

LOS HONGOS: EL QUINTO REINO DE LA VIDA

Marta Cabello (*)

La vida surgió sobre el planeta Tierra hace aproximadamente 3800 millones de años, ha sido tenaz y persistente. Ha coevolucionado con el ambiente abiótico, generando condiciones para su persistencia. En su evolución a través del tiempo, se diversificó y organizó en diferentes "modelos" que conocemos como Reinos. En la naturaleza existen cinco reinos de los cuales el de "los hongos" es un amistoso colaborador aunque a veces un peligroso enemigo.

¿Por qué el quinto reino de la vida?

El Reino *Monera*, donde se ubican las bacterias, es el primer reino que surge en la historia de la vida (Fig. 1). Sus organismos no poseen membrana nuclear. Desde los *Monera* se diversificaron los restantes reinos que incluyen organismos con núcleo celular verdadero. El Reino de los *Protoctistas* incluye organismos uni- y multicelulares. A partir de este reino surge el Reino *Animalia* y *Plantae*. Los hongos se ubicaron durante mucho tiempo entre las plantas. Con los sucesivos avances científicos se los separó en un quinto reino, el Reino *Fungi* (ver Diferencias y semejanzas).

Su importancia en la cadena trófica

Los hongos pertenecen al último eslabón de la cadena trófica (de *trophos* = nutrir). Junto con las bacterias, son los descomponedores principales de la materia orgánica, la cual,

sin ellos, se acumularía indefinidamente. La actividad de estos organismos es tan relevante y vital para el continuo funcionamiento de los ecosistemas terrestres como la de los productores de alimento.

En una cadena trófica las *plantas*, productores primarios, son los organismos autótrofos porque pueden elaborar su propio alimento. Ellas utilizan la luz del sol como fuente de energía para activar la clorofila -el pigmento que da el color verde característico a los vegetales- y realizar el proceso conocido como fotosíntesis. Así se transforma el agua y los nutrientes del suelo en alimento en la forma de azúcares (hidratos de carbono).

Los *animales* y los *hongos* son heterótrofos porque necesitan alimentos ya elaborados. Los animales pertenecen al grupo de heterótrofos consumidores de plantas -herbívoros-, de otros animales -carnívoros- o de plantas y animales -omnívoros-.

¿Qué es la vida pues? La vida es una trama de alianzas entre reinos, de los que el reino micota es un animoso y sagaz participante. La vida es una orgía de atracciones, desde la astucia de las "flores" fraudulentas a los extraños efluvios de la trufa y los intragables alucinógenos. La vida, en forma de hongo, medra en el submundo del suelo y la podredumbre tanto como en los paisajes soleados inundados de fotosintetizadores. La vida se autorrenueva y los hongos, en su calidad de recicladores, contribuyen a mantener rebosante de vida la superficie entera del planeta. Mohos y micelios han descubierto su vocación de transmigradores de materia. Creadores y destructores, atrayentes y repelentes, son parte y parcela de la terra firma.

Margulis & Sagan
¿Qué es la vida?, 1996.

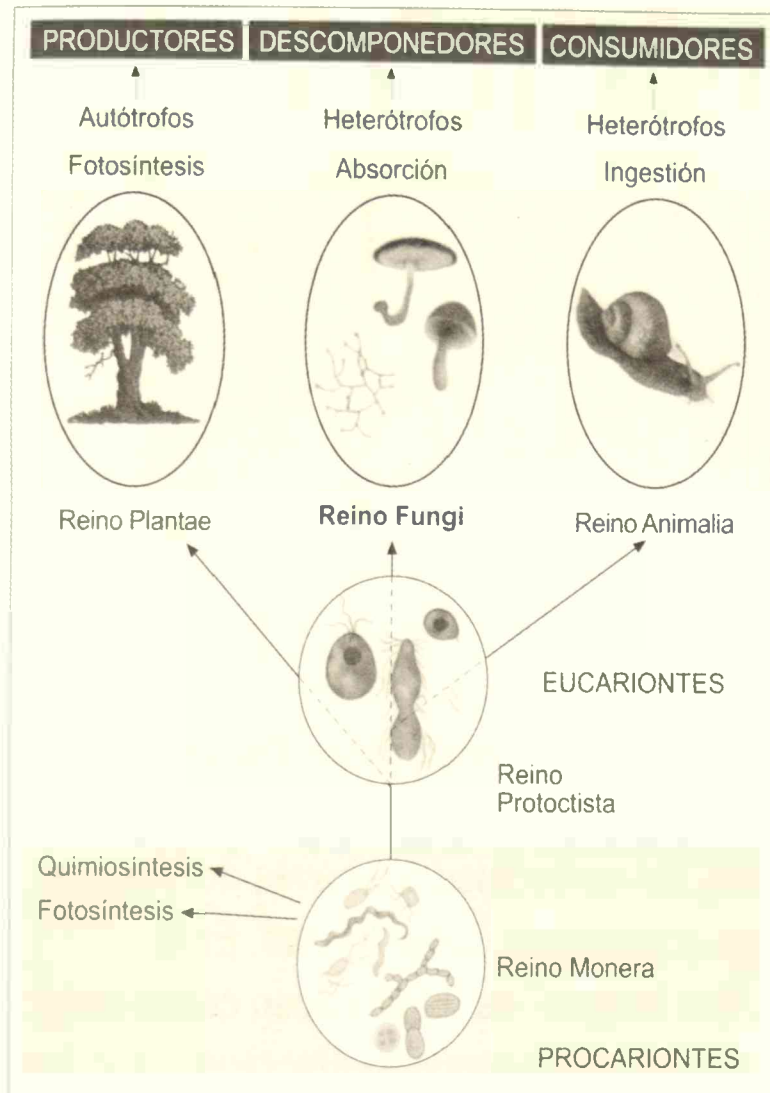


Fig. 1. Sistema de cinco reinos mostrando la diversidad de organismos.

Los hongos pertenecen, en su mayoría, al grupo de los heterótrofos descomponedores o saprótrofos porque se alimentan de restos orgánicos muertos. Resultan de vital importancia en los ecosistemas dado que son los responsables del ciclado de la materia, liberando al suelo los nutrientes básicos (nitratos, fosfatos, sulfatos, entre muchos otros) y poniéndolos a disposición de las plantas para reiniciar el ciclo en la cadena.

Diferencias y semejanzas

Los hongos no son plantas ni animales, son hongos. Y si de comparaciones se trata, hoy podemos decir que los hongos poseen más afinidades con los animales que con las plantas.

El reino Animal y el de los Hongos comparten el mismo origen en la filogenia, en el cual un antecesor común a ambos probablemente tenía células con un flagelo propulsor

posterior. Este antecesor contenía también quitina en sus paredes celulares a diferencia de la celulosa y lignina en las paredes vegetales. Otras muchas características acercan a los hongos a los animales: son heterótrofos y se nutren por absorción de sustancias ya elaboradas; poseen como sustancia de reserva glucógeno y, en muchos casos, lípidos tan conocidos en el reino animal como triglicéridos y colesterol. La principal diferencia con las Plantas -reino en el cual se ubicaron durante años- es que los hongos no pueden realizar fotosíntesis y no acumulan almidón como sustancia de reserva.

Las plantas poseen un cuerpo diferenciado en raíces, tallos y hojas. Esto no ocurre en los hongos cuyo cuerpo fúngico es difuso, pudiendo ser unicelular como en las levaduras, o filamentosos. Un filamento fúngico



Fig. 2. *Amanita muscaria*, hongo tóxico. (Foto gentileza de V. Rosato.)



Fig. 3. Hongo polvera (*Calvatia* sp.) característico de los campos de la provincia de Buenos Aires. (Foto gentileza de E. Gonzalez Ibañez.)

se conoce como hifa (del griego *hyphes*=telaraña) y se origina por la germinación de una espóra. Las paredes de las hifas están compuestas fundamentalmente por quitina, el mismo compuesto químico que forma el exoesqueleto de los insectos.

El conjunto de hifas constituye el micelio. El micelio es difuso y conforma el cuerpo fúngico que no puede observarse a simple vista por lo que las estructuras expuestas de la mayoría de los hongos representan solo una pequeña porción del organismo; en algunos grupos estas estructuras se llaman cuerpos fructíferos o fructificaciones y son hifas fuertemente compactadas, especializadas en la producción de esporas. Las fructificaciones más conocidas tienen forma de sombrero (Fig. 2) pero también son cuerpos fructíferos los de los hongos en polvera (Fig. 3). Si bien los hongos son inmóviles, el viento puede transportar las esporas a través de grandes distancias. El crecimiento del micelio es bastante rápido y reemplaza la movilidad, poniendo al organismo en contacto con nuevas fuentes de alimento.

Las semillas de las plantas y las esporas de los hongos sirven para la producción de un nuevo organismo de la misma especie. Las esporas se diferencian de las semillas porque están desprovistas de embrión.

Todos los hongos son heterótrofos, no pueden sintetizar su propio alimento. Esta característica los diferencia de las plantas que son au-



Fig. 4. *Penicillium* sp. Microfotografía tomada con 400 aumentos.

tótrofas. Como mencionáramos antes, los hongos se nutren por absorción. Dado que sus paredes celulares son rígidas, no pueden englobar pequeños microorganismos u otras partículas por fagocitosis. Sin embargo, pueden secretar enzimas digestivas sobre el alimento y luego absorber, por ósmosis, las moléculas más pequeñas, producto de la degradación.

En la tabla A se resumen las principales diferencias y semejanzas de los hongos con las plantas y los animales.

Los hongos, además de saprótrofos descomponedores de materia orgánica muerta, pueden ser biótrofos. Esta característica se da cuando se nutren de materia orgánica viva. Dentro del grupo de los biótrofos pueden ser *parásitos*. Muchos hongos viven a expensas de otros organismos como plantas, animales incluido el hombre causándoles un perjuicio. Pero algunos hongos biótrofos son *simbiontes*, cuando comparten costos y beneficios con el hospedante (ver Los líquenes y Las micorrizas).

Beneficios y perjuicios

Los hongos son fuente de alimentos. El *pan nuestro de cada día* no existiría si no fuese por la levadura



Fig. 5. Girgolas rosadas (*Pleurotus djamor*). Fructificaciones en cultivo sobre paja. (Foto gentileza de E. Gonzalez Ibañez.)

que se utiliza para su elaboración. De igual manera el vino y la cerveza no estarían en nuestra mesa sin las levaduras.

Algunas especies de *Penicillium* (moho verde) (Fig. 4) son los organismos responsables de los sabores característicos de los quesos Camembert (*Penicillium camembertii*) y Ro-

quefort (*Penicillium roquefortii*). Existen otros mohos pardos característicos de especies de *Aspergillus*. *Aspergillus oryzae* es utilizado en el Japón para la producción de su bebida tradicional, el sake.

Otros hongos se consumen directamente como los champiñones (*Agaricus bisporus*), girgolas (*Pleurotus* spp., Fig. 5), shitake (*Lentinula edodes*, Fig. 6), trufas y morillas (Fig. 7). Las trufas crecen bajo tierra, formando micorrizas con especies de robles. Tradicionalmente se usaban cerdos para localizarlas porque secretan un compuesto que posee un olor similar al de una sustancia sexualmente atractiva para estos animales.

En la industria se utilizan hongos para la producción de enzimas y ácidos orgánicos; en medicina se los requiere para la elaboración de antibióticos y otras drogas de interés sanitario. La penicilina, antibiótico que contribuyó y contribuye a salvar numerosas vidas, debe su nombre al hongo que la produce: *Penicillium*. La cefalosporina es un fármaco ampliamente usado para evitar rechazos



Fig. 6. Shitake (*Lentinula edodes*), hongo cultivado en aserrín. (Foto gentileza de E. Gonzalez Ibañez.)

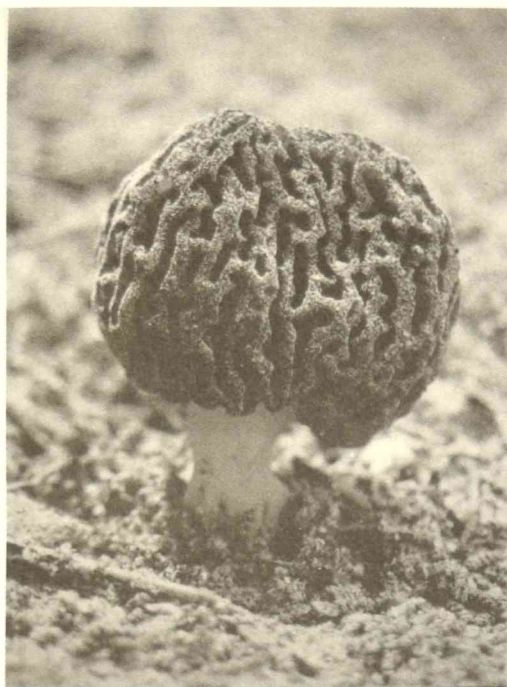


Fig. 7. Morilla (*Morchella* sp.).
(Foto gentileza de E. Gonzalez Ibañez.)

en transplantes de órganos y se la obtiene de una especie de hongo conocida científicamente como *Tolyptocladium inflatum*.

El rol ecosistémico tan beneficioso de los hongos como descomponedores, no lo es tanto cuando interfieren en los intereses del hombre. Los tirantes de madera de nuestras viviendas suelen ser deteriorados por especies de hongos que, en la naturaleza, degradan la lignina de los troncos caídos. Cuando existen condiciones de humedad favorables, muchos hongos con micelios oscuros o negros, crecen a expensas de la sustancia que fija la pintura a las paredes, afeándolas con su presencia y originando las características manchas de humedad.

También los hongos pueden crecer sobre las vestimentas y calzados guardados en ambientes poco ventilados, produciendo deterioros en las fibras y el cuero. Los frutos almacenados son degradados por acción fúngica. Un riesgo adicional y muy peligroso se produce cuando diversas especies de hongos crecen sobre cereales y otros granos alimenticios, particularmente maní, porque producen sustancias muy tóxicas conocidas en general como micotoxinas. La aflatoxina es uno de los productos naturales más carcinogénico (induc-



Fig. 8. *Amanita phalloides*, hongo venenoso y mortal.

tor de cáncer) que se conoce, no se destruye con la cocción y se bioacumula en el organismo.

Como biótrofos parásitos, los hongos causan muchos perjuicios en la agricultura. Plagas muy conocidas por el productor agropecuario son las royas y carbones que diezman los cultivos de cereales. También los cultivos de soja son parasitados por una especie de roya introducida de Asia. Muchas costumbres humanas han

cambiado como consecuencia del rol parásito de los hongos. En la isla de Ceilán (actualmente Sri Lanka) antes de cultivar el té, los ingleses producían café. Pero en 1869 apareció la roya en los cafetales. En cinco años la producción cayó en más del 50% con pérdidas económicas de dos millones de libras por año. Esta enfermedad se dispersó al sudeste de India y Malasia y, a través del Este, destruyó los finos cafetales desde Arabia al Líbano. Así, Ceilán pasó de áreas intensamente plantadas con café a ser productora de té. Esta es la razón por la cual el té de India quedó como la principal bebida con cafeína, estimulante del pueblo inglés (Large, 1946).

Los hongos también son parásitos de animales y humanos. Las enfermedades que causan se conocen genéricamente como micosis. Pueden ser superficiales cuando atacan la piel, uñas o pelos. La caspa es de origen fúngico. También hay micosis profundas. Entre ellas la más conocida es la aspergilosis causada por

CARACTERÍSTICAS	PLANTAS	ANIMALES	HONGOS
Del cuerpo	Con límites precisos	Con límites precisos	Difuso
Pared celular	Presente	Ausente	Presente
Constitución de la pared	Celulosa, lignina, etc.	-----	Quitina
Nutrición	Autótrofa	Heterótrofa por fagocitosis	Heterótrofa por ósmosis
Sustancia de reserva	Almidón	Glucógeno y lípidos	Glucógeno y lípidos
Reproducción	Semillas con embrión	Presentan embrión	Esporas sin embrión
Rol en ecosistemas	Autótrofos	Heterótrofos	Heterótrofos
	Productores	Consumidores	Descomponedores= saprótrofos
			Biótrofos parásitos
			Biótrofos simbiotes

Tabla A.

una especie de moho pardo: *Aspergillus*. Esta patología es frecuentemente confundida con un cuadro de tuberculosis. Muchos hongos de vida libre, es decir que normalmente no son patógenos, se tornan perjudiciales en personas que han sufrido quemaduras.

En estos últimos años existe un incremento de personas inmunodeprimidas, ya sea por padecer del SIDA o por necesitar un trasplante, en estos casos contraen una enfermedad conocida como mucormicosis cuyo agente etiológico es una especie de *Mucor* que ataca el cerebro y produce la muerte en cinco días.

Hongos tóxicos y alucinógenos

Desde la antigüedad los hongos han jugado un rol notable en la vida del hombre, ya sea por atracción o por la repulsión que suscitan. Siempre han llamado la atención y se los ha utilizado con propósitos alimentarios, o en rituales religiosos, como en ciertas civilizaciones extremorientales y centroamericanas. Estos hongos llamados “setas sagradas” aún hoy son utilizados.

La mayoría de los hongos son especies inocuas, pero otras pocas son extremadamente venenosas. Muy a menudo, la gente ingiere hongos que les son desconocidos, o confunde especies comestibles con venenosas, y se expone así a intoxicaciones de extrema gravedad. *Amanita phalloides* (Fig. 8) produce una



Fig. 9. Diferentes especies de líquenes.

intoxicación mortal mientras que *Amanita muscaria* (Fig. 2) es una especie tóxica pero también alucinógena, conocida y empleada por varios pueblos indoarios. Entre los pueblos vikingos, una casta muy reducida y esencialmente guerrera llamados “Berserker” ingerían *Amanita muscaria* para multiplicar su valor en la batalla.

Los chamanes la ingerían con fines rituales y el resto del pueblo en forma “recreativa”. En la Edad Media se la usaba como insecticida matamosca y de allí proviene su epíteto específico *muscaria*.

En América, los mayas y aztecas, ya conocían los hongos alucinógenos empleados en ritos de cura y adivinación. Se los llamaba *teonanacatl*,

que significa “la carne de los dioses”. Este culto fue prohibido por los conquistadores españoles a pesar de lo cual estas prácticas continuaron realizándose.

Los curanderos, aún hoy, ingieren el hongo en las ceremonias adivinatorias: “el hongo habla a través de ellos”. Por ese medio dicen conocer el porvenir, el lugar donde se encuentran objetos perdidos o robados e incluso la cura de ciertos males. Para estos cultos adivinatorios utilizan especies de *Psilocybe* y *Stropharia*.

Simbiosis:

las asociaciones inter-reinos

El resultado de la simbiosis es mucho más que una simple suma, es una respuesta no aditiva (Margulis & Sagan, 1996).

Los líquenes

Un líquen (Fig. 9) es el resultado de la asociación simbiótica entre un hongo y un alga verde o una cianobacteria. El producto de esta combinación es distinto del organismo fotosintético o del hongo independiente, y también son distintas las condiciones fisiológicas en las cuales puede sobrevivir. Los líquenes están muy difundidos en la naturaleza. Se los encuentra creciendo sobre suelos des-

Para pensar

¿Cómo sería el planeta sin hongos?

Sin duda el paisaje terrestre sería completamente distinto al que hoy conocemos:

— Si no existieran los hongos la hojarasca y troncos de los árboles de bosques y selvas se habrían acumulado en volúmenes inimaginables y los nutrientes no estarían en permanente reciclado. Lo mismo sucedería en las estepas y praderas con gramíneas.

— Sin hongos no existiría el suelo tal como lo conocemos.

Los bosques de regiones frías y templadas, particularmente los del hemisferio norte conformados por *Pinus* spp. y *Quercus* spp., no existirían si sus árboles no estuvieran asociados a hongos formadores de ectomicorrizas; las plantas son simbioses obligados y los hongos las asisten en la captación de nutrientes y agua, protegiendo sus raíces del ataque de patógenos.

Un organismo con dos registros asombrosos en espacio y tiempo

Armillaria ostoyae (Fig. 11) que crece en el Malheur National Forest, Blue Mountains, Oregon, Estados Unidos, es uno de los organismos más grandes que habita en el planeta Tierra. Su cuerpo difuso, el micelio, ocupa 890 hectáreas. Mediante estudios genéticos de muestras extraídas de todo el organismo, se ha comprobado que es un solo individuo.

Su edad se calcula en 2400 años y su peso en 500-600 toneladas lo cual equivale a 5-6 veces el peso de una ballena azul.

Fuente: Dr. Catherin Parks, U.S. Dept. Agr. Forest. EE.UU. [www:mainseek.com/armillaria.html](http://www.mainseek.com/armillaria.html)



Fig. 11. *Armillaria ostoyae*.

nudos, troncos de árboles, rocas, postes. Frecuentemente son los primeros colonizadores de áreas rocosas desnudas. Sus actividades inician el proceso de formación del suelo, creando gradualmente un ambiente en el que luego pueden introducirse musgos, helechos y otras plantas.

Los líquenes para nutrirse requieren solamente de luz, aire y algunos minerales, no necesitan de ninguna fuente de alimento orgánico y, a diferencia de muchas algas de vida libre y cianobacterias, pueden permanecer vivos aunque se des sequen. Son particularmente susceptibles a los compuestos tóxicos del aire, especialmente al anhídrido sulfuroso -que desorganiza las membranas biológicas impidiendo la fotosíntesis-, a los metales pesados y al *smog* de las ciudades. Por estas características es que pueden usarse como bioindicadores sensibles de la contaminación atmosférica.

Las micorrizas

En las micorrizas (del griego *mykes* = hongo y *rhiza* = raíz) conviven hongos y raíces de plantas estrechamente asociados. Más del 80% de todas las especies vegetales forman este tipo de asociación.

La primera vez que se intentó hacer crecer orquídeas en invernaderos, se observó que las plantas raras veces se desarrollaban a menos

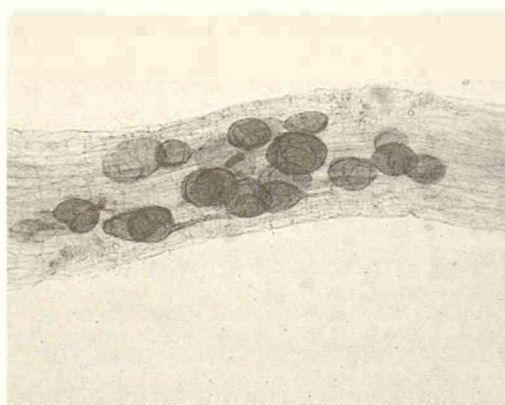


Fig. 10. Vesículas intra-radicales de hongo formador de endomicorrizas.

que estuvieran asociadas a hongos. Esto se debe a que producen semillas muy pequeñas, casi sin sustancia de reserva para sustentar el crecimiento y nutrición de la plántula.

Las hifas del hongo pueden penetrar en las células de la raíz formando circunvoluciones, vesículas (Fig. 10) y arbuscúlos en un tipo particular de asociación conocida como *endomycorrizas*. Las hifas también se extienden hacia el suelo circundante, incrementando el área para la absorción de agua, fósforo y otros nutrientes. Debido a que las endomicorrizas están asociadas a plantas de importancia agronómica, se las estudia por su relevante papel en la producción agrícola. En otras asociaciones, conocidas como *ectomicorrizas*, las hifas forman una vaina alrededor de la raíz. Las ectomicorrizas son características de ciertos grupos de árboles y arbustos que incluyen los pinos, hayas y robles. Es sor-

prendente pensar que muchos árboles y bosques enteros no podrían existir sin la presencia de estos hongos.

En esta asociación las plantas transfieren al hongo azúcares y el componente fúngico los nutrientes del suelo más eficientemente captados por las hifas. Se ha mostrado experimentalmente que las micorrizas pasan el fósforo desde el suelo a las raíces y hay evidencia de que la absorción del agua por parte de las plantas es también facilitada por los hongos. Una de las observaciones recientes más intrigantes es que, bajo ciertas circunstancias, las micorrizas parecen funcionar como un puente a través del cual el fósforo, los carbohidratos y, probablemente, otras sustancias pasan de una planta hospedadora a otra.

Bibliografía citada

Large, E.C. 1946. Coffee rust in Ceylan. In: The advance of the Fungi. Jonathan Cope, Londres, pp. 196-207.

Margulis L. & D. Sagan. 1996. ¿Qué es la vida? Metatemas 45. Ed. Tusquets, Barcelona.

* División Científica del Museo de La Plata "Instituto Spegazzini", investigadora de la CIC.