



Mycetozoa. — Pilztiere.



EL REINO FUNGI

Julieta Alvarez-Manjarrez

Nuestros primeros encuentros con los hongos suelen ocurrir de forma inesperada cuando, por ejemplo, en alguno de nuestros alimentos encontramos manchas o los vemos totalmente envueltos en una pelusa de colores variables. Claro que también existen hongos de los que podemos gozar visualmente y enamorarnos de sus formas caprichosas y diversas que emergen después de unos buenos días de lluvia.

Todos estos organismos a los que llamamos hongos guardan secretos maravillosos. Cuando alguien los menciona, casi siempre nos imaginamos las típicas sombrillitas con diferentes diseños y colores, tal vez con puntos adornando sus sombreros. Lo que pocos imaginan es que eso que observamos es solo la parte de su cuerpo, que puede ser comestible o no, mediante la cual dispersan sus esporas. Pero también están los hongos del refrigerador, que se nos adelantan con nuestra comida. Pese a sus diferencias, todos comparten algunas estructuras, como los hilos sumamente delgados (de grosor casi invisible) que se entretajan hasta crear figuras que podemos apreciar a simple vista como, por ejemplo, la forma de los champiñones. Esos pequeños hilos, conocidos por los científicos como *hifas*, se encuentran dentro de cualquier materia orgánica de la que se alimenten. Cuando las hifas pasan de ser unas cuantas a formar ramificaciones con cientos o miles de ellas, se les conoce como *micelio*, que es el verdadero cuerpo de los hongos.

Mycetozoa, en Ernst Haeckel, *Obras de arte de la Naturaleza*, 1904.
◀ Biodiversity Heritage Library ©

Si la colonia de hormigas llega a mudarse, las reinas transportan el hongo al nuevo nido.

RECICLANDO EL CARBONO

El funcionamiento del micelio es fascinante y guarda algunas similitudes con la biología de los animales. Un punto en común es el hecho de que los hongos necesitan comerse a otros organismos para obtener sus nutrientes. Para lograrlo, rompen las estructuras moleculares de diferentes materiales orgánicos con moléculas que crean dentro de sus cuerpos, llamadas *enzimas*. Estas se liberan en los alrededores del micelio para descomponer la materia orgánica a su alcance, que puede ser cebada, pan, tortillas, frutas, cadáveres y objetos que nosotros no podríamos digerir, como la madera o los combustibles.

Los hongos buscan nutrirse de diferentes sustratos. Muchos de ellos necesitan oxígeno para respirar, metabolizar lo que están comiendo y finalmente exhalar dióxido de carbono

(CO₂). Dicho de otro modo, cada vez que transforman algún material para tomar nutrientes también expiran CO₂. Los hongos son conocidos por jugar un importante papel no solo en la descomposición de la materia orgánica, sino también en el reciclaje de nutrientes, pues son capaces de romper moléculas complejas y convertirlas en sencillas, de manera que sirvan de alimento a otros organismos. Además, el CO₂ que liberan llega a la atmósfera y posteriormente es absorbido por las plantas que, a su vez, lo vuelven oxígeno mediante la fotosíntesis. De manera muy resumida, acabamos de explicar el ciclo del carbono.

Un experimento que puede hacerse en casa para observar la respiración de los hongos es producir pan con levadura. Las levaduras que compramos en la tienda son hongos microscópicos formados por una sola célula que se alimentan de los azúcares de la harina de trigo. Al entrar en contacto con la humedad del agua empiezan a crear enzimas y a transformar la masa en su propio alimento. Estos hongos respiran oxígeno mientras comen y expiran el CO₂ que ayuda a que nuestro amasijo "levante". Gracias a la respiración de millones de levaduras la masa queda esponjosa y lista para ser horneada.

TRANSFORMADORES POR EXCELENCIA

Sabemos que las plantas son generalmente el alimento de los hongos, desde las frutas hasta las diferentes estructuras vegetales: hojas, tallos, troncos, raíces, etcétera. Pero no siempre fue así de fácil. Hace alrededor de 300 o 360 millones de años, las plantas empezaron a generar una nueva molécula nunca antes vista: la lignina. Esta molécula, que es parte constitutiva de la madera, fue una innovación biológica del reino vegetal. Durante al menos 60



©Mariana Magdaleno, *Crepidotus rosado*, 2023.
Cortesía de la artista

millones de años, los pantanos de Europa occidental y Norteamérica acumularon toneladas de madera sin descomponerse. A este periodo geológico se le llamó *Carbonífero* por la gran acumulación de carbono que hubo en los pantanos. De pronto, los hongos tuvieron que lidiar con esta molécula para poder comerse las plantas. Miles de años después, lograron formar una enzima capaz de romper la lignina, lo cual significó un inesperado cambio en la historia del planeta. Según una hipótesis que aún se mantiene en debate —propuesta por Jennifer M. Robinson y apoyada por otros datos científicos—, la aparición de los hongos que descomponen esta molécula vegetal fue en parte responsable de que en el Carbonífero tardío disminuyera la acumulación de carbón en los pantanos.

A los hongos que comen madera, hojas, frutas o cadáveres se les conoce como *saprótrofos*, que deriva del griego *σαπρός* (*saprós*, “podrido”) y *τροφος* (*trophos*, “que se alimenta”). Sin embargo, los *saprótrofos* son solo una pequeña parte de la gran diversidad ecológica de este reino. Existen también los que enferman a plantas, animales e incluso a otros hongos para alimentarse de ellos. A estos causantes de enfermedades los denominamos *patógenos*, entre los que se encuentran algunos de los hongos más perjudiciales desde el punto de vista económico y de la salud humana, como la fusariosis del plátano, la roya del café o la aspergilosis en humanos, por mencionar algunos.

Uno de los más sorprendentes miembros del reino fungi vive en Oregon, Estados Unidos. Su micelio se extiende por 965 hectáreas de bosque. Conocido científicamente como *Armillaria ostoyae*, es el organismo terrestre más grande del planeta y un patógeno forestal tan enorme que se puede ver en imágenes sateli-



©Mariana Magdaleno, *Estrella de tierra y chipirón de monte*, 2023. Cortesía de la artista

tales, pues mata a los árboles hasta dejar áreas inmensas convertidas en pasturas.

Otro hongo con efectos catastróficos es el *Batrachochytrium dendrobatidis*, responsable de una pandemia que ha extinguido ranas y sapos de todo el mundo. Aunque es de origen asiático, fue introducido en América, África, Europa y Oceanía, posiblemente por anfibios que viajaban con humanos. A las ranas que entran en contacto con el hongo se les infecta la piel, lo que les provoca una asfixia mortal. Esta especie fúngica prolifera en condiciones húmedas de montaña y ha encontrado su ambiente ideal en Centroamérica. De su control depende que no continúe la extinción de especies anfibias alrededor del mundo.

ALIADOS, AMIGOS Y COMPAÑEROS DE VIDA

Hasta ahora hemos contado solo algunas de las “historias de terror” causadas por ciertas especies de hongos, así que es tiempo de que también contemos historias maravillosas que pasan desapercibidas y tienen como protagonistas a estos organismos. Por ejemplo, la de los in-



©Paola de Anda, Palabras que son esporas, de la serie *Cosmogonía fungi*, 2020. Cortesía de la artista

sectos que cultivan hongos para su propio beneficio.

Si alguna vez te ha tocado ver hormigas que cortan todas las hojas de tu planta y luego las llevan al hormiguero, entonces has presenciado la procesión de la que depende el sostén de los "jardines fúngicos" cultivados por algunas especies de hormigas y termitas. Estas entierran los pedacitos de hojas donde se encuentra el hongo, llamado *Leucoagaricus gongylophorus*, que se encarga de descomponer y comerse todo cuanto le llevan. Los artrópodos, además, controlan la reproducción del hongo, lo cuidan de patógenos y cosechan trozos de micelio para que todos en la colonia lo consuman. Si la colonia de hormigas llega a mudarse, las reinas transportan el hongo al nuevo nido, don-

de las primeras obreras serán las guardianas del jardín.

También existen hongos que ayudan a formar bosques, pues contribuyen a desarrollar el suelo donde crecen las plantas. Son hongos que se asocian de manera benéfica con las raíces. Prácticamente, casi todas las plantas terrestres (el 85 por ciento de ellas) mantienen una estrecha relación con especímenes del reino fungi denominados *micorrízicos*. Desde que germina la semilla, los hongos encuentran sus raíces, se establecen dentro o encima de ellas e intercambian señales químicas. Las plantas detectan que sus huéspedes son benéficos y empiezan a cederles azúcares a cambio de que estos exploren el suelo con sus hifas y les traigan nutrientes para crecer grandes y fuertes. Los micorrízicos también las protegen de patógenos y las ayudan a llegar a la edad adulta. Y, por si fuera poco, muchos de estos hongos son de las especies comestibles más apreciadas. No obstante, debido a su asociación obligada con las plantas, ha sido muy difícil su cultivo y producción, por lo que son una *delicatessen* que solo se encuentra en los bosques y en temporada de lluvias.

Una de las historias de simbiosis que más me ha maravillado sucede en los bosques de Canadá, donde los árboles más pequeños tienen difícil acceso a los rayos del sol, dado que sus congéneres adultos les tapan la luz. La luz solar resulta imprescindible para que las plantas jóvenes puedan producir sus alimentos, pues de otro modo morirán. No obstante, se descubrió que los hongos asociados a sus raíces les transfieren los azúcares producidos por árboles de mayor edad. Imaginémoslo como una red de comunicación creada por los micelios entre árboles maduros y jóvenes, en la que los hongos podrían considerarse los ca-

Las manchas rojas que les salen a las guayabas, por ejemplo, se deben a un hongo endófito llamado *Cercospora*.

bles de conexión entre diferentes plantas. La descubridora de esta red, Suzanne Simard, la llamó *red micorrízica*. Aunque su función está en debate, ciertos experimentos demuestran que el hongo puede ayudar a llevar señales de alerta cuando hay insectos herbívoros que atacan a uno de los organismos conectados, así como a intercambiar nutrientes dependiendo de la cantidad de carbono cedido por la planta.

Hay otro mundo fúngico que habita dentro de los tejidos de las plantas: los hongos denominados *endófitos*. Ellos son los responsables de que las plantas produzcan los compuestos aromáticos que les dan sabores, propiedades medicinales y protección frente a los animales que se las comen. Son hongos que pasan fácilmente desapercibidos, pero que pueden ser un buen indicador de la madurez de las frutas. Las manchas rojas que les salen a las guayabas, por ejemplo, se deben a un hongo endófito llamado *Cercospora* que se expresa cuando la fruta llegó a su mayor punto de madurez y dulzura.

Los hongos también se relacionan con otros reinos. De hecho, las bacterias pueden ayudar a ciertas especies a nutrirse de mejor manera. Tal es el caso de los hongos que no respiran oxígeno —anaerobios— y habitan en los estómagos de los rumiantes, desde donde se alimentan de la pastura que entra por los tractos digestivos. Sin ellos, las vacas y demás herbívoros no podrían digerir lo que comen. La *funga anaeróbica* que se establece en este ambiente cohabita con bacterias especializadas en descomponer la materia vegetal y producir metano, conocidas como *metanógenas*. El metano liberado a la atmósfera por las vacas a partir de la relación hongo-bacteria resulta uno de los principales gases de efecto invernadero responsables del cambio climático.

Los hongos son organismos que podrían pasar inadvertidos a nuestros ojos, pero cumplen funciones que ayudan a mantener un medio ambiente sano y en equilibrio. Aquí hicimos un compendio de los descubrimientos más apasionantes sobre ellos, pero aún queda mucho por conocer, especialmente en países megadiversos como México. Los científicos tenemos una responsabilidad compartida con la población: cuidar a las especies que habitan el planeta en pos de cuidarnos a nosotros mismos. Probablemente muchas de las soluciones a problemas que hemos creado se encuentren en los hallazgos que haremos al seguir estudiando los hongos y sus funciones. **U**



©Mariana Magdaleno, *Cola de pavo*, 2023.
Cortesía de la artista