

# Introducción a los macromicetos

Alejandro M. Iglesias Corchero

**Resumen**— Los hongos son organismos cuya clasificación dentro de la ciencia ha sido compleja a lo largo de la historia. En primer lugar, fueron clasificados como plantas debido a su comportamiento sésil a primera vista y posteriormente se les otorgó su propio reino, que cuenta con numerosas excepciones taxonómicas motivadas por su morfología y estrategias reproductivas. Este artículo tiene como objeto aportar un conocimiento básico al lector acerca de los hongos macroscópicos o macromicetos, término con el que también agruparemos a los mixomicetos, así como de sus formas de vida, su alimentación y morfología.

**Palabras Claves**— Hongos, Taxonomía, Macromicetos, Fungi, Protista.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las setas son el cuerpo fructífero de los hongos, unos organismos a los que históricamente se les ha prestado poca atención y pasan desapercibidos para muchos. La micología estuvo adscrita antaño a la botánica, y al contrario de ésta, que lleva siendo estudiada desde el siglo VIII a.C., ni siquiera se la reconoció como una ciencia separada hasta 1836 cuando Miles Joseph Berkeley le dio su nombre [1].

Los macromicetos son hongos con fructificación macroscópica ( $>1\text{ mm}$ ), que agrupan a los organismos del reino *Fungi* [2] y los mohos mucilaginosos, incluidos en el reino *Protista* [3] y *Chromista* [4], que se vean a simple vista. Dejaremos de lado a los líquenes, ya que son asociaciones de uno o varios hongos y un alga, exceptuando a los macromicetos con talo líquenico, como los del género *Lichenomphalia* que trataremos posteriormente en su respectivo grupo de ascomicetos o basidiomicetos.

Se trata de organismos de suma importancia, ya que son muy similares a los reconocidos como los primeros organismos pluricelulares de todos los tiempos. Esto es, unos seres vivos parecidos a los mohos mucilaginosos actuales, cuyo registro fósil pertenece a la biota Francevillense de Gabón, en el Paleoproterozoico (2200 Ma). Ya en esta época geológica existían los hongos "reales", datados en 1000 Ma [5][6]. Para ponernos en contexto, la explosión de la vida pluricelular sucedió en el Cámbrico, hace 542 Ma, y las plantas colonizaron la tierra firme hace entre 515 y 470 Ma [7].

Nutricionalmente, los macromicetos, no tienen la capacidad de realizar la fotosíntesis ni de fijar nitrógeno; necesitan en cambio de un aporte de nutrientes externo, por lo cual son heterótrofos. En cuanto al mecanismo de heterotrofia, se realiza una digestión fuera del organismo mediante exoenzimas que se liberan al medio en el caso de los macromicetos pertenecientes al reino *Fungi*, y fagocitosis en el caso de los mohos mucilaginosos [8][9]. Por tanto, al necesitar compuestos orgánicos complejos son

quimioheterótrofos.

## 2. FORMAS DE VIDA DE LOS MACROMICETOS

Dada su disparidad morfológica, no es de extrañar que estos organismos ocupen nichos ecológicos diversos. Según su forma de relacionarse con el entorno los clasificaremos en saprofíticos, micorrizas, parásitos y otros.

### 2.1. Saprofíticos o "descomponedores"

Son aquellos macromicetos que basan su nutrición en la descomposición de la materia orgánica, y a su vez devuelven al medio nutrientes inorgánicos. Son los mejores descomponedores de restos orgánicos vegetales, incluso de la lignina, polímero que le da la resistencia a la madera. A este grupo pertenecen los champiñones (*Agaricus spp.*), las setas de ostra (*Pleurotus ostreatus*) y los shiitake (*Lentinula edodes*).

### 2.2. Micorrizas

Se estima que el 94% de las plantas con flores y alrededor del 80% de las plantas vasculares tienen algún tipo de micorriza [10]. Las micorrizas se pueden definir como "simbiosis endofíticas, biotróficas y mutualistas caracterizadas por el contacto íntimo entre hongo-planta, por la regulación funcional e intercambio de metabolitos, con beneficios mutuos" [11]. Básicamente, se trata de una unión entre las células del hongo y las de la planta, que le ayuda a la planta a incorporar nutrientes esenciales como el fósforo y extraer agua; el hongo por su parte se ve beneficiado con la obtención de compuestos de carbono complejos generados por la planta. Existen muchos tipos de sistemas micorrícos, pero solo se recogen a continuación los dos más comunes.

#### 2.2.1 Endomicorrizas

Corresponden en torno al 80% de todas las micorrizas [10]. Las células del hongo penetran dentro de las células de las raíces de la planta micorrizada. Dependiendo de la forma de

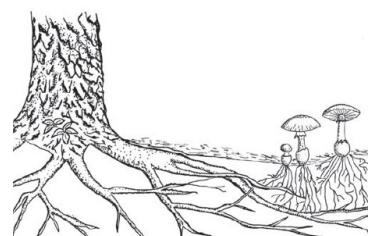


Fig. 1. Representación de una micorriza (ectomicorriza).

esta, se conocen varios tipos como micorrizas arbusculares, ericoides o de orquídeas. Un ejemplo de macromiceto endomicorrílico es *Glomus macrocarpum* [8][9].

### 2.2.2 Ectomicorizas

El hongo no penetra dentro de las células de la planta, sino que se ubica en los espacios intercelulares y envuelve a las raíces. Se estima que entre el 1,7 y el 4,5% de las plantas vasculares presentan estas micorrizas [10]. A este grupo pertenecen los hongos que normalmente se consumen como alimento, destacando los géneros; *Boletus*, *Amanita*, *Lactarius* y *Tuber*.

### 2.3 Parásitos

El parasitismo por definición es una relación de tipo (+/-) en la que el hongo (parásito) se beneficia y le causa un perjuicio al organismo al que parasita (huésped). Aunque muchos de los hongos parásitos se comportan primero como biotrofos alimentándose de la víctima viva y continúan haciéndolo tras la muerte de la misma, vamos a hacer una diferenciación [8].

#### 2.3.1 Patógenos obligados o Biotrofos

Requieren de un huésped vivo y obtienen nutrientes de las células vivas, el daño originado al huésped puede ser más o menos intenso. Un ejemplo claro de este tipo de hongos son el género *Cordyceps* y *Ophiocordyceps*. *O. sinensis*, parasita larvas de polilla y se desarrolla en ellas hasta que termina matándolas, y posteriormente emerge el cuerpo fructífero del hongo [12].

#### 2.3.2 Patógenos facultativos o Necrotrofos

Viven en materia orgánica muerta, pero pueden afectar también a seres vivos. Por ejemplo, *Armillaria mellea* es un hongo que puede vivir como saprófita, y también puede infectar árboles vivos, causando pudrición en la raíz [13].

### 2.4 Otros

Además de estas formas de vida clásicas, hay también otros comportamientos menos conocidos que vale la pena destacar, sobre todo cuando hablamos de mohos mucilaginosos.

#### 2.4.1 Depredación

En algunas fases de la vida de los mohos mucilaginosos, el organismo es una ameba unicelular y en algunas especies, se ha descrito la depredación de bacterias por fagocitosis [14].

#### 2.4.2 Asociaciones oportunistas con bacterias

Diferentes estudios apuntan a que, en la fase de plasmodio, algunos mohos mucilaginosos como *Didymium squamulosum* pueden incorporar a su estructura bacterias creando comunidades plasmodio-bacterianas [15].

## 3. MORFOLOGÍA DE LOS MACROMICETOS

Dada la disparidad de los macromicetos, se recoge a continuación una descripción morfológica muy sintética de los dos principales grupos que lo integran (Basidiomycota y Ascomycota) y mohos mucilaginosos.

### 3.1 Basidiomicetos

Producen sus esporas externamente, en estructuras llamadas basidios que se encuentran en la parte inferior del hongo. Muchas de las especies que encontramos en el supermercado pertenecen a este grupo. En estos casos los basidios se pueden agrupar en láminas (Champiñón, *Agaricus spp.*), en poros (*Boletus spp.*), en agujones (lengua de vaca, *Hydnellum repandum*) o pliegues (champiñones, *Cantharellus cibarius*). En otras ocasiones los órganos formadores de esporas pueden adoptar otras morfologías: bolas (pedos de lobo, *Lycoperdon spp.*), formas fálicas (*Phallus spp.*), claviformes (*Calocera spp.*) o superficies lisas (*Stereum spp.*). Algunas tienen mecanismos de dispersión de esporas peculiares, como ocurre con *Clathrus* que producen olores nauseabundos para atraer a moscas y otros insectos que dispersan sus esporas como abejas y flores.

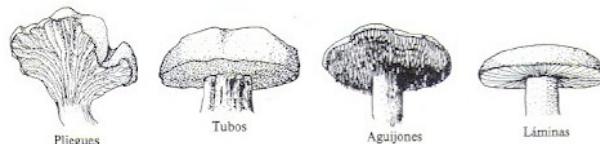


Fig. 2. Representación de himenios en basidiomicetos.

### 3.2 Ascomycetos

Desarrollan sus esporas internamente, dentro de células denominadas "ascos". Este grupo suele tener setas con formas tipo recipiente (*Sarcoscypha spp.*), bolas enterradas (*Tuber spp.*), colmena (*Morchella spp.*), costras (*Hormiscium spp.*) o madera quemada (*Xylaria spp.*). En este grupo también se dan mecanismos de dispersión de esporas llamativos, como las trufas (*Tuber spp.*), que producen aromas complejos, creados por la misma trufa en conjunción con bacterias que viven asociadas a ella, estos olores fuertes sirven para que diferentes animales localicen y desentierren la trufa para así dispersar sus esporas [16].



Fig. 3. Ejemplos de ascomicetos: a, *Helvella crispa*; b, *Sarcoscypha coccinea*; c, *Tuber melanosporum*; d, *Morchella vulgaris*; e, *Hormiscium ericae*; f, *Xylaria hypoxylon*.

### 3.3 Mohos mucilaginosos

Estos macromicetos tienen una forma de vida compleja, podemos distinguir 3 fases diferenciables [17][18].

### 3.3.1 Fase ameboidal

De una espora emerge una mixameba que, dependiendo de si el medio contiene agua o no, será flagelada o no, respectivamente. En este estadio la ameba se reproduce asexualmente y se alimenta mediante fagocitosis, envolviendo en vacuolas a las bacterias para su digestión.

### 3.3.2 Fase plasmodial

Dos mixamebas compatibles se unen formando un zigoto que luego se empezará a dividir, formando una masa unicelular multinucleada llamada plasmodio que puede alcanzar los  $2\text{m}^2$  de superficie. En esta etapa ya es visible a simple vista. Su alimentación es mayormente saprofítica.

### 3.3.3 Fase esporal

Cuando este plasmodio madura, fabrica cuerpos fructíferos o esporóforos con una forma y color distinta al plasmodio. En esta etapa ya no se alimenta.

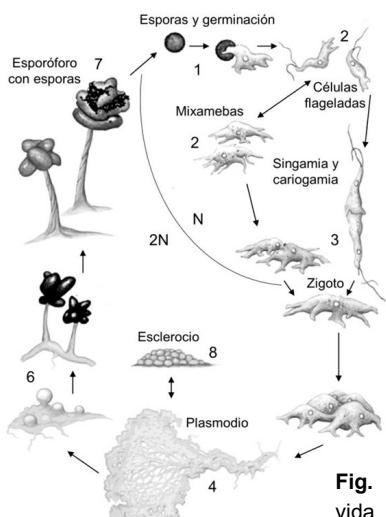


Fig. 4. Ciclo de vida de un moho mucilaginoso [19].

## 4. CONCLUSIONES

En este artículo hemos definido los macromicetos clasificando y describiendo sus formas de vida y su morfología. El término macromiceto no es un término taxonómico, pero se usa por su utilidad práctica para dar identificar a unos organismos que vemos en el campo y no pertenecen al reino Plantae. No obstante, se trata de un término controvertido, ya que algunos autores, excluyen a los mohos mucilaginosos del mismo.

## AGRADECIMIENTOS

A Javier Jimenez Nieva, por ser el principal motor del curso anual de setas de la Universidad de Huelva, desde el Aula de la Sostenibilidad, y por transmitir el conocimiento acerca de esta ciencia a veces tan desconocida y complicada que es la micología.

## REFERENCIAS

- [1] R.H. Whittaker, "New concepts of kingdoms of organisms: Evolutionary relations are better represented by new classifications than by the traditional two kingdoms," *Science*, vol. 163, no. 3863, pp. 150–160, Jan. 1969.
- [2] M.J. Berkeley, *The English Flora*, vol. 5, pt. II: *The Fungi*, ed. J.E. Smith, Longman, Hurst, Rees, Orme, Brown, and Green, London, 1836.
- [3] E. Haeckel, *Generelle Morphologie der Organismen*, vol. 1–2, G. Reimer, Berlin, Germany, 1866.
- [4] T. Cavalier-Smith, "Eukaryote kingdoms: seven or nine?" *Biosystems*, vol. 14, no. 3–4, pp. 461–481, 1981.
- [5] A. El Albani, S. Bengtson, D.E. Canfield, A. Riboulleau, C. Rollion-Bard, R. Macchiarelli, L. Ngombi Pemba, E. Hammarlund, A. Meunier, I. Moubiya Mouele, K. Benzerara, S. Bernard and P. Boulvais, "The 2.1 Ga Old Francevillian Biota: Biogenicity, Taphonomy and Biodiversity," *PLoS ONE*, vol. 9, no. 6, e99438, 2014.
- [6] C.C. Loron, R.H. Rainbird, E.C. Turner, J.W. Greenman and E.J. Javaux, "Organic-walled microfossils from the late Mesoproterozoic to early Neoproterozoic lower Shaler Supergroup (Arctic Canada): Diversity and biostratigraphic significance," *Precambrian Research*, vol. 321, pp. 349–374, 2019.
- [7] [5] J.L. Morris, M.N. Puttick, J.W. Clark, D. Edwards, P. Kenrick, S. Pressel, C.H. Wellman, Z. Yang, H. Schneider and P.C.J. Donoghue, "The timescale of early land plant evolution," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 115, no. 10, pp. E2274–E2283, Mar. 2018
- [8] M.C. Cepero de García, S. Restrepo Restrepo, A.E. Franco Molano, M. Cárdenas Toquica y N. Vargas Estupiñán, *Biología de hongos*, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia, 2012.
- [9] N. Dix and J. Webster, *Fungal Ecology*, Chapman & Hall, 1995.
- [10] M.C. Brundrett, "Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis," *Plant and Soil*, vol. 320, no. 1–2, pp. 37–77, 2009.
- [11] M. Sánchez de Prager, *Endomicorizas en Agrosistemas Colombianos*, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia, 1999
- [12] S.R. Sigdel, M.B. Rokaya, Z. Münzbergová and E. Liang, "Habitat ecology of *Ophiocordyceps sinensis* in western Nepal," *Mountain Research and Development*, vol. 37, no. 2, pp. 216–223, 2017.
- [13] D.B. Redfern, "The Ecology of *Armillaria mellea* in Britain Biological Control," *Annals of Botany*, vol. 32, no. 2, pp. 293–300, Apr. 1968.
- [14] D. Waddell, "A predatory slime mould," *Nature*, vol. 298, no. 5871, pp. 464–466, 1982.
- [15] Y. Liu, D. Zhao, Y. Wang and Z. Zhang, "Diversidad de comunidades bacterianas en los plasmodios de mixomicetos," *BMC Microbiology*, vol. 22, pp. 314, 2022.
- [16] R. Spivallio, S. Ottonello, A. Mello and P. Karlovsky, "Truffle volatiles: from chemical ecology to aroma biosynthesis," *New Phytologist*, vol. 189, pp. 688–699, 2011.
- [17] C. Lado and C. Rojas, *Guía para el estudio de la taxonomía y ecología de Myxomycetes*, Real Jardín Botánico, CSIC; Universidad de Costa Rica, 2020.
- [18] S.L. Stephenson and H. Stempel, *Myxomycetes: A handbook of slime molds*, Timber Press, Portland, OR, 1994.
- [19] M. Ulloa and T. Herrera, *El reino de los hongos: micología básica y aplicada*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1990.



Alejandro Mariano Iglesias Corchero, Doble Grado en Ciencias Ambientales y Geología, 6º curso.