

La importancia de los hongos (Fungi) en los servicios ecosistémicos

Gabriela Heredia-Abarca

Introducción

Ante la destrucción acelerada de nuestros ecosistemas es necesario formar conciencia del valor que tienen todos sus componentes bióticos, para así poder transmitir hacia la sociedad, y a los tomadores de decisiones, la necesidad de conservar el maravilloso y valioso patrimonio natural que nos rodea. Los ecosistemas son un ensamble de especies en constante interacción con el ambiente que les rodea. En la mayoría de los tratados ecológicos se centra la atención en las comunidades de plantas y animales, pero otros organismos, como los hongos, son mencionados de forma superficial a pesar de su importancia ecológica. A través de este trabajo, se brinda una panorámica de diferentes grupos de hongos que habitan en la naturaleza y que, por su relación directa o indirecta con los servicios ecosistémicos, son imprescindibles para el equilibrio de los ecosistemas y para la evolución de la vida.

¿Qué son los hongos?

Los hongos, de la misma forma que los animales, son organismos heterótrofos, lo que significa que deben buscar su alimento para poder sobrevivir. Ante esta presión, a lo largo de su evolución, los hongos han desarrollado estrategias de sobrevivencia y dispersión efectivas y múltiples, convirtiéndose en un grupo megadiverso cuya distribución se extiende en prácticamente todos los ecosistemas de nuestro planeta.

Con excepción del grupo de las levaduras, el cuerpo de los hongos está compuesto por filamentos, denominados hifas, que se bifurcan repetidas veces para formar extensas redes o micelios que crecen sobre y dentro de todo tipo de materiales orgánicos vivos o inertes. Aunque a simple vista no lo podemos percibir, los micelios son estructuras exploradoras que

se mueven en la búsqueda de compuestos alimenticios, los cuales son transformados mediante la secreción de enzimas a moléculas más sencillas para posteriormente absorberlos e incorporarlos al torrente citoplásmico de las hifas (Herrera y Ulloa 1998).

Dependiendo de la fuente o sustrato del que se alimentan, es posible diferenciar tres grupos de hongos: parásitos, simbioses y saprobios. Las especies parásitas viven a expensas de otros organismos ocasionando daños de muy diferente magnitud. Por el contrario, los hongos simbioses establecen amistosas relaciones con plantas y animales. Por su parte, las especies saprobias toman sus nutrientes de materiales orgánicos inertes ya sea de origen biológico o bien manufacturados por el ser humano. Éste último grupo de hongos es el más abundante y con mayor número de especies. Es importante mencionar que en estudios recientes se han encontrado hongos que pueden cambiar a conveniencia su condición de parásita a saprobia y viceversa, o bien de simbiote a parásito, lo que nos da idea de su extraordinaria capacidad adaptativa (Wrzosek et al. 2017).

Los hongos en los servicios ecosistémicos

En particular, las especies simbioses y saprobias están íntimamente ligadas a los servicios ecosistémicos o servicios ambientales. Estos servicios han sido definidos como los beneficios que el ser humano obtiene de la naturaleza y que, al mismo tiempo, proveen un balance ecológico a ésta. Poco antes del año 2000, La Organización de Las Naciones Unidas convocó al evento conocido como la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (www.millenniumassessment.org), en donde participaron alrededor de 1300 autoridades científicas de todo el mundo y acordaron diferenciar los servicios ecosistémicos en cuatro tipos principales, los que a continuación se describen sucintamente:

Servicios de soporte. - Corresponde a los procesos ecológicos que son vitales para la producción de los otros tres servicios ecosistémicos.

Servicios de abastecimiento. - Se refiere a los productos extraídos del medio ambiente para ser consumidos o utilizados.

Servicios de regulación. - Se incluyen los procesos ecológicos que nos benefician a través de su sistema de regulación, ayudan a mitigar algunos impactos globales y locales.

Servicios culturales. - Corresponde a beneficios no materiales que el ser humano obtiene a través de los ecosistemas.

A continuación, se presenta una breve descripción de los principales grupos fúngicos y su participación en los servicios ambientales:

Hongos que forman micorrizas

Son hongos mutualistas que viven asociados a las raíces de las plantas y forman las micorrizas (del griego *myces*=hongo, *rhiza*=raíz). El hongo, además de tener un sitio para su desarrollo, obtiene de la planta hidratos de carbono, vitaminas y agua. A cambio, el hongo le proporciona a la planta minerales y otros beneficios como pueden ser la protección contra organismos parásitos del suelo y resistencia a la sequía (Andrade-Torres 2010). La formación de micorrizas está ampliamente presente en el Reino Vegetal ya que se estima que entre el 90 y el 95% de las familias de las plantas terrestres contienen micorrizas en forma habitual. Los tipos de micorrizas más comunes en la naturaleza son las ectomicorrizas y las endomicorrizas arbusculares. Las ectomicorrizas se establecen comúnmente en raíces de árboles maderables (e.g., encinos, olmos, pinos, álamos) y se calcula que alrededor de 25,000 especies de plantas las desarrollan. Se han descrito aproximadamente 6,000 especies de hongos asociados a ectomicorrizas, en su mayoría son especies macroscópicas, entre las cuales están las sombrillitas, clavitos y corales que con frecuencia vemos en los bosques (Figura 1). Si bien el grupo de los hongos que forman endomicorrizas arbusculares contiene menos especies (aprox. 200 especies), éstas tienen una distribución mucho mayor en el Reino vegetal, encontrándose tanto en raíces de árboles como en arbustos y hierbas (Figura 2). Se calcula que más del 80% de las plantas establecen relaciones micorrícicas de este tipo (Honrubia 2009).



Figura 1. *Amanita muscaria*. Hongo que forma ectomicorrizas en árboles.

Por la estrecha relación que tienen los hongos micorrícicos en la producción primaria de los ecosistemas (i.e., favoreciendo el crecimiento y salud de las plantas), y en la conservación de la diversidad genética, estos hongos están relacionados en forma indirecta con los servicios ecosistémicos de soporte y regulación. Así mismo, entre los servicios de abastecimiento, muchas de las especies ectomicorrícicas son fuente de alimento para las personas de las comunidades locales (Figura 6). También, la propagación y uso de hongos micorrícicos arbusculares es un área biotecnológica con importantes implicaciones en la agricultura y para la restauración de suelos.



Figura 2. *Glomus* sp. Hongo que forma endomicorrizas en una gran diversidad de plantas.

Hongos endófitos

Este grupo de hongos también establece relaciones mutualistas con las plantas. Los hongos endófitos, en forma de micelio, pasan parte o todo su ciclo de vida dentro de los tejidos vegetales sin ocasionar enfermedades o sintomatología alguna. Han sido detectados en una amplia gama de ecosistemas y se ha comprobado que protegen a las plantas contra enfermedades por bacterias, hongos y nemátodos, así como de plagas ocasionadas por insectos. También le ayudan a las plantas a sobrevivir ante la restricción de nutrientes, sequía, y condiciones extremas de acidez o salinidad. A cambio, las plantas les proveen de sustancias nutritivas, albergue y protección a la desecación. Se piensa que la mayoría de las plantas, sino es que todas, establecen interacciones con hongos endófitos y se calcula que podría existir un millón de especies endófitas (Gamboa 2006).

De igual forma que con las especies micorrícicas, este grupo de hongos está relacionado indirectamente con los servicios ecosistémicos de soporte, regulación y abastecimiento. Cabe mencionar que en este último punto los hongos endófitos son un importante recurso medicinal por su capacidad para sintetizar moléculas bioactivas (Strobel et al. 2004).

Líquenes

Son la asociación de un hongo con un alga microscópica (llamada clorolíquenes) donde el alga le proporciona al hongo carbohidratos y protección a la desecación y el hongo le aporta agua y sales minerales que absorbe del exterior mediante sus hifas. Existen más de 13 500 especies de hongos liquenizados (Figura 3). Los líquenes tienen la capacidad de vivir en ambientes extremos y pobres en nutrientes; bajo esta asociación los hongos liquenizados producen una amplia gama de ácidos que les permiten degradar piedras y crear micro-nichos que a su vez son habitados por artrópodos y moluscos, favoreciendo así la subsecuente colonización de las plantas.



Figura 3. Liqüen costroso sobre piedra.

En la tundra algunas especies de líquenes son alimento para mamíferos silvestres como los caribúes (Izquierdo-López 2015). La participación de los líquenes en los servicios ecosistémicos puede considerarse de soporte en ambientes inhóspitos, dado que promueven la formación del suelo y la creación de micro-hábitats para otros organismos.

Hongos asociados a insectos sociales

A lo largo de su evolución, diferentes grupos de insectos también han desarrollado relaciones mutualistas con los hongos. Entre éstas, las asociaciones con hormigas cortadoras de hojas y con termitas que cultivan hongos en sus nidos, han sido objeto de detallados estudios que muestran el grado de sofisticación desarrollado por las colonias de estos insectos para el establecimiento y mantenimiento de “jardines de hongos” que usan en la alimentación de sus crías (Aanen et al. 2009; De Fine Licht 2014).

En forma directa los hongos que son cultivados en los nidos de hormigas y termitas, mantienen la subsistencia de estos organismos, por lo que brindan un servicio ecosistémico de soporte ante comunidades que son consideradas relevantes en la remoción y fertilidad del suelo.

Hongos saprobios del suelo y restos vegetales

Los hongos saprobios son el grupo más diverso y abundante en la naturaleza. Una de las actividades más importantes donde participan es la descomposición de los restos vegetales que día a día se van acumulando sobre el suelo. Es importante señalar que la desintegración de las hojas, ramas y madera es una labor en la que, junto con los hongos, participan otros organismos como por ejemplo ciempies, cochinillas, escarabajos y bacterias. Sin embargo, son los hongos, con sus potentes enzimas, los que contribuyen mayormente a degradar las complejas moléculas de la madera y las ramas (Figura 4). El proceso de descomposición está íntimamente relacionado con la liberación de nutrientes al suelo los cuales son absorbidos por las raíces de las plantas y aprovechados para completar su alimentación y crecimiento. Así mismo, gracias a este proceso los ecosistemas se “limpian” de los desechos orgánicos, de otra forma se acumularían toneladas de hojas, troncos y ramas, además de cadáveres y desechos de animales.



Figura 4. *Cymatoderma caperatum*. Hongo macroscópico saprobio degradador de madera.

También, los hongos saprobios promueven la diversidad en el suelo al ser parte de la dieta de organismos micófagos como lombrices, nematodos, ácaros y colémbolos (McGonigle

2007). Así mismo, en los cuerpos fructíferos como las repisas, sombrillitas y copitas, habita una importante diversidad de nemátodos, lombrices, babosas y artrópodos. Además, en áreas con alto contenido de materia orgánica, con sus micelios forman agregados de partículas que confieren al suelo aireación, estabilidad y una mayor resistencia a la erosión (Ritz y Young, 2004).

Como puede apreciarse, los hongos saprobios intervienen en forma directa en varios aspectos de los servicios ambientales de tipo soporte, como son la formación del suelo, la conformación de hábitats para otras especies y el ciclo de nutrientes. También ofrecen una importante aportación en servicios de abastecimiento por su capacidad para sintetizar metabolitos secundarios con aplicación farmacológica (Keller et al. 2005) (Figura 5).

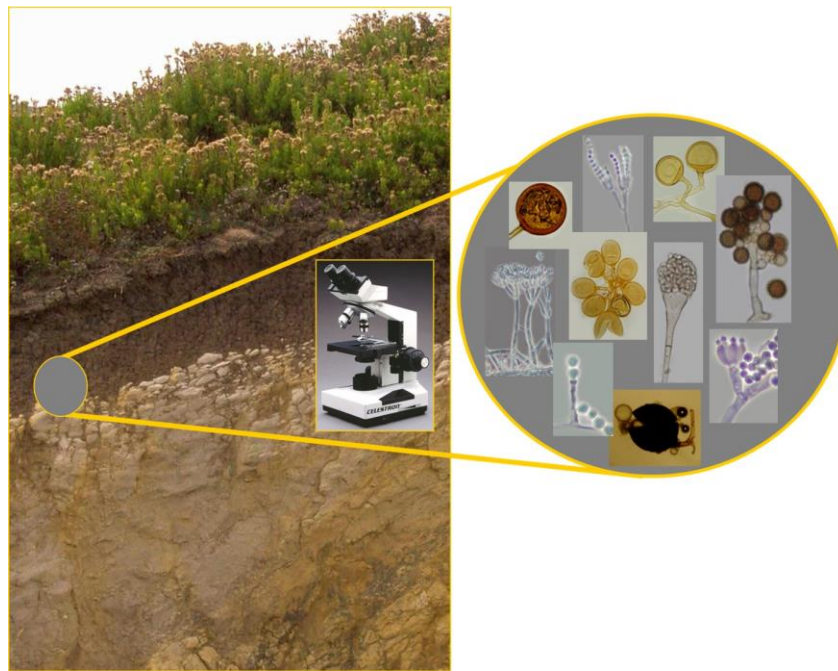


Figura 5. Hongos microscópicos del suelo.

Hongos en los servicios ecosistémicos culturales

En los servicios ecosistémicos culturales se incluyen aportaciones de valor estético, social, espiritual y religioso. En países de Europa y del Oriente, los hongos son apreciados como fuente de alimento (Figura 6). En particular en México, tienen un fuerte arraigo cultural puesto que, desde épocas prehispánicas, también han sido utilizados como medicina y estimulantes en ceremonias religiosas. Principalmente en estados del centro y sur de México

existe un profundo conocimiento de los hongos silvestres comestibles. Así mismo, los hongos alucinógenos, también denominados enteógenos (“que generan a dios en el interior del ser”), forman parte de la cosmogonía de las culturas indígenas del sur de México (Guzmán 1995). Por otra parte, las sofisticadas y coloridas formas de los hongos son fuente de inspiración para artistas, escritores e ilustrados de cuentos, confiriéndoles un valor estético y recreativo.



Figura 6. Mercado de hongos comestibles silvestres.

Recomendaciones

Siendo México un país megadiverso, es de esperar que a lo largo y ancho de su territorio proliferen una inmensa riqueza de especies de hongos. Desafortunadamente, desconocemos la mayoría de ellas y por lo tanto su importancia ecológica, la cual generalmente es subestimada en los estudios de impacto ambiental y en los programas de conservación de la biodiversidad. Ante la constante transformación de los ecosistemas, es imperativo impulsar el conocimiento y la conservación de este valioso recurso que en forma directa o indirecta nos ofrece variados e importantes servicios ecosistémicos.

Conclusiones

Los diferentes grupos de hongos tienen un importante impacto en el funcionamiento de los ecosistemas y participan en las cuatro categorías de servicios ambientales distinguidos en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio: servicios de soporte, abastecimiento, de regulación y culturales. Por lo tanto, son organismos indispensables para la vida del planeta y el bienestar de la humanidad.

Agradecimientos

La autora agradece a los Biólogos César V. Rojas Gómez y Magda Gómez Columna por su apoyo técnico, y a la Dra. Silvia Cappello García por su apoyo en la identificación taxonómica.

Red de Biodiversidad y Sistemática. Laboratorio de Micromicetos.
Instituto de Ecología A. C., Carretera antigua a Coatepec No. 351, El Haya, Xalapa,
Veracruz, 91073 gabriela.heredia@inecol.mx

Heredia-Abarca G. 2020. La importancia de los hongos (Fungi) en los servicios ecosistémicos. *Bioagrociencias* 13(2): 98-108.

Referencias

- Andrade-Torres A. 2010. Micorrizas: antigua interacción entre plantas y hongos. *Ciencia* 8:84-90.
- De Fine Licht HH, Boomsma, JJ y Tunlid A. 2014. Symbiotic adaptations in the fungal cultivar of leaf-cutting ants. *Nat. Commun.* 5:1-10.
- Gamboa MA. 2006. Hongos endo□fitos: conocimiento actual y perspectivas. *Acta Biológica Colombiana* 11:3-20.
- Guzmán G. 1995. La diversidad de hongos en México. *Ciencias* 39:52-57.
- Herrera T y Ulloa M. 1998. El reino de los hongos: Micología básica y aplicada. Editorial UNAM-Fondo de Cultura Económica. México DF.
- Honrubia M. 2009. Las micorrizas: una relación planta-hongo que dura más de 400 años. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 66S1: 133-144.

- Izquierdo-López A. 2015. El mundo de los líquenes: Naturaleza y utilización de unos organismos únicos. *Biol. On-line* 4(1):1-24.
- Keller NP, Turner G y Bennett JW. 2005. Fungal secondary metabolism from biochemistry to genomics. *Nature Reviews Microbiology* 3:937-947.
- McGonigle TP. 2007. Effects of animals grazing on fungi. En: Kubicek, I & Druzhinina IS (eds.). *The Mycota IV. Environmental and Microbial Relationships*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. pp 201-212.
- Ritz K y Young IM. 2014. Interactions between soil structure and fungi. *Mycologist* 18(2):52-59.
- Strobel G, Daisy B, Castillo U. y Harper J. 2004. Natural products from endophytic microorganisms. *Journal Natural Products* 67:257-268.
- Wrzosek M, Ruszkiewicz-Michalska M, Sikora K, Damszel M y Sierota Z. 2017. The plasticity of fungal interactions. *Mycological Progress* 16:101-108.