



Hongos de zonas áridas y semiáridas: el origen de la micología en México

Oscar Eduardo Hernández Navarro

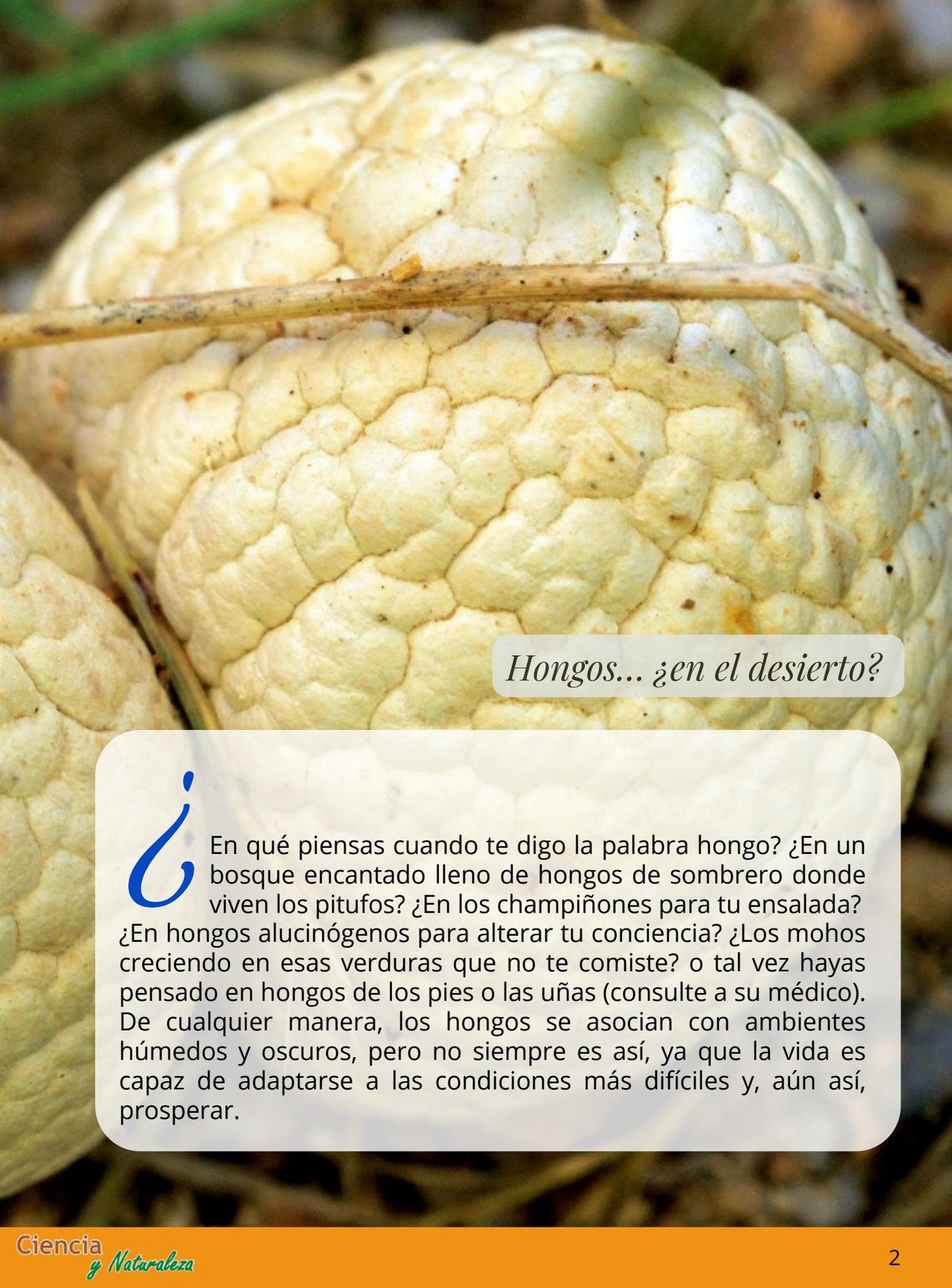
Artículo



Hongos de zonas áridas y semiáridas: el origen de la micología en México

Cómo citar este artículo: Hernández-Navarro OE. 2025. Hongos de zonas áridas y semiáridas: el origen de la micología en México. Revista Ciencia y Naturaleza (1126).





Hongos... ¿en el desierto?

¿En qué piensas cuando te digo la palabra hongo? ¿En un bosque encantado lleno de hongos de sombrero donde viven los pitufos? ¿En los champiñones para tu ensalada? ¿En hongos alucinógenos para alterar tu conciencia? ¿Los mohos creciendo en esas verduras que no te comiste? o tal vez hayas pensado en hongos de los pies o las uñas (consulte a su médico). De cualquier manera, los hongos se asocian con ambientes húmedos y oscuros, pero no siempre es así, ya que la vida es capaz de adaptarse a las condiciones más difíciles y, aún así, prosperar.



Pero... ¿Qué son los hongos? Son organismos diferentes a plantas (Flora) y animales (Fauna) y se clasifican en el Reino Fungi, palabra que proviene del latín «*Fungos*», que significa literalmente hongo y a su vez, deriva del griego «*Sphongos*» que significa esponja. La gran diversidad de hongos, o Funga, comprende más de 200,000 especies descritas, pero se estima que podrían existir de 4 a 6 millones. Habitan en todo tipo de ambientes, desde géiseres hasta icebergs, selvas y bosques, pero también manglares, ríos y mares, y por más extraño que parezca, en los desiertos también hay hongos micro y macroscópicos.

A nivel mundial, las “tierras secas” comprenden ~40% de la superficie terrestre y es hogar del 34% de la población del mundo, es decir, un tercio de la humanidad vive en zonas secas. Según la SEMARNAT, en México, estos ambientes ocupan 101.5 millones de hectáreas, es decir, más de la mitad del territorio mexicano es considerado como seco. Esto incluye a las zonas áridas (15.7%), semiáridas (58%) y subhúmedas secas (26.3%), donde la principal limitante es la poca lluvia. Por ponernos en contexto, la precipitación pluvial anual de la CDMX es de 600 a 1200 mm por año y en algunas zonas selváticas de Tabasco y Chiapas, la precipitación puede ser de 1500 a 3500 mm por año. Sin embargo, se considera que el promedio anual de precipitación en las zonas semiáridas es de 100–250 mm, las áridas de 50–100 mm y las hiperáridas de <50 mm al año. Aun en zonas tan hostiles, los hongos juegan papeles muy importantes para el ecosistema, como descomponedores, o simbioses de plantas tanto en sus raíces (micorrizas), como el resto de sus tejidos (endófitos) o con algas microscópicas (líquenes). Aunque varios micólogos extranjeros realizaron expediciones en México, el estudio de la diversidad de la Funga macroscópica por mexicanos comenzó por casualidad en una zona desértica. Te contaré la historia.





¿Dónde y cómo comenzó el estudio de los macromicetos en México?

Todo comenzó con el **Dr. Teófilo Herrera Suárez** (1924-2022) quien se enfocaba en levaduras (hongos unicelulares) de la fermentación del pulque. En un viaje al Parque Nacional Desierto de los Leones, el Dr. Herrera encontró algunos macromicetos (hongos con cuerpos fructíferos visibles) que llamaron su atención y esto daría por iniciado el estudio de los hongos macroscópicos en México por un mexicano. El primer macromiceto en ser registrado por el Dr. Herrera fue *Podaxis pistillaris* (Figura 1A) de la región de Cuicatlán, Oaxaca en 1950. Más adelante (1953), publicó el descubrimiento de *Battarreoides diguetii* (Figura 1B) en las zonas secas de Matehuala, San Luis Potosí.



Figura 1. Los primeros hongos macroscópicos registrados en México por el Dr. Teófilo Herrera : A) *Podaxis pistillaris*. B) *Battarreoides diguetii*.

Esta especie fue considerada endémica de México durante décadas, hasta que fue registrada en el sur de África en 1994, más de 40 años después de su descubrimiento y descripción en México. Ambas especies se clasificaban como Gasteromycetes, actualmente conocidos como hongos gasteroides. Gasteromycetes proviene de "Gaster" que significa estómago, porque el desarrollo de sus esporas es interno en una estructura denominada gleba.



Las contribuciones del Dr. Herrera continuaron con sus alumnos, principalmente con la **Dra. Evangelina Pérez Silva** y el **Dr. Martin Esqueda**, en Sonora. A pesar de esto, la Funga de las zonas secas presenta un atraso considerable con respecto al de las zonas templadas y tropicales del país. Aunque los gasteromicetos se consideraban una clase bien definida, actualmente se sabe que sus miembros se distribuyen en al menos 123 linajes diferentes, lo que significa que tienen distintos orígenes, pero comparten características morfológicas. La mayoría de hongos gasteroides son saprobios, es decir, consumen la materia orgánica en descomposición; mientras que otros son micorrízicos, ya que se asocian a las raíces de las plantas en una simbiosis mutualista. Estos últimos son más comunes en las zonas tropicales y templadas, mientras que en los desiertos, lo son los saprobios.

A pesar de no ser los únicos, sí son los más abundantes y diversos hongos macroscópicos del desierto. Para comprender mejor, en la Reserva de la Biósfera del Pinacate y Gran Desierto de Altar, una de las zonas más secas de México, Esqueda y colaboradores reportaron 45 especies de hongos; de estas, son 10 ascomicetos (todos creciendo en madera) y 35 basidiomicetos, 33 de los cuales son hongos gasteroides. Esto nos habla del éxito de estas formas en estos ambientes tan hostiles.

Adaptaciones de los hongos gasteroides al desierto



Los hongos gasteroides presentan varias adaptaciones que les permiten crecer en estas zonas tan hostiles. Una de ellas es su forma encerrada (**angiocárpica**) y la dispersión pasiva de las esporas, ya que esto conlleva a un gran ahorro de energía en comparación con otras formas, como los hongos de sombrero (**pileados**), coraloides, o los hongos costra (**resupinados**).



Por otro lado, son hongos que al secarse, presentan una textura parecida al cuero (coriáceo) o a la madera (semileñosos), lo que les permite permanecer en su hábitat sin descomponerse durante meses, esperando la lluvia para que las esporas sean liberadas. En cambio, un hongo carnoso (como el champiñón) sólo produce basidiosporas de manera activa mientras el cuerpo fructífero está fresco y hay suficiente humedad relativa en el ambiente. Pasada la temporada de lluvia y con la disminución de la humedad relativa, los hongos carnosos se secan, pudren o son consumidos por diversos animales. Otro factor importante para las adaptaciones de los hongos gasteroides es la diversidad vegetal, el tipo de suelo y la cantidad de materia orgánica disponible.



Estos hongos suelen desarrollarse en pequeños manchones con vegetación donde hay sombra, mayor humedad y nutrientes. Aun así, hay especies que pueden fructificar en suelos desnudos con porcentajes de materia orgánica muy bajos (~1%) no sólo de los desiertos, sino también de las líneas costeras.

Por otro lado, suelen ser tolerantes a altas concentraciones de distintas sales, pero son sensibles a la inclinación, ya que en pendientes pronunciadas las esporas son arrastradas por la lluvia hacia las planicies, donde tienden a fructificar. La estacionalidad es un factor importante; en el desierto de Sonora, la composición de especies que fructifica tras las lluvias de verano es diferente a las especies que fructifican por las lluvias de invierno. Por lo tanto, la temperatura también juegan un papel importante en el desarrollo de estas especies.





A nivel microscópico, sus esporas son pequeñas ($\sim 5 \mu\text{m}$), de paredes gruesas y pigmentadas, que confieren protección contra los rayos UV, lo cuales provocan daños al ADN. También se puede encontrar una gran variabilidad de ornamentaciones esporales es decir, si es lisa, áspera, con espinas, verrugas, o si sus elementos se fusionan formando estrías, retículos, entre otros (Figura 2).

Por otro lado, se sabe muy poco sobre la fisiología de los hongos gasteroides. Se ha reportado que las enzimas que producen estos hongos son capaces de mantener su actividad a altas temperaturas, en el caso de *P. pistillaris*, produce enzimas fribrolíticas resistentes a más de 50°C . A pesar de todo esto, falta mucho por investigar para entender cómo es que estos organismos proliferan en ambientes tan hostiles.

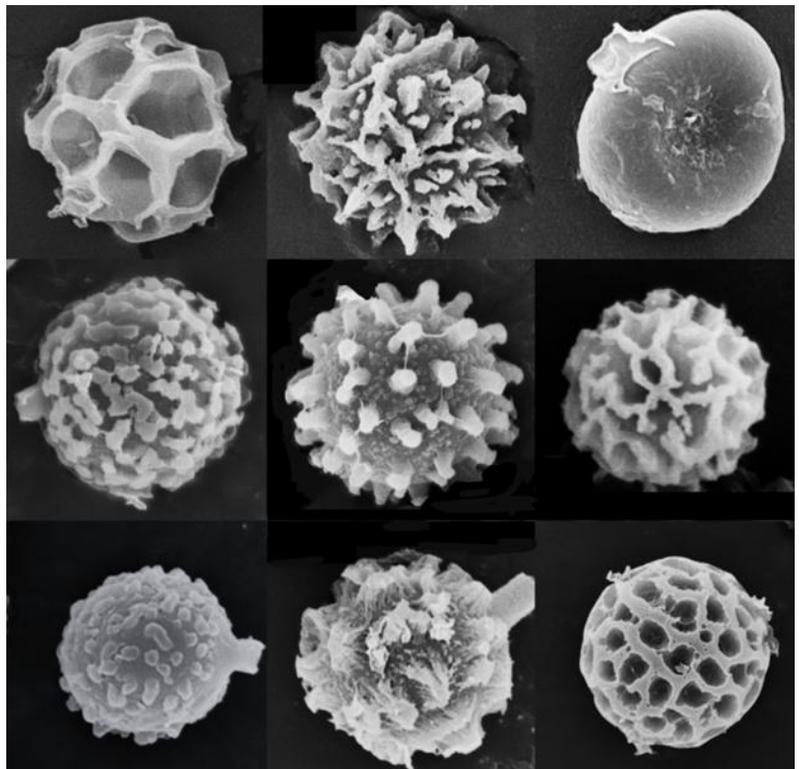


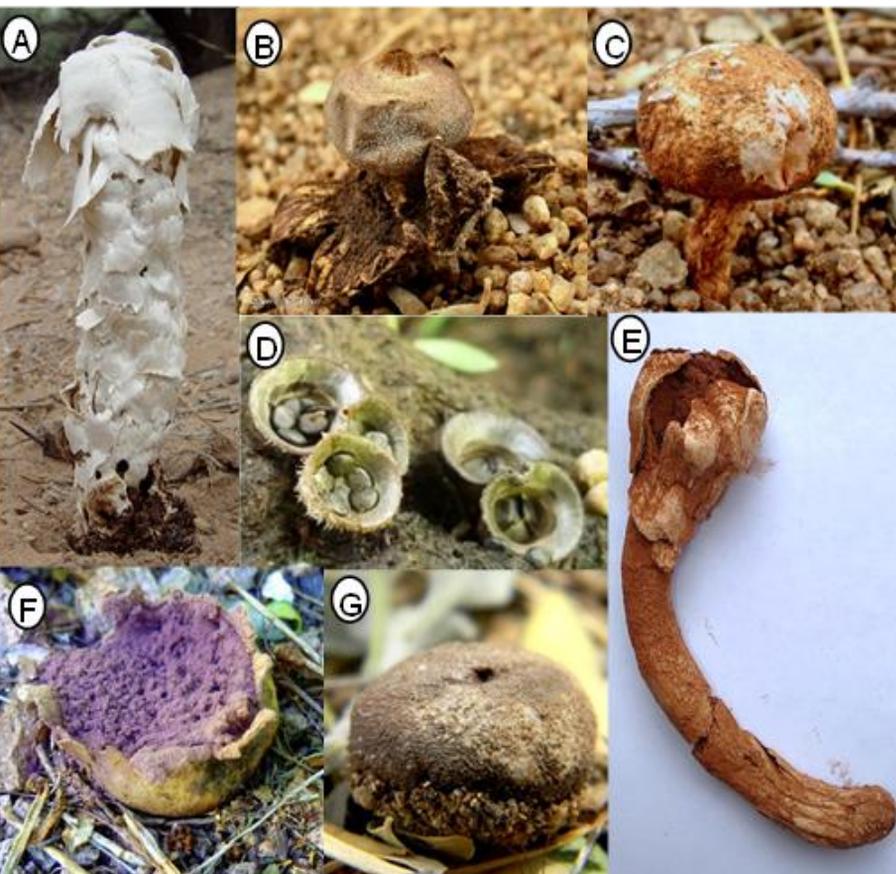
Figura 2. Imágenes del microscopio electrónico de barrido. Se muestran ejemplos de distintas ornamentaciones esporales.

Todo lo anterior parece indicar que muchas especies de gasteroides están adaptadas a condiciones hostiles no solo de sequía, sino de temperatura, pocos nutrientes y exceso de algunas sales, lo que les da ventaja sobre otro tipo de hongos macroscópicos.



Algunas especies notables en México

Aunque el estudio de los macro hongos de las zonas secas de México tiene varias décadas, la diversidad especies a nivel morfológico que son consideradas muy raras a nivel mundial. Por ejemplo, *Dyctiocephalos attenuatus* (Figura 3E) se conoce sólo del cráter “el elegante” en la Reserva de la Biósfera del Pinacate y el Gran Desierto de Altar, zonas con menos de 50 mm de precipitación pluvial anual. A la fecha sólo se tiene colectado un ejemplar en todo México y se encuentra depositado la colección nacional de hongos del IBUNAM.



La especie *Queletia mirabilis*, en México, sólo ha colectado una vez en Nayarit, y en el mundo es considerada una especie rara y se encuentra depositada en la colección de hongos del Instituto de Biología de la UdG (IBUG).

Figura 3. Algunas especies de hongos del desierto: A) *Phellorinia herculeana*; B) *Geastrum minimum*; C) *Tulostoma albicans*; D) *Cyathus stercoreus*; F) *Calvatia fragilis*; G) *Disciseda verrucosa*; E) *Dyctiocephalos attenuatus*



Tulostoma portoricense sólo se conoce en Puerto Rico y en una localidad en Sonora. Lo mismo ocurre con *Tulostoma gracilipes*, sólo conocida en Sudáfrica y Sonora. La especie *Disciseda verrucosa* (Figura 3G) sólo se conocía de Australia, pero fue recolectada en Sonora y por lo tanto se consideró un nuevo registro para el continente americano; aunque años después se reportó en Chihuahua, Baja California y posteriormente en Sudamérica.

Tulostoma obscurum, *T. tropicale*, *T. rufescens* y *T. subreticulatum* fueron descritas a partir de ejemplares colectados en México, pero estas últimas dos son las únicas especies mexicanas de este género que se han descrito con base en su ADN. *Tulostoma exasperatum* se registró recientemente en la zona de la Tierra Caliente Michoacana, en el municipio de Apatzingán; aunque esta especie es ampliamente conocida en todo el mundo, no se había registrado en México.



El hongo *Neosecotium macrosporum* sólo se ha identificado en Chihuahua y a nivel mundial sólo hay otras dos colecciones provenientes de Nuevo México, por lo que estas especies parecen ser endémicas del desierto Chihuahuense, que se extiende en México y EEUU. También hay especies muy raras de hongos hipógeos (que crecen bajo el suelo), conocidas como trufas. Entre ellas, destacan las trufas del desierto, *Carbomyces emergens*, *C. gilbetsonii* y *C. longii* que se han identificado en Chihuahua, México y en el caso de las últimas dos, sólo hay otro registro en el mundo además del Desierto Chihuahuense.

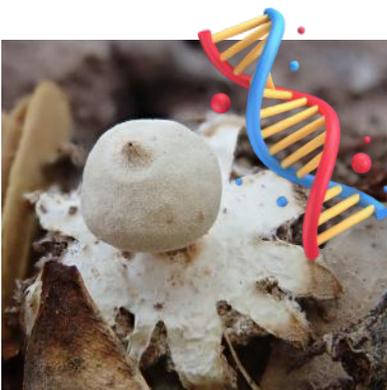




De los 123 linajes de hongos gasteroides conocidos a nivel mundial, uno fue descubierto en nuestro país, en Sonora. Se trata del hongo *Psatyrella secotioides*. Este hongo fue colectado en 1999 pero identificado y nombrado casi 20 años después, gracias a los análisis de ADN. Como estos ejemplos existen muchos más, que, por un lado, nos hablan de la rareza de estos organismos, pero también nos habla de la poca atención que ha recibido el estudio de la funga de las zonas secas de nuestro país.

Especies crípticas: la diversidad de hongos está subestimada

Las especies crípticas, son especies que son descubiertas gracias al uso de secuencias de ADN. Este fenómeno es muy común en hongos y se ha demostrado que muchas especies que se consideraban cosmopolitas son en realidad varias especies diferentes que se distribuyen en distintas zonas geográficas. Por ejemplo, en Europa se estudió el género *Geastrum*, conocidas como estrellas de tierra (Figura 3B), y se determinó que algunos especímenes de América y Europa con las mismas características morfológicas, resultaron ser diferentes especies, por lo que la diversidad del género resultó mucho mayor de lo esperado.



Algo similar ocurrió con el género *Tulostoma* (Figura 3C) (*Tulos*= perilla, *stoma*= boca; “perilla con boca”). Especialistas europeos, analizando lo que ellos pensaban eran unas 30 especies, resultaron ser el doble. Se delimitaron algunas especies, se describieron cinco especies nuevas bien definidas morfológica y genéticamente, y más de 20 especies crípticas, es decir, solo distinguibles con análisis de ADN.



El mismo *Podaxis pistillaris*, que algunos autores consideraban como una sola especie a nivel mundial, se ha segregado en 16 especies, y en México hay evidencia de que existen al menos tres: *P. farlowii*, *P. pistillaris* y *P. inyoensis*. Este tipo de investigaciones nos invitan a comparar los ejemplares mexicanos a nivel morfológico y molecular, lo que está conllevando al descubrimiento de nuevos registros, nuevas especies.

También se ha observado esta diversidad críptica en la familia Nidulariaceae, comúnmente llamados “nidos de pájaro”, aunque este grupo no es tan diverso en zonas secas, sí hay especies citadas en el desierto Mexicano, como es el caso de *Cyathus stercoreus*, comúnmente recolectado en estiércol (Figura 3D). Estos estudios también han permitido la enmendación de los nombres de las especies conocidas en nuestro país, ya que muchas especies reportadas en México, que fueron originalmente descritas de otros países y continentes, genéticamente no son las mismas a las presentes en nuestro país y, por lo tanto, será necesario renombrarlas.



De la tradición a la biotecnología: algunos usos de los gasteromicetos

Muchas especies de gasteromicetos son consumidas en estadios inmaduros cuando aun son carnosos y con gran contenido de agua. Una vez que maduran, se secan, su cuerpo se vuelve semileñoso y la gleba se vuelve polvorienta. En estados maduros, existen muchos reportes de su uso tradicional por diversos pueblos originarios.



Por ejemplo, los Paiute (Nevada, EEUU) usan a *Battarrea phaloides* en cataplasmas para tratar inflamación y úlceras. Los Ranah Navajo usan distintas especies de *Tulostoma* en cataplasmas e infusiones para tratar las fracturas de ovejas. Los Comca'ac en Sonora, usan a *B. phalloides* para el mismo propósito.

En la región de Oaxaca, la especie *P. pistillaris* es popularmente conocida como "soldadito" y forma parte de la dieta de los habitantes. Además, ha sido empleada como tratamiento de enfermedades cutáneas en Yemen, cicatrización de heridas en Mali, como bloqueador solar en Colombia y Sudáfrica, y como agente antiinflamatorio en China.

En Sonora, se usa la gleba de las especies de *Calvatia* (Figura 3F) como cicatrizante. Los Wayuu (Colombia), usan la gleba de *P. herculeana* como maquillaje en ceremonias espirituales, mezclando las esporas con cebo de oveja y polvo de rocas.



Algunos estudios han explorado sus posibles aplicaciones biotecnológicas. Por ejemplo, se han descrito propiedades antioxidantes, antimicrobianas y citotóxicas en extractos de Gasteromicetos con base en tres tipos de disolventes (agua, metanol y diclorometano), y algunos son prometedores por su actividad antimicrobiana contra diversos tipos de bacterias y levaduras. Por ejemplo, resaltaron a *Phellorinia herculeana* (Figura 3A) y a *Tulostoma obesum* como especies con gran potencial como fuente de nuevos compuestos con actividad biológica.



Por otro lado, también se investigó la actividad antiviral de los extractos en agua de *Battarrea* y *Lycoperdon*, y demostraron ser efectivos antivirales contra influenza A y B, con una toxicidad muy baja para las células eucarióticas. Podemos concluir entonces que los hongos del desierto son, un recurso biológico, etnomicológico y biotecnológico de gran importancia, pero con poca investigación, lo que representa una ventana de oportunidad para su estudio y desarrollo. 🍀

Agradecimientos

Se agradece a PAPIIT, Proyecto IA205323. Gracias a la M en C Berenit Mendoza Garfias (LaNaBio-IBUNAM) por su apoyo técnico en la obtención de las imágenes MEB.

Para Consulta



Burk WR. 1983. Puffball usages among North American Indians. J Ethnobiol 3:55-62.



Esqueda M, Pérez-Silva E, Herrera T, *et al.* 2000. Composición de gasteromicetos en un gradiente de vegetación de Sonora, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 71: 39-62.



Esqueda M, Coronado ML, Gutiérrez A, *et al.* 2013. Hongos de reserva de la biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC México.



Hernández-Navarro E, Gutiérrez A, Barredo-Pool F, *et al.* 2015. Especies de *Tulostoma* (Basidiomycota: Agaricomycetes) en un matorral espinoso de Sonora, México. Revista mexicana de micología 41: 65-72.



Hernández-Navarro E, Gutiérrez A, Coronado, ML, *et al.* 2020. Diversity, morphological variability, and distribution of *Tulostomataceous fungi* (Agaricomycetes) in Sonora, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 91(4): 19.



Herrera T. 1950. Un hongo interesante en la región Cuicatlán, Oaxaca. *Anales del Instituto de Biología UNAM Serie Botánica* (21)1: 17-21.



Kang HS, Kim KR, Jun EM, *et al.* 2008. *Cyathuscavins* A, B, and C, new free radical scavengers with DNA protection activity from the *Basidiomycete* *Cyathus stercoreus*. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* 18(14): 4047-4050



Li GS, Leal-Dutra CA, Cuesta-Maté A, *et al.* 2023. Resolution of eleven reported and five novel *Podaxis* species based on ITS phylogeny, phylogenomics, morphology, ecology, and geographic distribution. *Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi* 51(1): 257-279.

Crédito de imágenes en orden de aparición: OpenClipart-Vectors (Pixabay, P), natrot, zalymod, Allix Legado. Crédito de figuras e imágenes que acompañan al artículo: Proporcionadas por el autor.

Dr. Jorge Rocha

Editor Asociado Revista CyN

Diseño de publicación: Yareli Fiburcio



Oscar Eduardo Hernández Navarro

Biólogo Sonorense, su área especialidad es la micología, ha trabajado en proyectos de taxonomía, diversidad, ecología, sistemática filogenética de hongos micro y macroscópicos, con énfasis en hongos gasteroides de las zonas áridas y semiáridas de México. Actualmente se desempeña como Investigador Asociado "C" del Instituto de Biología de la UNAM.

contacto: eduardo.hernandez@ib.unam.mx