menores o poco conocidos (Trichomicota o Labirintulomicota) puede plantearse que los hongos, igual que las algas, presentan varias líneas de origen y evolución (figura 5) que representa los ensayos que aparecieron de organismos eucariotes degradadores. Esta cuestión está íntimamente relacionada con el origen y evolución de los primeros eucariotes: ¿apareció una sola forma y tipo de nutrición que dió lugar a las demás? o por el contrario ¿desde un principio surgieron diferentes formas de eucariotes y tres tipos de nutrición a partir de diferentes procariotes? Esta última posibilidad puede explicarnos la gran diversidad de los grupos llamados primitivos, de algas, hongos y animales (protozoarios) y su intergradación, pero sin embargo se separan en tres formas de nutrición. ⊕

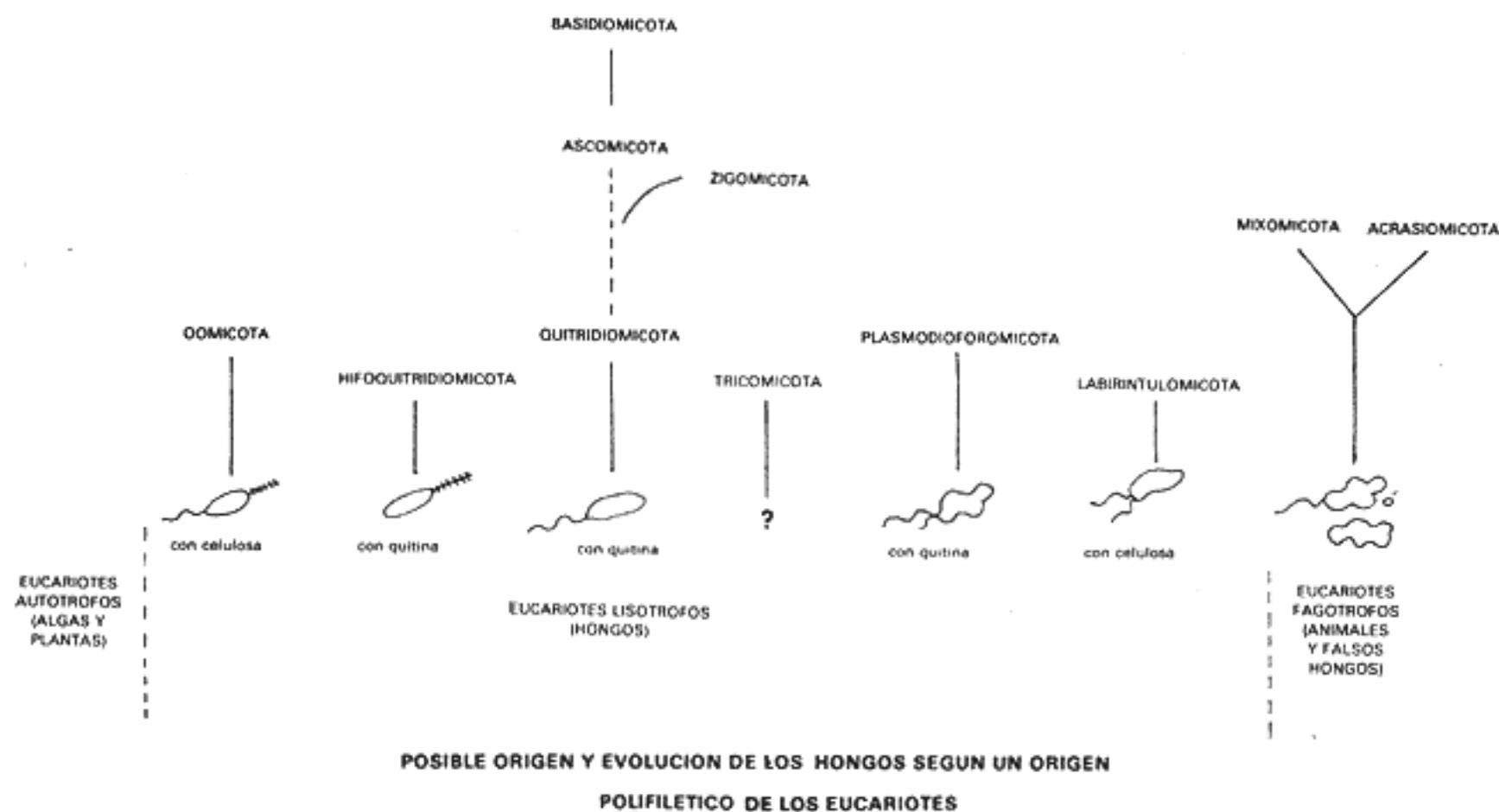


Fig. 5