

# LOS HONGOS

por M.T. Vizoso

PL. 2.

Bajo el término Hongos se engloban una serie de organismos eucariotas muy diversos que se incluyen en tres reinos diferentes: *Protozoa*, *Chromista* y *Fungi*, que solo comparten su capacidad para formar esporas para llevar a cabo la reproducción y su nutrición heterotrófica.

## ¿Qué diversidad tienen?

La diversidad del reino de los hongos se plantea como un dato difícil de consensuar; por el momento se conocen unas 100.000 especies, sin embargo se considera una estimación aceptable la de 1.500.000 de especies de hongos. Estas cifras crecen constantemente ya que anualmente se describen unas 1.700 especies nuevas de hongos.



Fase plasmodial de *Badhamia utricularis* (Bull.) Berk.

Algunos plasmodios del orden *Myxogastrea* pueden alcanzar un área de hasta 2 m<sup>2</sup>, siendo las células más grandes conocidas.

## Mohos mucilaginosos: frontera entre animales y hongos

Este peculiar grupo de organismos protistas toma tres formas distintas durante el transcurso de su vida, dos de las cuales —amebas y plasmodios— son estructuras típicamente animales. Las amebas unicelulares se mueven mediante pseudópodos o flagelos en la película de agua que recubre los restos del bosque; se alimentan por fagotrofia engullendo bacterias, hongos, levaduras y materia orgánica en descomposición. Cuando se agota el alimento, algunas de las amebas emiten una señal química que hace que las otras emigren hacia ellas y se agrupan formando una masa gelatinosa, plasmodio o pseudoplasmodio, que se desliza lentamente por el suelo respondiendo a la luz y a los gradientes de temperatura. Bajo condiciones apropiadas, los plasmodios o pseudoplasmodios maduros forman un cuerpo fructífero, con formas y colores muy variados, que portan las esporas.

Este grupo incluye en 3 divisiones diferentes, Acrasiomicotas que cuentan con unas 15 especies, Dictyosteliomicotas con unas 50 especies y los Myxomicotas con aproximadamente 900. Los Mixomicetes son los que presenta mayor número de especies, unas 720, distribuidas por todo el mundo. Aunque su distribución es cosmopolita, su localización es dispersa y difícilmente detectada pues se encuentran en los pisos húmedos y oscuros del bosque y tienden a crecer en la madera descompuesta después de la precipitación.



Es el grupo en el que se da una mayor variedad morfológica en la fase de fructificación, pudiendo ser esporocarpos (Fig. 1: *Stemonitis Roth*), los más frecuentes, etalios (Fig. 2: *Lycogala epidendrum* Fr. y Fig. 3: *Enteridium lycoperdon*, (Bull.) M.L. Farr), pseudoetalios o plasmodiocarpas (Fig. 4: *Hemitrichia serpula* (Scop.) Rostaf.) con aspecto reticulado de los faneroplasmidios.

## Los hongos ameboides parásitos

Otro grupo de hongos ameboides, Plasmodioforomicotas, mucho menos diversos, con unas 50 especies, se han especializado como parásitos endocelulares de algas, hongos o plantas vasculares y se desarrollan en el interior de células vegetales, causando la infección del tejido que suele crecer formando un engrosamiento. El plasmodio se forma siempre en el interior del citoplasma de las células parasitadas, por ejemplo de una alga dulceacuicola como *Vaucheria*, un hongo acuático como *Saprolegnia* o *Pythium* o plantas vasculares acuáticas como *Juncus*, *Isoetes*, *Zostera*, *Nasturtium* o plantas cultivadas como col, patata, que viven en cultivos mal drenados. Las esporas, son liberadas cuando se rompe la célula huésped.



Entre las enfermedades causadas por estos hongos destacan la "hernia de la col" (*Plasmodiophora brassicae* Woronin) y la "sama pulverulenta de la patata" (*Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh.).

Deformación de la raíz de la col atacada por *Plasmodiophora brassicae*. Dcha.: corte de la raíz con células atacadas llenas de esporas.

## HONGOS VERDADEROS: REINO FUNGI

Denominados así a los hongos típicos incluidos en el reino *Fungi*, en el que el máximo grado de evolución ha conducido a la organización hifal, formando un micelio dicariótico, septado, con un crecimiento longitudinal y ramificado que les permite penetrar en el sustrato en una búsqueda activa de los alimentos que contiene.

### Primero fueron los quitridios

Dentro de los hongos verdaderos los más primitivos son los quitridios (división *Chytridiomycota*). Algunas especies son unicelulares y otras son talos cenocíticos que forman extensos sistemas rizoidales.

Existen aproximadamente 1.000 especies, en 127 géneros, distribuidos en 5 órdenes. Generalmente, son saprófitos de agua dulce o viven en el suelo como *Blastocladiella* y *Allomyces*. Otros son parásitos de células de plantas superiores (papa, alfalfa, maíz...) y animales (anfíbios). Algunos ejemplos de endoparásitos son *Olipidium brassicae* (Woronin) P. A. Dang. y *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival que atacan a coles y patatas respectivamente. Otro grupo son parásitos frecuentes de algas planctónicas (*Polyphagus euglenae* (Bail) J. Schröt.) y granos de polen (*Rhizophyidium*).

Fig.: Quitridios parasitando a Hyalotheca. Proyecto Agua.

Los fósiles más antiguos de hongos verdaderos (Eumicotas) proceden del Devónico (Rhynie Chert, Escocia) y corresponden a quitridios cercanos al género *Allomyces*, asociados a las primeras plantas vasculares (*Rhyniophyta*).

### Y llegaron las micorrizas

Un pequeño grupo de hongos, los Glomeromicota, evolucionaron como endosimbiontes obligados de plantas vasculares terrestres. Con éstas forman las endomicorrizas, un tipo de asociación micorrizogena que se caracteriza por la entrada de las hifas del hongo en el interior de las células de la raíz de la planta, donde forman vesículas alimenticias y formaciones conocidas como arbuscúlos. El hongo consigue así las sustancias orgánicas que necesita y la planta consigue aumentar la superficie de absorción de las raíces, mejorando la capacidad metabólica, productiva y de crecimiento de la planta.

Este pequeño grupo que comprende tan solo 150 especies, se incluye en la división *Glomeromycota* con una sola clase, *Glomeromycetes*, y cuatro órdenes en los que se incluyen los 10 géneros conocidos hasta el momento.

Hasta hace poco se incluían en *Zygomycota*, pero con la secuenciación de ácidos nucleicos han pasado a considerarse una división independiente, muy antigua dentro de los hongos, con sus parientes actuales más cercanos entre los *Basidiomycota* y *Ascomycota*, de quienes se separaron hace 600-620 millones de años.

## ¿Dónde encontrarlos?

Qué pregunta; ellos están en todos sitios. Sí, hasta en el aire, representados por los millones de esporas que, sin darnos cuenta o afectándonos gravemente, nos rodean cada día.

Sus ancestros proceden de organismos acuáticos y, por tanto, hay hongos que todavía se desarrollan en el agua, aunque pocos en comparación con el total de hongos. Son mucho más numerosos los que viven en agua dulce que en el mar, pero también los hay.

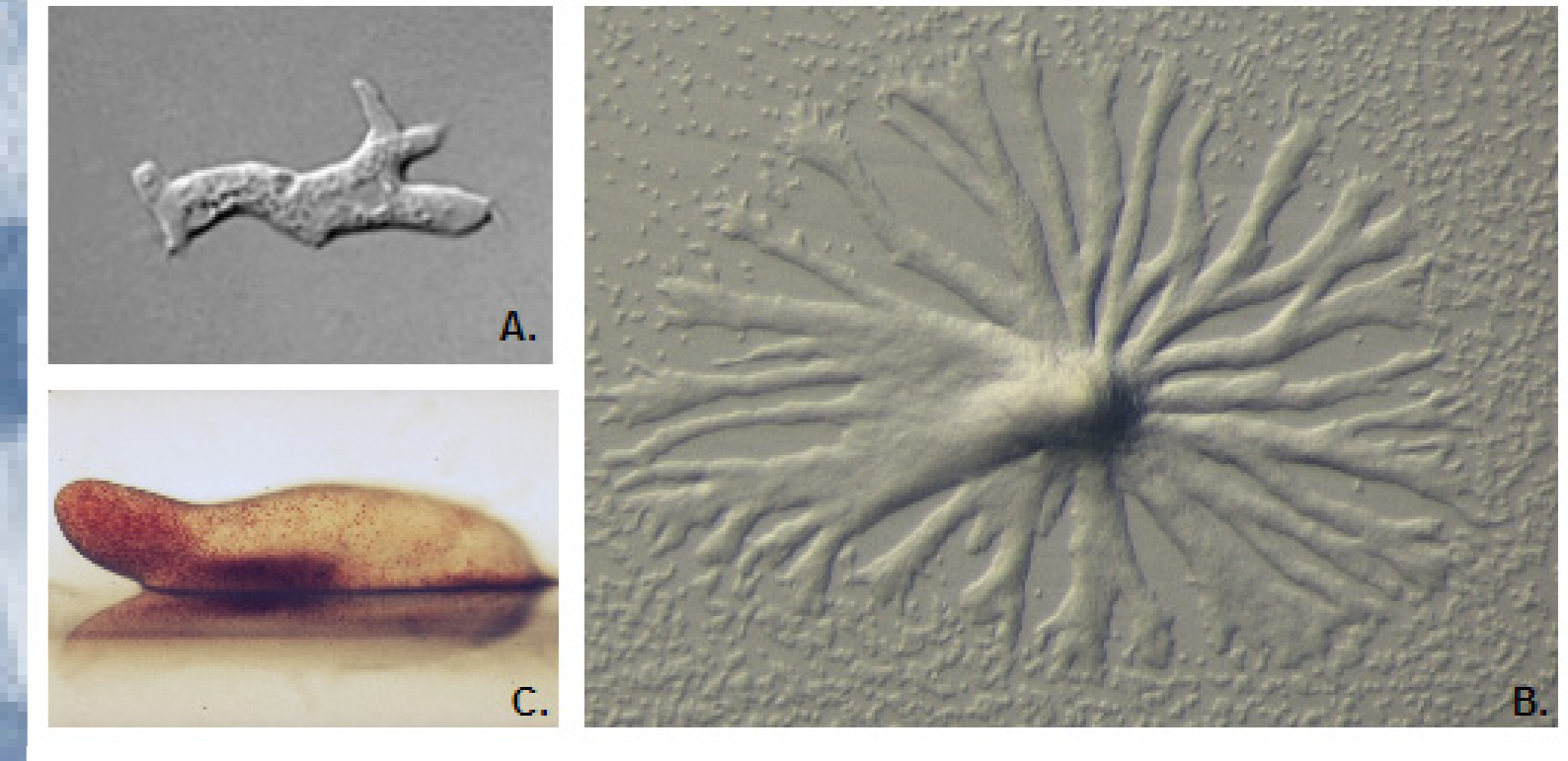
En su camino por la colonización del medio terrestre, aparecieron hongos todavía dependientes del agua en alguna de las fases de su vida pero que se conforman con la película de agua que recubre las distintas superficies sobre las que pueden vivir.

Los grupos más evolucionados consiguieron adaptarse a la vida en la tierra, desapareciendo las células flageladas de su ciclo vital y adquiriendo niveles de organización hifal. Esto supuso un aumento en la capacidad de crecimiento, de

invasión y exploración del sustrato, así como de transporte rápido de las sustancias absorbidas que explican en buena parte el éxito evolutivo de los hongos.

Conjugando su capacidad para vivir tanto en el agua como en la tierra con el tipo de vida que adopten, ya sean saprófitos (humícolas, lignícolas, carbonícolas o nitrófilos), parásitos de plantas, animales u hongos o simbiosis (micoficobiosis, micorrizas y hongos liquenizados), tenemos un amplio espectro de ambientes en los cuales se pueden encontrar.

Por tanto, podemos concluir que son un grupo de organismos polífagos y ubicuistas, capaces de vivir en aguas continentales y marinas y en la tierra, incluso en los ambientes más extremos, desde los desiertos más cálidos como los hongos hipogeos (trufas del desierto) a los más fríos en forma de hongos liquenizados. Aunque sus preferencias son los lugares con abundancia de materia orgánica oscura, templados y con alta humedad, su capacidad para producir fases de resistencia les permite pasar en estado latente las condiciones adversas.



*Dictyostelium discoideum* Raper A) mixameba, B) agregación de mixamebas, C) pseudoplasmodio móvil. [lacienciaysudemonios.com/2010/05/28/los-hongos-mucilaginosos](http://lacienciaysudemonios.com/2010/05/28/los-hongos-mucilaginosos)

Las especies de *Dictyostelium* (Acrasiomicotas) se han empleado como organismos "modelo" de laboratorio en procesos de diferenciación celular en eucariotas. *Physarum*, mixomiceto sensible a la luz, se ha usado para el control central de un robot dentro de una aplicación biotecnológica. El mixomiceto dirigió al robot a la esquina oscura más similar a su hábitat natural.

## Hongos en un mundo de algas: mohos acuáticos

Los Pseudohongos, se incluyen en el reino *Chromista*, que comprende sobre todo algas, de quien podrían haberse derivado por adaptación a la vida heterotrófica.

La mayor diversidad se presenta dentro de los *Oomycetes*, con unas 800 especies. Las especies saprófitas y parásitas de plantas y animales acuáticos (mohos acuáticos) se incluyen en los órdenes *Saprolegniales* y *Leptomitales*, siendo este último propio de aguas contaminadas o residuales. Sin embargo, los representantes más evolucionados se han adaptado al parasitismo de plantas vasculares terrestres y se incluyen en el orden *Peronosporales*.

Entre las especies que provocan mayores pérdidas económicas destaca *Plasmopara viticola* (Berk. & M.A. Curtis) Berl. & De Toni que provoca el "mildiu de la vid" y que, con otros hongos, causan el 20 % de las pérdidas anuales en las cosechas de vino. En primaveras húmedas y con más de 10°C, las oosporas (reproducción sexual) germinan produciendo zoosporas que se enquistan; estos quistes germinan y se introducen a través de los estomas de las hojas y forman un micelio intercelular con haustorios que penetran en las células. Esto es lo que provoca manchas amarillas (clorosis) y luego pardas (necrosis) en las hojas. En 15 días el micelio forma esporangióforos, que salen a través de los estomas y son la pelusilla grisácea sobre las hojas, portando esporangios que son llevados por el viento, luego se abren y liberan las zoosporas que inician un nuevo ciclo.

Otros dos pequeños grupos poco representativos, *Hyphochytridiomycota* y *Labyrinthulomycota*, con 23 y 50 especies respectivamente, son saprófitos sobre restos orgánicos sumergidos o parásitos poco especializados de algas como *Rhizidiomyces* (parásito del alga *Vaucheria*), *Anisoldidium ectocarpi* Karling (parásito de la feoficea *Ectocarpus*) o *Hyphochytrium*, y de fanerógamas marinas como *Labyrinthula zosterae* D. Porter & Muehlst. (Fig. superior dcha.) que causa una enfermedad de tipo epidémico en *Zostera marina* L. (Fig. dcha.).

Algunas especies micoparásitas de *Oomycetes* (por ejemplo, *Pythium oligandrum* Drechsler), se han utilizado como agentes de control biológico.

## Mohos terrestres

Productores de los micelios filamentosos (Fig.: B), sifonados, plagados de bolitas oscuras (Fig.: A) que cubren los restos de alimentos, el suelo o los excrementos. Estas bolitas no son más que los esporangios, cargados de esporas, que favorecen la reinfección del sustrato. Las zigosporas (Fig.: C), ornamentadas y con gruesas paredes, actúan como estructuras de resistencia y proceden de la reproducción sexual de estos hongos (Fig.: D, E).

Los hongos zigomicetes (división *Zygomycota*) incluyen unas 1.000 especies, que la sistemática moderna distribuye de forma muy desigual en unos 10 órdenes y dos clases *Zygomycetes* y *Trichomycetes*.

La mayoría de los hongos conocidos como mohos terrestres pertenecen al orden *Mucorales*; estos crecen sobre restos de alimentos, como el moho negro del pan (*Rhizopus*, Fig. dcha.), sobre excrementos o en el suelo como *Mucor*, *Phycomices* o *Pilobolus* sobre excremento de caballo.

Otros son parásitos de insectos, algas y protistas de helechos y se incluyen en el orden *Entomoforales* (Fig. dcha.: *Eryniopsis*), y los parásitos de amebas nematodos y artrópodos en *Zoopagales* (Fig. izda.: parasitando a una ameba). La clase *Trichomycetes* incluye pocas especies parásitas que viven en el intestino o sobre el cuerpo de artrópodos acuáticos.

*Erynia* y *Entomophthora aphidis* Hoffm. se utilizan en lucha biológica frente al pulgón que ataca a las plantas. Algunos mucorales se emplean en la industria para sintetizar ácido láctico, succínico, oxálico, etc. o producir alimentos fermentados derivados de la soja (*Rhizopus* y *Actinomyces* para producir tempeh o sufu respectivamente). Destacan la escopeta fúngica de *Pilobolus* (Fig. dcha.), esporangióforo terminado en una vesícula piriforme que dispersa el esporangio a distancias de hasta 2 m; la propulsión forzada de esporas en *Entomoforales* y los mecanismos de captura de animales en *Zoopagales*.

Se conocen trazas de estas estructuras ya en los fósiles de las primeras plantas terrestres, hace 460 millones de años, durante el Ordovícico, por lo que se puede asegurar que esta asociación existió cuando las plantas evolucionaron a partir de algas verdes marinas, y que fue un elemento imprescindible en el proceso de colonización del medio terrestre, antes de que evolucionaran unas raíces verdaderamente capaces de tomar los nutrientes del suelo.

Las **ectomicorrizas** son aquellas en las que las hifas del hongo no penetran en las células de la planta, a lo sumo se desarrollan en los espacios intercelulares (red de Harting). Los hongos que las forman son en su mayoría *Basidiomycetes*. Algunos *Ascomycetes* y unos pocos *Basidiomycetes* como *Boletus* forman micorrizas con las características de las anteriores pero formando también haustorios como en las endomicorrizas, dando lugar a las llamadas **ectendomicorrizas**.

Esta capacidad de establecer simbiosis en sus distintos grados, ha permitido que el 95% de las plantas terrestres formen algún tipo de micorriza y explica la colonización y la conquista del medio terrestre por parte de los vegetales.

