

## 7. Clasificación

Los diversos criterios aplicados al reconocimiento de los hongos convergen en la taxonomía o sea el arte de ordenar a los seres según sus interrelaciones morfológicas, fisiológicas y moleculares. La taxonomía es tanto el método como la práctica de la clasificación y ésta implica la organización en categorías (taxones) que contienen grupos de organismos con características comunes. La identificación es un proceso de examen comparativo en base a las características comunes con un taxon establecido (1).

En sus orígenes la clasificación de los organismos estaba basada en criterios fenotípicos y aún hoy la identificación de los hongos se hace principalmente por la morfología. La microscopía clásica fue mejorada por el contraste según Nomarski, la fluorescencia y la citoquímica. El advenimiento de las computadoras permitió el análisis automático de imágenes y la microscopía electrónica de barrido facilitó la identificación de algunas especies por los detalles superficiales de las esporas y otras estructuras.

Pero la morfología puede variar según el sustrato y en estos casos los anticuerpos específicos contribuyen a una correcta identificación. Las técnicas moleculares se estimularon por el uso de la reacción en cadena de la polimerasa y la obtención de oligonucleótidos cebadores para los hongos. Los métodos más usados en

taxonomía fúngica son la secuenciación y el polimorfismo de la longitud de los fragmentos de restricción del ADN mitocondrial o ribosomal. Los objetivos del uso de las técnicas moleculares son: a) los estudios filogenéticos rastreando el curso más probable de la evolución, comúnmente a través de los genes que codifican el ARN ribosomal, b) los estudios taxonómicos a nivel de género y especie, c) la genética de poblaciones, d) las aplicaciones diagnósticas y epidemiológicas (2).

Debido a que muchos hongos crecen relativamente rápido en cultivos puros se suelen usar técnicas fisiológicas y bioquímicas para clasificarlos e identificarlos, desde cultivos en medios especiales hasta la determinación de metabolitos secundarios, ubiquinonas o composición de ácidos grasos, proteínas y pared celular (3).

En el cuadro 1 se indican algunas características de los reinos del imperio *Eukaryota* que contienen a los diversos organismos tradicionalmente estudiados por los micólogos. Los hongos están en el reino *Eumycota* o *Fungi*. Los mixomicetos y mastigomicetos han sido reubicados, respectivamente, en los reinos *Protozoa* y *Chromista* junto a protozoos y algas. Los hongos mitospóricos o imperfectos no constituyen una división taxonómica y muchos pertenecen a los ascomicetos (4).

En el cuadro 2 se muestran los reinos, divisiones y clases.

**Cuadro 7.1.** Características de los reinos de *Eukaryota* que abarcan a los hongos y organismos relacionados (1).

Reinos	<i>Chromista</i>	<i>Eumycota</i>	<i>Protozoa</i>
Nutrición	Autotrófica fotosintética o por absorción	Heterotrófica por absorción u osmotrófica	Heterotrófica fagotrófica u osmotrófica; o autotrófica fotosintética
Pared celular	con frecuencia celulosa, sin quitina ni otros $\beta$ -glucanos	quitina y $\beta$ -glucanos	ausente en forma trófica; variable si está presente
Crestas mitocondriales	tubulares	Achatadas	tubulares
Mastigonemas flagelares	tubulares	Ausentes	no tubulares

Cuadro 7.2. Reinos, divisiones y subdivisiones de hongos y organismos relacionados (5).

❖	PROTOZOA: principalmente fagotróficos, sin pared
➤	<i>Myxomycota</i> : organismos mucosos, plasmodiales o unicelulares, de vida libre
➤	<i>Plasmodiophoromycota</i> : plasmodio intracelular, zoosporangio, parásito obligado
➤	<i>Acrasiomycota</i> : ameboide, saprobios
❖	CHROMISTA: no fagotróficos, flagelos con mastigonemas (tipo pincel), pared con celulosa
➤	<i>Labyrinthulomycota</i> : células deslizantes dentro de una red tubular, gametas biflageladas
➤	<i>Hyphochytriomycota</i> : holo o eucárpico, esporangio, zoosporas con un flagelo anterior
➤	<i>Oomycota</i> : unicelular o micelio sin septos, esporangio, zoosporas con dos flagelos, hifa somática diploide, reproducción oogámica
❖	EUMYCOTA: osmotróficos, pared con quitina
➤	<i>Chytridiomycota</i> : unicelular o micelial, zoosporas con solo un flagelo posterior, meiosis zigótica
➤	<i>Neocallimastigomycota</i> : anaerobios, con hidrogenosomas
➤	<i>Blastocladiomycota</i> : meiosis en espórica, gametotalo haploide, esporotalo diploide
➤	<i>Microsporidia</i> : parásito unicelular, mitocondrias muy reducidas
➤	<i>Glomeromycota</i> : agentes de las endomicorrizas arbusculares
➤	' <i>Zygomycota</i> ': micelio en general sin septos, zigosporas por conjugación hifal
✓	<i>Mucoromycotina</i> : saprobios en su mayoría, mitosporas por lo común en esporangios
✓	<i>Entomophthoromycotina</i> : parásitos de artrópodos o saprobios
✓	<i>Zoopagomycotina</i> : parásitos
✓	<i>Kickxellomycotina</i> : saprobios, parásitos o simbioses
➤	Dikarya
•	<i>Ascomycota</i> : meiosporas dentro de ascas, anamorfos conidiales
✓	<i>Pezizomycotina</i> : micelio septado, ascas en ascomas diversos
✓	<i>Taphrinomycotina</i> : parásito, micelio subcuticular o subepidérmico, ascas desnudas
✓	<i>Saccharomycotina</i> : levaduras brotantes, ascas libres
•	<i>Basidiomycota</i> : meiosporas sobre basidios o estructura equivalente, micelio con septos doliporo o levaduras
✓	<i>Agaricomycotina</i>
▪	<i>Agaricomycetes</i> : basidioma visible carnoso, coriáceo o duro; hifas con fibulas; basidio sin septos primarios sobre laminillas, poros o en gasteroma; saprobios (epigeos, hipógeos o lignícolas) o ectomicorrízicos, raramente parásitos
▪	<i>Tremellomycetes</i> : basidioma visible gelatinoso o ceroso; basidio septado; lignícolas o micoparásitos
▪	<i>Dacrymycetes</i> : basidioma gelatinoso, basidio bifurcado, parentesoma no perforado
✓	<i>Pucciniomycotina</i> : meiosporas en soros, micelio sin fibulas, parásitos obligados de plantas o insectos (royas)
✓	<i>Ustilaginomycotina</i> : con fase levaduriforme, septo hifal por lo común sin doliporo (carbones)

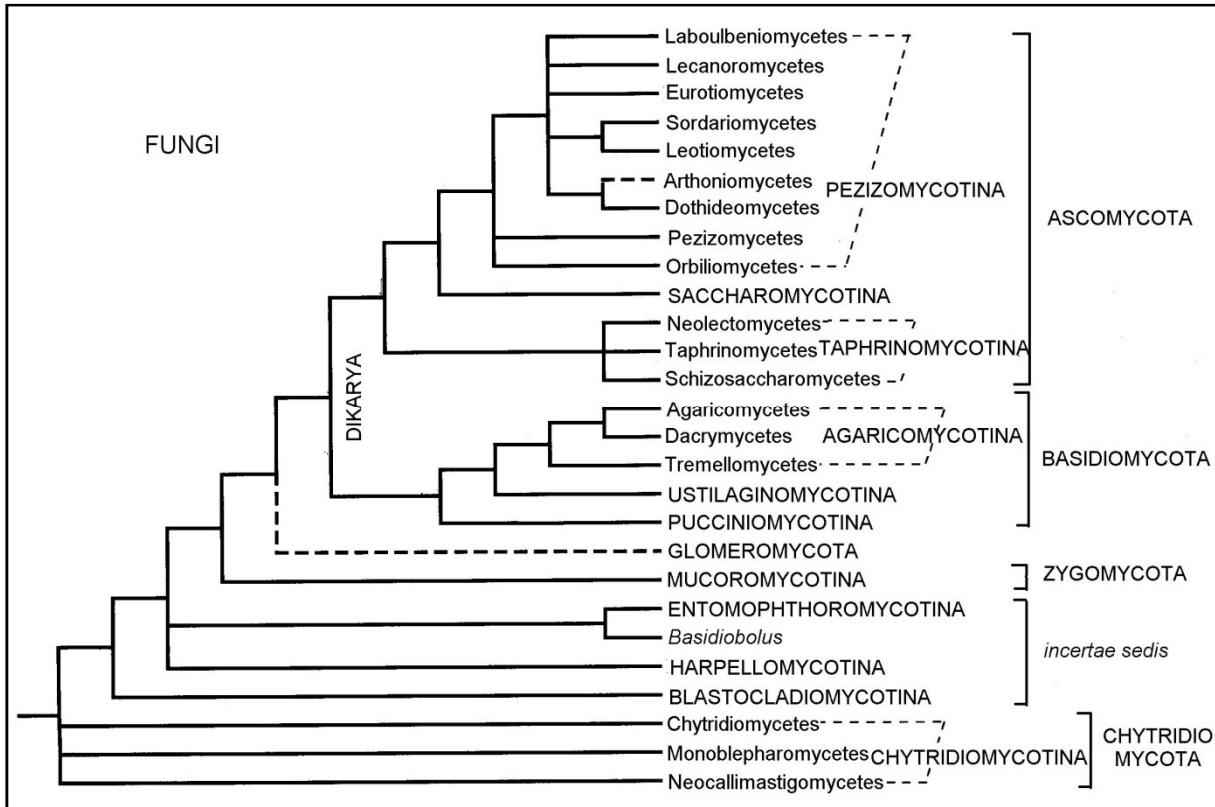
La característica principal de los mixomicetos es un estado ameboidal que bajo condiciones apropiadas constituye un plasmodio o pseudoplasmodio que se diferencia formando esporangios. Son organismos comunes de vida libre que habitan el mantillo y el suelo, pero hay especies parásitas de plantas superiores, algas marinas y hongos (6).

Los mastigomicetos (hifocitridios y oomicetos) forman zoosporas con un flagelo provisto de mastigonemas que le dan un aspecto de pincel o cepillo, pero en los oomicetos además tienen otro

flagelo en forma de látigo. Muchos son saprobios del suelo y actúan como descomponedores de la materia orgánica. También se encuentran en agua dulce así como en aguas residuales. Varias especies son parásitas de plantas, algas, peces e insectos (7).

En el cuadro 3 se presenta un diagrama resumido de las interrelaciones de los hongos verdaderos según las características estructurales y bioquímicas de acuerdo al proyecto AFTOL (Assembling the Fungal Tree of Life) (8).

Cuadro 7-3. Interrelaciones de los hongos según el proyecto AFTOL (8).



La clasificación usa los siguientes rangos: reino, subreino, 'phylum' o división (-mycota; excepto *Microsporidia*), subdivisión o 'subphylum' (-mycotina), clase (-mycetes), subclase (-mycetidae), orden (-ales), familia (-aceae), género y especie.

El concepto morfológico de especie (morfoespecie) está basado en la similitud del aspecto y presenta dificultades para definir los límites de la misma porque las pocas características usadas pueden variar por la influencia del ambiente.

El concepto biológico de una especie está definido por el cruzamiento. El primer problema consiste en identificar las barreras entre individuos morfológicamente similares y este concepto no se puede aplicar siempre a los organismos homotáticos y asexuales.

Tanto el concepto fisiológico como el ecológico parecen razonables cuando se trata de hongos parásitos o simbióticos y se ha usado con los patógenos vegetales.

El concepto evolutivo está basado en los ancestros y se considera como especie al grupo de organismos que muestran características moleculares (una secuencia del ADN) que derivan de

un antepasado común. Una clasificación natural es la agrupación de los organismos en base a las interrelaciones evolutivas (5).

### Referencias

1. Kirk PM et al. 2001. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. 9° ed. CAB International, Wallingford, Oxon.
2. Guarro J et al. 1999. Clinical Microbiology Reviews 12: 464.
3. Paterson RRM, Bridge PD. 1994. Biochemical Techniques for Filamentous Fungi. CAB International, Wallingford, Oxon.
4. Cavalier-Smith T. 2004. Proc. R. Soc. Lond. B 271: 1251.
5. Moore D, Robson GD, Trinci APJ. 2011. 21<sup>st</sup> Century Guidebook to Fungi. University Press, Cambridge, cap. 3.
6. Carlile MJ, Watkinson SC, Gooday GW. 2001. The Fungi. 2ª ed. Academic Press, San Diego.
7. Alexopoulos CJ, Mims CW, Blackwell M. 1996. Introductory Mycology. J Wiley & Sons, p 26, 61.
8. Celio GJ et al. 2006. Mycologia 98: 850.
9. Hibbett D et al. 2007. Mycological Research 111: 509-547.

