



# La estrecha amistad entre los hongos y los bosques de manglar

## The close friendship between fungi and mangrove forests

### Resumen

Los bosques de manglar son ecosistemas altamente productivos que brindan refugio a muchas especies de organismos representantes de los distintos reinos de la vida; entre estos, podemos encontrar a los hongos, pertenecientes al reino Fungi, los cuales realizan diversas funciones ecológicas importantes para el funcionamiento del ecosistema, entre ellas, la degradación de materia orgánica, la solubilización del fósforo, facilitar los procesos de biorremediación y establecen relaciones simbióticas que benefician al ecosistema de manglar como a los mismos hongos lo cual hace interesante estudiar más a fondo esta asociación.

**Palabras clave:** Degradación, simbiosis, solubilización, micelio, biorremediación.

### Abstract

Mangrove forests are highly productive ecosystems that provide refuge for many species of organisms representing the different kingdoms of life; Among these, we can find the fungi, belonging to the Fungi kingdom, which perform various important ecological functions for the functioning of the ecosystem, among them, degradation of organic matter, solubilization of phosphorus, that of facilitating bioremediation processes and also establishing symbiotic relationships that benefit both the mangrove ecosystem and the fungi themselves, which makes it interesting to study this association in more depth.

**Keywords:** Degradation, symbiosis, solubilization, mycelium, bioremediation.

Los manglares son bosques siempre verdes que toleran la sal, por lo cual se distribuyen en las franjas costeras de las zonas tropicales y subtropicales, bordeando estuarios, islas, lagunas costeras y en las riberas de los ríos que llegan al mar. (Figura 1) Se trata de ecosistemas que presentan alta productividad de materia orgánica particulada y disuelta que se convierte en el alimento de los organismos que viven asociados a las raíces de los árboles y entre el sedimento (Sosa-Rodríguez et al. 2009).

Los hongos que habitan en los bosques de manglar se han adaptado a vivir en suelos anegados con agua salina, ocupando distintos micro ambientes desde donde cumplen funciones ecológicas muy importantes (Hrudayanath Thatoi et al. 2013); por ejemplo, estos organismos son capaces de establecer relaciones de ayuda o apoyo mutuo (simbiosis) con las raíces de los árboles, para formar micorrizas, las cuales ayudan al árbol a captar mayor cantidad de nutrientes del suelo. También contribuyen a solubilizar compuestos fosfatados para mejorar la fertilidad del suelo y sin duda su función más importante que consiste en la degradación de madera, hojarasca y de materia orgánica producida al interior del bosque, ayudando a la formación de abono orgánico y nutrientes. La Palabra hongos hace

**Presentado:** noviembre, 2022

**Aceptado:** abril, 2023

Fidel Ángel Parada Santamaría

Escuela de Biología

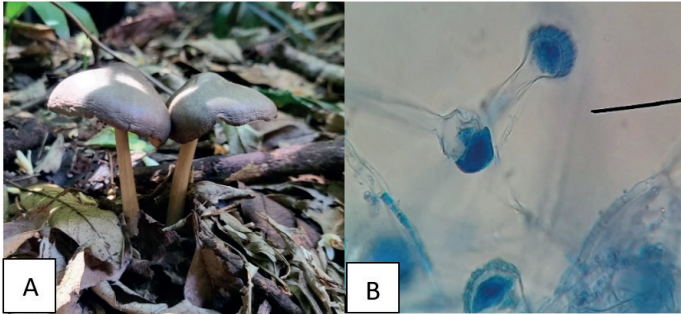
Universidad de El Salvador

ps16005@ues.edu.sv



Figura 1. Bosque de manglar. Foto O.L Tejada

referencia a organismos vivos eucariotas, heterótrofos (que no son capaces de producir su propio alimento). Existen macro y micro hongos (es decir hongos visibles a simple vista y hongos observables con microscopio) (Figura 2), con formas y colores muy llamativos, por lo que suelen ser confundidos con plantas; sin embargo, por sus propias características distintivas se ubican taxonómicamente en el reino Fungi (Herrera Cornejo 2005).



**Figura 2.** A) Hongos macroscópicos y B) Hongos microscópicos. Fotografía: Fidel Parada.

Contrario a lo que se piensa, los hongos son muy abundantes en los ecosistemas de manglar desarrollándose en una gran diversidad de sustratos, tales como madera, plántulas, ramas, semillas de mangle, neumatóforos, algas, raíces adventicias, sustratos calcáreos; por lo que se considera a los manglares como el segundo hospedero de los hongos. (Kohlmeyer and Kohlmeyer 1979).

Los hongos asociados a los bosques de manglar tienen diferentes funciones ecológicas, las cuales se detallan a continuación:

### Procesos de degradación

Los hongos son los únicos organismos que en la naturaleza realizan el proceso de degradación de la lignina, un componente fundamental de los troncos y raíces de los árboles y de la celulosa de la hojarasca (Hyde 1989). En ese sentido, el papel de los hongos es muy importante en los estados avanzados de la descomposición porque contribuyen a la degradación de la materia orgánica para convertirla en detritus nutritivos; es decir materia orgánica disuelta que sirve de alimento a diferentes organismos dentro del manglar y también en los estuarios y playas cercanas (Figura 3).

Experimentalmente se ha comprobado la capacidad de los hongos de manglar para degradar polímeros complejos (principales componentes de los plásticos), utilizando bolsas de polietileno y plástico como material de sustrato para comprobarlo. Los plásticos en la actualidad constituyen una fuente grande de contaminación en la mayoría de ecosistemas costeros (Kathiresan 2003).



**Figura 3.** Hongo realizando proceso de degradación en raíz de mangle. Fotografía: Fidel Parada.

Además, los hongos forman simbiosis con muchas plantas y árboles en estos ecosistemas, ayudándoles a absorber nutrientes y agua del suelo. Por lo antes mencionado son importantes no solo en la formación de detritus orgánicos, sino también en la regulación de los nutrientes y la fertilidad del suelo.

### Descomposición de restos de animales

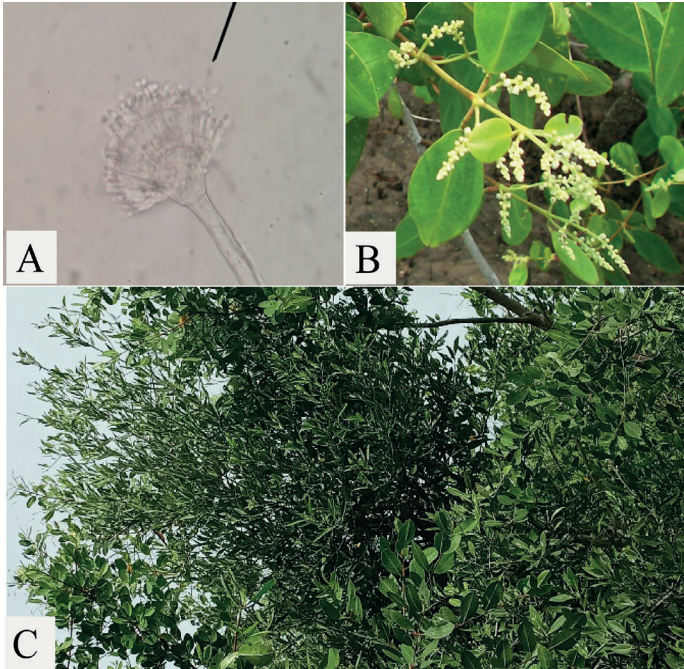
En los manglares, los hongos también participan en la descomposición de restos animales. Aunque se sabe poco acerca de su papel específico en este proceso, se ha demostrado que los hongos terrestres y los mohos pueden invadir sustancias calcáreas, como las conchas de los moluscos y los restos de animales, y ayudar en su descomposición. Por ejemplo, el hongo del género *Trichoderma*, que habita tanto en ambientes terrestres como en los manglares, degrada celulosa y quitina, siendo la quitina un componente importante en muchos tejidos animales sobre todo en animales invertebrados como insectos y crustáceos (Kohlmeyer and Kohlmeyer 1979).

### Solubilización de sulfatos

A nivel experimental se han aislado hongos asociados a las raíces de los manglares que suelen vivir y proliferarse dentro de las células o tejidos de las plantas (Ananda and Sridar 2002). La función principal de estos hongos consiste en liberar ácidos orgánicos y enzimas que descomponen los compuestos de fósforo en el suelo y los convierten en fosfatos que las plantas de mangle pueden absorber y utilizar para su crecimiento y desarrollo (Ananda and Sridar 2002).

Esta capacidad solubilizadora de algunos organismos fúngicos procedentes de los bosques de manglar, se ha

comprobado con la especie *Aspergillus candidus* (Figura 4). Según Sosa-Rodríguez et al. 2009, se realizaron aislamientos de las raíces de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, encontrando que *Aspergillus niger*, era la especie que se encargaba de poner a disposición los fosfatos para la nutrición de estos árboles. Los investigadores informan que esta especie realiza el mismo rol en ambientes terrestres (Figura 4) (Sosa-Rodríguez et al. 2009).



**Figura 4.** A) *Aspergillus candidus*. Fotografía: Fidel Parada. B) *Laguncularia racemosa*. Fotografía: O.L Tejada. C) *Avicennia germinans*. Fotografía: O.L Tejada.

### Micorremediación

Los hongos poseen la capacidad biotransformar mediante procesos de degradación, materiales y residuos tóxicos en componentes inofensivos que pueden ser liberados de manera segura en la naturaleza.

Algunos de ellos también habitan al interior de los tejidos de los árboles de mangle, induciendo a las plantas a producir diferentes reacciones químicas esenciales para perfeccionar sus mecanismos de defensa contra enemigos naturales. Este es otro ejemplo de simbiosis que permite que ambos organismos subsistan en el medio ambiente (Sánchez 2013).

Los biorremediadores tienen la capacidad de degradar y remover compuestos tóxicos y contaminantes en el medio en el que habitan, ya que utilizan las enzimas y los ácidos orgánicos que ellos producen para degradar y convertir compuestos tóxicos en compuestos más simples

y menos dañinos. La presencia de especies fúngicas con esta capacidad metabólica dentro de los bosques de manglar contribuye a mantener el equilibrio y salud de la vegetación del manglar, cumpliendo el valioso servicio ecosistémico de actuar como barreras protectoras contra la erosión de la línea de costa y para la conservación de la biodiversidad (Sánchez 2013).

En síntesis, los hongos biorremediadores son microscópicos y algunas veces podemos conocer de su existencia en el bosque porque en troncos viejos y en proceso de degradación, se observan unas hebras delgadas, llamadas hifas, que en su conjunto reciben el nombre de micelios. Aun cuando pueden pasar desapercibidos en su ambiente natural, los hongos brindan un gran servicio al ecosistema ya que poseen la capacidad de acumular metales pesados en sus compartimentos celulares, algunos ejemplos de ellos son: *Aspergillus* sp., *Absidia* sp, *Cunninghamella* sp, *Mucor* sp y *Rhizopus* sp, los cuales luego de ser aislados sirven como una alternativa en biorremediación (proceso de limpieza ambiental) de áreas con contaminación, y este método natural es mucho más económico que los métodos tradicionales de descontaminación, estos hongos suelen encontrarse en el aire de los bosques de mangle y son abundantes en sus raíces (Cardoso 2010).

### Formadores de detritus

Los detritus en los bosques de manglar se forman a partir de la acumulación de materia orgánica muerta, como hojas, ramas y raíces, que caen al suelo y se depositan en el agua. La materia orgánica se descompone lentamente debido a las condiciones anaeróbicas del suelo y la baja tasa de descomposición debido a la falta de oxígeno (Peter 2007); sin embargo, en este proceso de descomposición, los hongos juegan un papel importante, ya que una gran mayoría se alimentan de la materia orgánica muerta y ayudan a descomponerla en formas más simples cuando liberan enzimas que la degradan y la transforman en nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, esenciales para el crecimiento de las plantas. Los nutrientes liberados por estos organismos, son absorbidos por las raíces de las plantas de manglar, contribuyendo a su crecimiento y desarrollo (Peter 2007).

### Hongos formadores de micorrizas

Las micorrizas es otro ejemplo de una relación amistosa entre los árboles de mangle y los hongos y consisten en agrupaciones de micelios de hongos que crecen sobre o al

interior de las raíces de los árboles y su función consiste en transportar nutrientes hacia las plantas hospederas y lo que conlleva a un mayor crecimiento y productividad. Los árboles que poseen micorrizas, aumentan la absorción de oxígeno y resisten mejor el estrés causado por la salinidad del suelo (Sosa-Rodríguez et al. 2009).

Las micorrizas son muy importantes en la naturaleza porque aumentan la absorción de las raíces de nutrientes como fósforo, nitrógeno y otros elementos esenciales para las plantas, mejorando así su crecimiento y desarrollo; Las micorrizas también pueden ayudar a las plantas a aumentar su resistencia a enfermedades y a situaciones de estrés, como la sequía o la salinidad; y son importantes para el ciclo de nutrientes en los ecosistemas, ya que contribuyen a la mineralización de los nutrientes y al flujo de nutrientes entre las plantas y el suelo (Sosa-Rodríguez et al. 2009). Como hemos visto la estrecha amistad de los hongos con los manglares radica en que, en ellos, estos peculiares organismos encuentran hábitats propicios para su desarrollo; y los árboles de mangle reciben una serie de beneficios para mantener su resistencia ambiental, salud y el equilibrio ecosistémico.

En El Salvador son casi inexistentes los estudios de hongos de manglar, y como hemos visto, son de gran importancia, es por esa razón que con esta nota esperamos generar interés en los jóvenes biólogos para que realicen estudios y monitoreos que amplíen la comprensión del funcionamiento amistoso entre los bosques de manglar y los hongos que permitan para garantizar la conservación de este ecosistema a largo plazo. Así mismo, es importante que en futuros proyectos de restauración se tome en cuenta esta compleja red de interacciones, de las cuales dependen muchos organismos.

*“En el mundo de lo microscópico se encuentran muchas veces, las grandes soluciones para mantener vivo al planeta Tierra”*

## Glosario

**Micorrizas:** Asociación, generalmente simbiótica, entre la raíz de una planta y determinados hongos.

**Micelio:** El micelio es el conjunto de filamentos de aspecto algodonoso que forman el cuerpo vegetativo de los hongos. El micelio se encarga de la absorción de nutrientes y agua del sustrato en el que crece el hongo. Además, es

el responsable de la formación de cuerpos fructíferos que contienen las esporas que permiten la reproducción del hongo.

**Lignina:** Compuesto orgánico básico de los tejidos leñosos de las plantas.

## Referencias

Ananda, K. & K. Sridhar. 2002. Diversity of endophytic fungi in the roots of mangrove species on the west coast of India. *Can. J. Microbiol.*, 48: 871–878.

Cardoso, A. 2010. «Microorganisms in Industry and Environmental En: Scientific e Industrial Research to Consumer Products. Cap. Influence of the heavy metals on chitosan production by *Absidia corymbifera* UCP 0134, 176-180.

Herrera Cornejo, C.A. 2005. Población Fúngica Aérea, en zonas boscosas del Parque Nacional Walter Thilo Deiningen La Libertad, El Salvador. [Tesis para optar a la Licenciatura, Universidad de El Salvador]. Recuperado de: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8836/1/19200751.pdf>

Hrudayanath T, Bikash C. Behera y Rashmi R. Mishra. 2013. Papel ecológico y potencial biotecnológico de los hongos de manglar: una revisión, *Micología*, 4: 1, 54-71, DOI: 10.1080/21501203.2013.785448

Hyde KD. 1989. Marine fungi from India-III. *Acrocordiopsis patilii* gen. et sp. novo from mangroves. *Mycotaxon*. 34:535–540

Kathiresan, K. 2003. Polythene and plastic-degrading microbes in a Indian mangrove soil. *Rev. Biol. Trop.*, 51 pag: 629-633.

Kohlmeyer J, Kohlmeyer E. 1979. *Marine mycology. The higher fungi*. New York (NY): Academic press.

Peter, H. 2007. *The Biology of Mangroves and Seagrasses*. New York: Oxford University Press.

Sánchez, R. 2013. «Hongos endófitos: fuente potencial de metabolitos secundarios bioactivos con utilidad en agricultura y medicina. Revista especializada en Ciencias Químico-Biológicas. (16)2. Pág 132-146.

Sosa-Rodríguez T., Sánchez-Nieves J. & Melgarejo LM. 2009. Papel funcional de los hongos en ecosistemas de manglar. Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. 38(1). Pág 39-57.