



## AVENTURAS DEL PENSAMIENTO

# LOS HONGOS: EL FIN DE UNA CADENA

SABINA VIRAMONTES RAMOS y MARTHA PORTILLO RUIZ  
Facultad de Ciencias Químicas/Universidad Autónoma de Chihuahua

**E**n 1676, un mercader holandés, Antonio van Leeuwenhoek, mandó una curiosa carta a la *Royal Society of London*, escrita en su lengua natal de los Países Bajos. Leeuwenhoek describió cómo usó un microscopio primitivo para observar una vasta población de criaturas minúsculas. Sus reportes abrieron un capítulo de la ciencia que se involucraría en el estudio de los organismos microscópicos y en la disciplina de la microbiología. En ese momento, pocas personas, incluyendo Leeuwenhoek, les atri-

buyeron algún significado práctico a los microorganismos, pero durante los siguientes siglos, los científicos han aprendido qué tan profundamente influyen en la calidad de nuestras vidas.

Los microbios, como les llamamos comúnmente, son aquellas criaturas microscópicas llamadas hongos, levaduras, algas, bacterias y parásitos, entre otras. Abundan en el aire que respiramos, en nuestra piel y cabellos, en nuestra boca e intestinos, en los alimentos que consumimos, en el agua, en el suelo y en las plantas. Tienen un extraordinario impacto en el medio ambiente y una enorme influencia en la vida de todos los organismos vivos; de hecho, en conjunto, dirigen todos los procesos que hacen posible la vida en nuestro planeta.

Muchas personas creen conocer la existencia de estos microbios por eventos desafortunados como las enfermedades y el deterioro de alimentos o materiales. Los consideran enemigos invisibles que deben ser condenados y evitados. Esta imagen pública es errónea, pues la mayoría de los microorganismos son benéficos. Algunos de ellos participan en el tratamiento de aguas residuales, otros en la limpieza de lagos, ríos y playas o en la descomposición de materia orgánica muerta y excretas animales, creando productos que rejuvenecen el suelo y lo hacen fértil. Y, por si fuera poco, también renuevan el oxígeno atmosférico, el CO<sub>2</sub>, los nitratos y la misma agua de la cual depende toda la vida en el planeta. De hecho, más del 80% del oxígeno del planeta es producido por algas microscópicas.

En este artículo revisaremos un grupo de microbios que llama nuestra atención particularmente. Lo constituyen unas cien mil especies de organismos que, en conjunto, son lla-

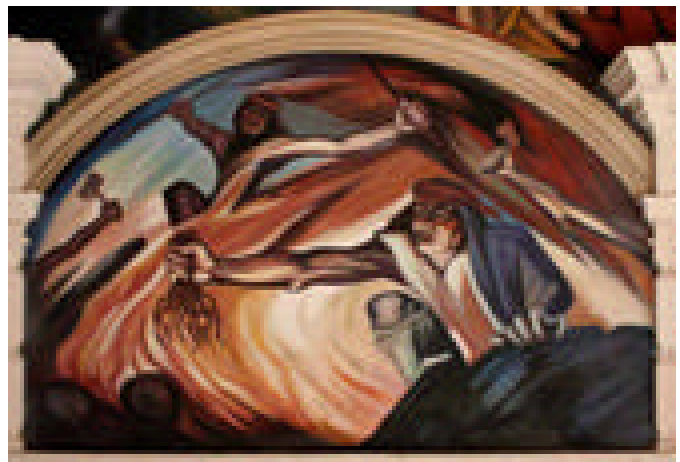


Aarón PINA MORA.

mados “hongos”. Iniciaremos con un reportaje publicado en Pommerville (2004):

En 1840, Irlanda tenía una población de 8 millones de personas, cuya mayoría eran granjeros dedicados a la agricultura. Su principal producto de cultivo eran las papas, que producían año tras año en pequeñas extensiones de tierra. A principios de esa década, inició una temporada de lluvias muy fuertes que se convirtió en una calamidad. Entonces, el 23 de agosto de 1845, *The Gardener’s Chronicle and Agricultural Gazette* reportó que “un mal fatal” había terminado con la cosecha de papas. En todo el mundo se oía de la destrucción. Aunque las papas habían tenido problemas antes, nada se comparaba con esta nueva enfermedad. Empezaba como manchas negras, luego se le caían tallos y hojas a la planta, y finalmente se desarrollaba una masa podrida y blanda con un olor espantoso.

El invierno de 1845 a 1846 fue un desastre para Irlanda. Los granjeros dejaron las papas podridas en los campos, y la enfermedad se diseminó. Los irlandeses, presas de la desesperación, primero se comieron el alimento de los animales, y después a los animales. Conforme la hambruna se expandía, el gobierno inglés intentaba ayudar importando elotes y estableciendo centros de acopio. Después de 2 años, la putrefacción de la papa pareció disminuir pero, en 1847 (“1847 negro”) regresó con una venganza. A pesar de los esfuerzos de los ingleses por ayudar, más de dos millones de irlandeses murieron de hambre. Eventualmente, alrededor de 900,000 sobrevivientes emigraron a Canadá y a Estados Unidos. Aquellos que se quedaron tuvieron que ocuparse tanto de la agitación económico/política como de miseria y muerte. El desastre de las papas decayó en 1949, pero no desapareció. En lugar de eso, emergió con nuevos bríos durante las estaciones húmedas. Al final, cientos de miles de irlandeses dejaron las tierras y se movieron a ciudades o países extranjeros. Durante la década de 1860, grandes olas de inmigrantes llegaron a Estados Unidos, todo como resultado de *Phytophthora infestans*, el hongo causante de la enfermedad de las papas.

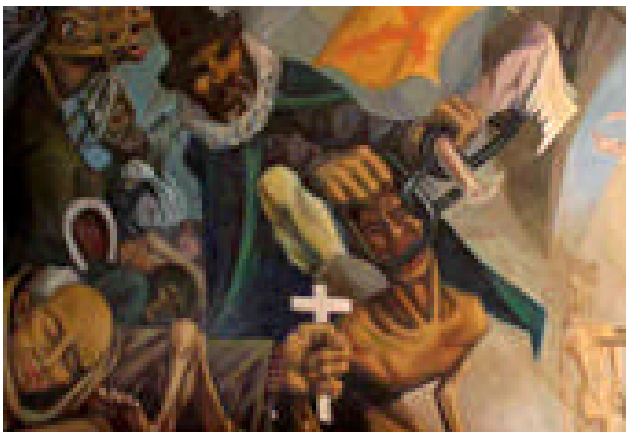


Aarón Piña Mora.

Aquí se narraron algunos efectos históricos, políticos, económicos y sociológicos de una especie de hongos. Esto nos da una idea de la gran importancia que tienen como grupo dentro de la vida humana. Los hongos presentan ciclos de vida complejos y fascinantes que tienen en común la producción de una especie de semillas, llamadas esporas, utilizadas para dispersarse y reproducirse. La mayoría de los hongos son terrestres, aunque también los hay acuáticos, y juegan papeles cruciales en la mineralización del carbono. Algunos son parásitos de plantas terrestres y, por lo tanto, responsables de la mayoría de las enfermedades económica-mente significativas en el área agrícola y alimenticia (como el “mal fatal” de las papas). Unos cuantos géneros (alrededor de 100) causan enfermedades en animales, incluyendo humanos, aunque en general son menos importantes como patógenos animales que otros tipos de microorganismos. Los hongos también establecen asociaciones simbióticas con muchas plantas y contribuyen benéficamente a la vida humana por medio de procesos industriales y de alimentos. Son células eucariotas; es decir, células con un núcleo diferenciado dentro de una membrana. Las células humanas también son eucariotas, pero, a diferencia de estas, las de los hongos poseen una pared celular que las protege y delimita al igual que las plantas. La pared celular de los hongos se compone de quitina, la misma sustancia de que están hechos los caparazones de las cucarachas y otros insectos y que es lo que “truenan” cuando las pisamos.

### Diferencias de los hongos con respecto a otros organismos

Durante décadas, los hongos fueron clasificados como plantas, pero actualmente se sabe que ellos no fabrican su propio alimento (es decir, son heterótrofos), ni tienen pigmentos (sustancias químicas utilizadas para realizar la fotosíntesis) o sistema vascular; particularidades que fueron suficientes para crearles su propio reino, llamado *fungi*. La mayoría de los hongos es multicelular; es decir, se compone de cientos o miles de células. El “cuerpo” del hongo se conforma de filamentos largos (“hifas”), que se encuentran entrecruzados (en masa son llamados “micelio”), lo que les da su caracterís-



tico aspecto aterciopelado. Son aeróbicos (necesitan aire para vivir) y obtienen nutrientes por la absorción de materia orgánica a través de sus paredes celulares y membranas plasmáticas (capas que rodean a la célula).

En general, los hongos penetran en el suelo y secretan enzimas (proteínas) encargadas de convertir las moléculas grandes en otras mucho más pequeñas que pueden ser absorbidas por las células para utilizarse como fuente de energía. Estas enzimas les permiten digerir una gran diversidad de sustratos entre los que se encuentran alimentos, plumas de aves, cabellos, papel, metales, cemento, madera y caucho. La reproducción de los hongos puede llevarse a cabo por procesos tanto sexuales como asexuales, resultando, en ambos casos, en esporas.

## Diversidad de hongos y su importancia

La clasificación más reciente de los hongos involucra cinco grupos, que los científicos llaman *phylum*, para marcar la diferencia entre hongos y plantas:

- Los acuáticos. Constituyen la rama más antigua de los hongos. Sus esporas se desplazan por medio de una especie de látigo, llamado flagelo, que también les permite penetrar en el infortunado individuo a quien enfermarán.
- Las micorrizas. Grupo pequeño de hongos que se instala en las raíces de plantas leñosas, engrosándolas y favoreciendo la absorción de nutrientes. Este tipo de relación es llamada simbiosis y se caracteriza porque ambos organismos se benefician.
- Los mohos. El conjunto más diverso y más latoso de hongos. Son los responsables de la rápida descomposición de todo tipo de alimentos, así como de insectos y plantas. Se caracterizan por su estructura algodonosa o filamentososa, formada por hifas, en cuyo extremo se localizan las esporas.
- Las levaduras. Únicos hongos unicelulares y seguramente los mejor conocidos, puesto que son los responsables de la elaboración de algunas delicias como el vino, la cerveza y el pan.

- Los champiñones. Constan de 30 mil especies descritas y pueden ser observados a simple vista como un sombrero que se encuentra en la punta de un tallo (como las casas de los pitufos). La mayoría son comestibles; sin embargo, en este grupo también hallamos los hongos alucinógenos y los venenosos que, si son consumidos, pueden resultar mortales.

Si analizamos sus ciclos de vida, sorprende cómo desde un estado microscópico de dormancia (espora) pueden activarse, germinar como una planta y crecer, algunos hasta alcanzar tamaños de más de 20 cm. Otra cosa fascinante es su estructura celular. Sus esporas suelen ser coloridas y las podemos ver sin ayuda de un microscopio en la punta de las hifas. Por ejemplo, cuando vemos un polvo fino de color verde en un pan viejo, estamos cara a cara con *Penicillium*; si vamos a la frutería y encontramos una papaya cubierta de una alfombra negra, estamos observando a *Alternaria*; pero si ese color negro se muestra en forma de partículas grandes sobre una tortilla, se trata de *Aspergillus*; y es *Rhizopus* si las fresas están sumergidas entre cientos de “pelos” largos de color gris. Y así como se aprecian tan distintos con el ojo humano, con ayuda de un microscopio se puede ver la forma de sus esporas, que en el caso de los mohos son llamadas conidias (del griego, polvo) haciendo alusión a su aspecto polvoso.

Pero además de su papel como odiosos descomponedores, los mohos han aportado a la humanidad un milagro. Antes, los médicos no podían hacer nada para curar las enfermedades infecciosas. En 1928, un científico, el británico Alexander Fleming, salió de vacaciones y no se preocupó por limpiar sus cultivos, sino que los dejó en el lavadero. Cuando regresó, vio que un plato se había enmohecido, y que no había colonias bacterianas alrededor del moho. ¡El moho había matado las bacterias! Sin embargo, Fleming no lograba purificar la sustancia milagrosa. El trabajo requirió de 10 años y un equipo de 4 hombres. La droga fue llamada como el moho, *Penicillium*, que se convirtió en penicilina. La penicilina fue el amanecer de una nueva era de la medicina: finalmente, los médicos tenían el poder de curar.

Todos los hongos están constituidos de cientos o miles de células, excepto las levaduras, que constan de solo una. Las levaduras son utilizadas en una amplia gama de alimentos. Tienen la particularidad de reproducirse por gemación; es decir, a una célula le sale una especie de chipote, que crece poco a poco hasta que, finalmente, se desprende de su madre. Alrededor del año 3000 aC, los egipcios solían hacer pan a partir de cereales, pero el aparato digestivo humano no podía con el grano crudo. Así que lo tostaban, machacaban y ligaban la gruesa harina resultante con un poco de agua antes de cocer la masa en el horno. Caliente la torta era tolerable pero, una vez fría quedaba dura e indigesta. La verdadera revolución culinaria llegó por una doble casualidad. Primero, fue necesario que una colonia de levaduras flotando en las aguas del Nilo entrara en contacto con una masa y luego, que alguien dejara reposar al sol la masa *contaminada* con estos microorganismos unicelulares; químicamente,



Aarón PINA MORA.

la levadura convertía el azúcar del trigo en alcohol y CO<sub>2</sub>, proceso de fermentación que volvía agrio el pan mientras que las burbujas del gas lo hacían más esponjoso, pero los egipcios atribuyeron este milagro a los dioses.

Otro alimento con no menos éxito que el pan fermentado, la cerveza, debe a aquel su existencia. En este caso, la fortuna vino en ayuda de los sumerios. Allí, las amas de casa ya habían descubierto que el pan al modo egipcio resultaba más saludable si primero se ablandaba un poco el grano y se le dejaba germinar. Probablemente, un trozo de pan se quedó a la intemperie y fue mojado por la lluvia. Después de permanecer empapado unos días, alguien encontró que aquello se había convertido en un brebaje agradable al paladar. En aquellos tiempos, el proceso se atribuyó a la diosa de la fertilidad, pero hoy sabemos que lo que ocurrió fue que, durante el proceso de germinación, los granos de cereal produjeron enzimas que convirtieron el almidón disuelto en el agua en azúcar de malta, que fue descompuesta por la levadura presente en la masa del pan en alcohol y dióxido de carbono. De esa forma quedó inventada la cerveza sumeria.

Con el tiempo, a la cerveza le salió un duro competidor en el mercado de las bebidas alcohólicas: el vino. Y también en esta ocasión el azar les enseñó a los antiguos pobladores que de los frutos de la vid podía extraerse un excelente licor. Probablemente habían recolectado más uvas de las que podían consumir, así que almacenaron el resto en una tinaja y lo olvidaron. Para sorpresa general, al cabo de un tiempo, las uvas se habían convertido en un rico zumo, que además alegraba el espíritu. En esta ocasión, los responsables fueron los dioses, Osiris, Dioniso y Baco, pero hoy todos sabemos que lo único que pasó fue que la levadura presente en el pellejo de la uva fermentó el zumo de la fruta aplastada en los niveles inferiores, convirtiendo la glucosa en alcohol y dióxido de carbono. ¿Y cuándo se responsabilizó a la levadura de todos estos deliciosos procesos? Hace más de cien años, Louis Pasteur se dio cuenta de que estas son las responsables de la transformación del azúcar de los jugos en alcohol, hecho que marcó el inicio de la ingeniería bioquímica.

Pero, como todos los grupos, el de los hongos tiene miembros que pueden ser muy problemáticos. De ellos, quizá el más complejo es el que comprende a los champiñones o “setas”, que por su belleza y parecido unos con otros, son fácilmente confundidos e ingeridos accidentalmente. En la Roma antigua, los champiñones eran alimento de los dioses, y solo se permitía a los emperadores que disfrutaran de estas delicias. En nuestros días, los champiñones exóticos disfrutan de una gran reputación entre los gastrónomos mundiales. Algunos expertos saben cómo distinguirlos en la naturaleza, pero para los aficionados, la palabra principal de su vocabulario debe ser “cuidado”, pues en la recolección de hongos, la ignorancia puede desencadenar un desastre.

Los champiñones se encuentran en una gran variedad de formas, colores y tamaños. Entre los hongos silvestres más interesantes están los hongos “linterna”, conocidos por sus agallas luminosas; los hongos “filete”, cuyo sombrerillo recuerda una pieza de carne cruda; y los hongos “nido de



Aaron Pina Mora.

pájaro”, en los cuales el cuerpo fructífero y sus esporas lucen como un nido de pájaros con huevos. Dentro de este grupo, unas cien especies pueden causar envenenamiento mortal. El primero en la lista de los champiñones peligrosos es *Amanita verna*, el “ángel destructor”, y *Amanita phalloides*, “la capa de la muerte”.

En enero de 1997, un hombre decidió jugar golf cerca de su casa en el norte de California. En el noveno hoyo, el hombre mandó su pelota hacia el bosque; cuando la buscaba, se fijó en un grupo de hongos silvestres y decidió llevarse unos cuantos para la cena. Cocinó los hongos esa noche junto con un pedazo de carne. Tres días después, el hombre sufrió una diarrea severa que lo dejó muy débil. Fue al hospital y sus análisis revelaron daño hepático. Sus síntomas empeoraron y, después de dos días, tanto hígado como riñones dejaron de funcionar. Los doctores lo conectaron en una máquina de diálisis, pero era demasiado tarde. Murió poco después. Los investigadores encontraron *Amanita phalloides* en los alrededores del campo de golf. Los estudios de laboratorio confirmaron que la muerte del hombre fue debida a envenenamiento por hongos.

Los botánicos insisten en que las setas deben ser cazadas con una cámara, no con un tenedor y un plato. Ellos sugieren que los colores y formas de los hongos impulsen premios en la fotografía, y exigen que el consumo de champiñones esté limitado a aquellas especies cultivadas para su uso como alimentos. Finalmente, si los observadores de aves no comen pájaros, ¿por qué los observadores de hongos sí se los comen? Esta es una cuestión que habría que considerar, puesto que va de por medio la propia vida.

Podemos concluir que los hongos son un grupo de organismos muy diverso, que tienen gran influencia en la vida del ser humano como descomponedores de todo tipo de materiales, aun aquellos que parecerían imposibles de degradar, y como productores de metabolitos útiles en las industrias alimentaria y farmacéutica, principalmente. Además, son una parte crítica de la cadena de la vida en la Tierra, compuesta por organismos productores (como las plantas verdes), consumidores (que se alimentan de los productores) y, finalmente, descomponedores, que atacan a los productores y a los consumidores después de que ellos muer-

ren, utilizando la energía disponible para su metabolismo. Los hongos se encuentran en la parte final de la cadena, sirviendo como descomponedores de materia orgánica. Es más, hacen contribuciones incalculables a los ecosistemas liberando nutrientes a partir de materiales orgánicos y los hacen disponibles para miles de organismos dentro del ambiente. Sin embargo, a pesar de todo, los hongos son un grupo de microbios que no suele tomarse mucho en cuenta; pero sin ellos, los nutrientes de la materia orgánica se quedarían sin usar, los ciclos de los elementos se detendrían, la fertilidad del suelo declinaría estrepitosamente y los ecosistemas colapsarían. Recordemos una frase dicha por Louis Pasteur hace unos cien años: “La influencia de lo más pequeño e insignificante es, realmente, muy muy grande”. ¿Cuándo daremos a los hongos el reconocimiento y el respeto que merecen?



Aarón PINA MORA.

## Bibliografía

ALCAMOS, I.: *Microbes and society. An introduction to Microbiology*, EEUU, Jones and Bartlett Publishers, 2003.

ANDERSON, R.: *The Invisible ABC: Exploring the world of microbes...*, China, ASM Press, 2006.

ATLAS, R. *Microbiology, Fundamentals and Applications*, EEUU, MacMillan Publishing Co., 1a. ed. 1984.

CARLILE, M.; S. WATKINSON y G. GOODAY: *The Fungi*, Inglaterra, Academic Press, 2a. ed., 2001.

COWAN, M. y K. PARK: *Microbiology, a systems approach*, EEUU, Mc Graw Hill, 2006.



CREAGER, J.: *Microbiology, Principles and Applications*, EEUU, Prentice Hall, 1a. ed. 1990.

DAVIS, B.; R. DULBECCO; H. EISEN; H. GINSBERG; B. WOOD y M. McCARTY: *Tratado de microbiología*, España, Salvat Editores, 1978.

DE KRUIF, P.: *Los cazadores de microbios*, México, Ediciones Leyenda, 2008.

DEACON, J.: *Fungal Biology*, Inglaterra, Blackwell Publishing Ltd, 4a. ed., 2006.

DIE, A.: “Centenario de Pasteur. El verdugo de los microbios”, *Muy interesante*, 1995, pp. 11-16,

GUEST, H.: *Microbes, an Invisible Universe*, EEUU, ASM Press, 2003.

HERITAGE, J.; E. EVANS y R. KILLINGTON: *Microbiology in Action*, Inglaterra, Cambridge University Press, 1999.

JAY, V. “Antony van Leeuwenhoek”, *Arch Pathol Lab Med*, 126, 6 (2002), pp. 658-659.

KARWATKA, D.: “Antony van Leeuwenhoek and the microscope”, *Tech Directions*, 62, 5 (2002), p. 8.

MADIGAN, M. y J. MARTINKO: *Brock, Biology of Microorganisms*, EEUU, Prentice Hall, 11a. ed., 2006.

MONGAR, C.: “Recordar a Pasteur”, *Información científica y tecnológica*, 1995, pp. 48-51.

NEEDHAM, C. y M. HOAGLAND: *Intimate Strangers: Unseen Life on Earth*, EEUU, ASM Press, 2000.

POMMERVILLE, J.: *Alcamo's, Fundamentals of Microbiology*, EEUU, Jones and Bartlett Publishers, Inc., 7a. ed., 2004.

SYON, G.: “Louis Pasteur. Enciclopedia of life sciences”, EEUU, Nature Publishing Group, 2001.

TORTORA, G.; B. FUNKE y C. CASE: *Microbiology, an Introduction*, EEUU, Benjamin Cummings, 7a. ed., 2001. ©

