

HONGOS ENDÓFITOS: LOS ALIADOS OCULTOS DE LAS PLANTAS

¹María Isabel Méndez - Solórzano, ²Yurixhi Maldonado - López,
¹Pablo Cuevas - Reyes.

¹Laboratorio de Ecología de Interacciones Bióticas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

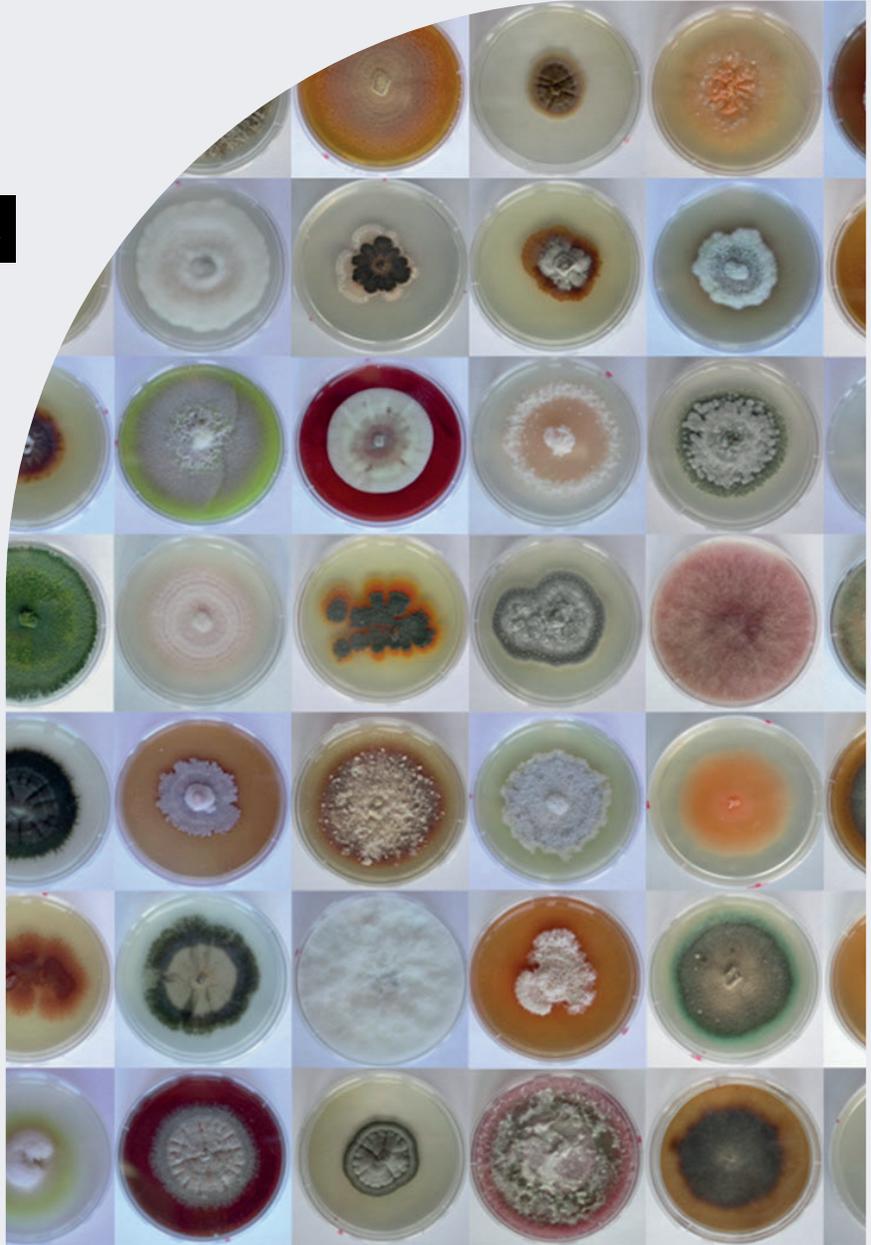
²Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Contacto: isabel.mendez.solorzano@umich.mx

HONGOS ENDÓFITOS: LOS ALIADOS OCULTOS DE LAS PLANTAS

Los hongos endófitos desempeñan un papel crucial en los ecosistemas al establecer una relación con las plantas, y su uso en la agricultura promueve prácticas más sustentables, al reducir el uso de pesticidas y fertilizantes. La investigación y aplicación de estos hongos abrirá nuevos caminos tanto en la agricultura sostenible como en la conservación de la biodiversidad.

Palabras clave: endófitos, plantas, simbiosis



ALIADOS OCULTOS

En la inmensa biodiversidad, donde la vida puede encontrarse en una asombrosa variedad de formas, hay seres diminutos que, a pesar de pasar desapercibidos ante nuestros ojos, desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas, como son los **hongos endófitos** (Fig. 1). Estos organismos son aliados ocultos de las plantas, que colonizan espacios entre células, tejidos o incluso entre órganos como raíces, tallos, hojas o semillas. Los hongos endófitos mantienen una relación simbiótica (relación que beneficia a ambos organismos), que les brinda beneficios para su crecimiento y supervivencia, donde los hongos obtienen refugio y nutrientes de la planta, mientras que la planta recibe una variedad de beneficios [1, 2].

HONGOS ENDÓFITOS AYUDANDO A SUS PLANTAS HOSPEDERAS



Figura 1. Hongo endófito aislado de encino (*Quercus*) visto al microscopio (100x). Autoría propia.

Una de las más grandes contribuciones de estos hongos es la resistencia que brindan a las plantas frente a distintas amenazas [2]. Por ejemplo, los hongos endófitos producen compuestos químicos que hacen más resistentes a las plantas frente a las enfermedades infecciosas, como el género *Trichoderma*, que inhibe el crecimiento de patógenos en el tomate (*Solanum Lycopersicum*). Además, los hongos endófitos en condiciones adversas como sequía o acumulación excesiva de sales en el suelo brindan protección a las plantas. Por ejemplo, el género *Trichoderma* produce enzimas capaces de reducir el estrés por alta salinidad y sequía en plantas de haba, jitomate, alfalfa y mostaza china [3].

Estas relaciones simbióticas son especialmente relevantes en la agricultura, donde el uso de hongos endófitos reduce el uso de pesticidas y fertilizantes químicos. Por ejemplo, la aplicación mediante aspersión de *Trichoderma atroviride* en plantas, protege pequeñas fisuras o heridas, ya que al penetrar a la planta puede combatir a los patógenos presentes como *Botrytis* y *Cylindrocarpon*, causantes de enfermedades como el moho gris [4]. De igual manera, se ha descubierto que algunos hongos endófitos tienen la capacidad de descomponer contaminantes presentes en el suelo, como *Metarhizium robertsii* que puede reducir la presencia de mercurio en raíces de plantas y en cuerpos de agua [5].

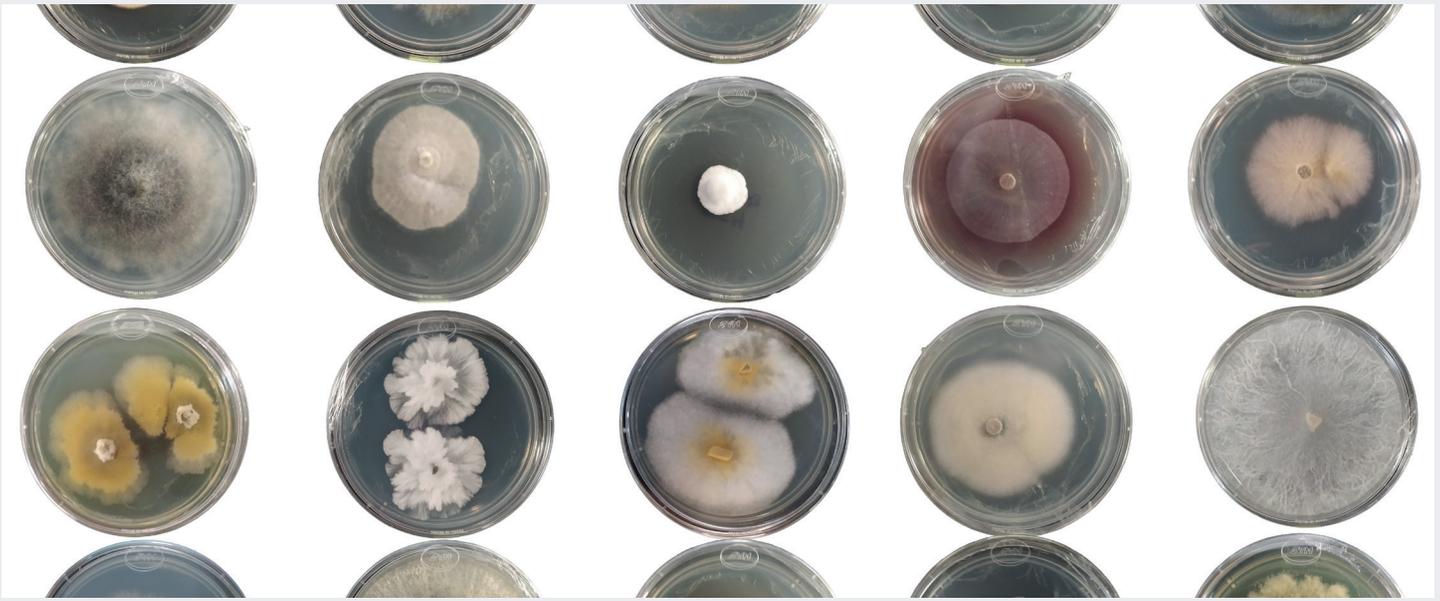


Figura 2: Cepas de hongos endófitos aislados de Quercus castanea y Quercus obtusata del estado de Michoacán. Autoría propia.

Estos hongos también estimulan el crecimiento al producir hormonas de crecimiento, como *Trichoderma harzianum*, el cual secreta auxinas (hormonas de crecimiento) que incrementan el desarrollo de las raíces. Así mismo, liberan enzimas que descomponen la materia orgánica del suelo, facilitando el acceso de la planta a los nutrientes esenciales y promoviendo un crecimiento saludable y sostenible en la agricultura [4]. Esto no solo permite aumentar los rendimientos en el campo, sino que también reduce la dependencia de los agroquímicos.

DIVERSIDAD DE HONGOS ENDÓFITOS

A medida que se avanza en el estudio de los hongos endófitos, se muestra evidencia de la asombrosa diversidad que albergan (Fig. 2). Se estima que existen millones de especies de hongos endófitos, de los cuales, un gran porcentaje no han sido descritas ni nombradas aún. Cada planta alberga una comunidad única de hongos endófitos, los cuales pasan desapercibidos al ojo humano. Su composición depende de la especie de planta, sus etapas de desarrollo, de las interacciones biológicas con otros organismos como bacterias, otros hongos y el entorno. Esta diversidad representa una fuente inagotable de posibilidades para la exploración de nuevas aplicaciones biotecnológicas como control biológico o biofertilizantes [7].

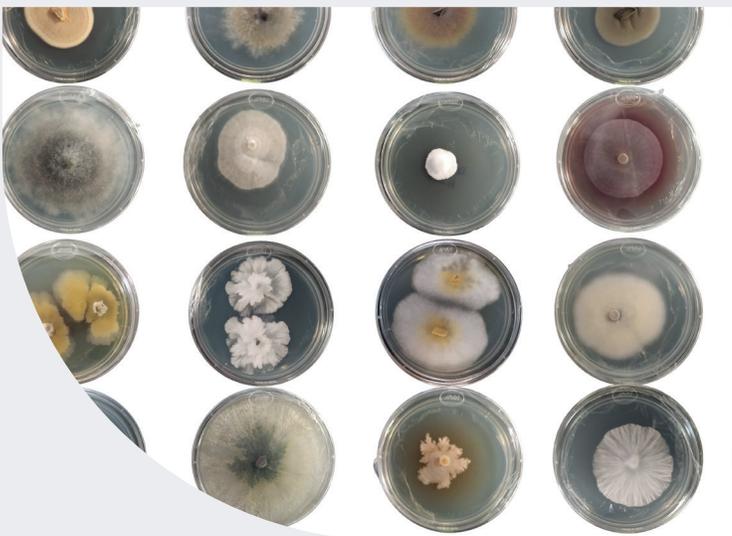




Figura 3. Hojas de Quercus castanea con lesiones causadas por el hongo endófito *Diplodia corticola*, aislado en laboratorio. Autoría propia.

HONGO ENDÓFITO: ¿UNA AMENAZA PARA LAS PLANTAS?

En situaciones de estrés o desequilibrio, algunos hongos endófitos pueden perder su estado de simbiosis y volverse patógenos. Por ejemplo, algunos de los daños más comunes presentados en el aguacate son la pudrición de raíces ocasionada por el hongo *Phytophthora cinnamomi*, y la marchitez causada por *Verticillium sp.* Otros hongos son responsables de enfermedades como la roña (*Sphaceloma perseae*), la antracnosis de fruto (*Glomerella cingulata*) y la aparición de manchas en la hoja y el fruto (*Pseudocercospora purpurea*) [8]. Todos estos hongos causan daños visibles a la planta hospedadora (Fig. 3), como pudrición de las ramas y del fruto, llegando incluso a provocar la muerte de la planta.

PERO... ¿QUÉ PROVOCA QUE UN HONGO SIMBIONTE SE COMPORTE COMO PATÓGENO?

No todos los hongos endófitos tienen el potencial de volverse patógenos y la transición de un hongo simbiote a patógeno es un proceso gradual y complejo. Los cambios en el ambiente, como el aumento de temperatura y humedad, pueden alterar su relación simbiótica con los hongos endófitos, llevándolos a actuar como patógenos. Por ejemplo, el hongo *Diplodia mutila*, que normalmente coexiste de manera inofensiva en la palma barrigona (*Iriarteia deltoidea*), se vuelve patógeno si aumentas la intensidad de luz, causando la muerte celular en los sitios de infección de la planta [6].

Otro factor es el cambio en el sistema inmune o en la composición química de la planta; como el hongo *Epichloë festucae*, que normalmente es benéfico para especies de pastos, pero puede volverse dañino si la planta produce más compuestos fenólicos de lo normal. Incluso, cuando un hongo endófito cambia de una especie de planta hospedera a otra especie de planta, puede convertirse en patógeno, como es el caso de *Fusarium oxysporum*, que es simbiote en girasoles, pero perjudicial en ciertas variedades de tomate. Finalmente, la presencia de otros organismos como bacterias en la misma planta influyen la relación entre el hongo endófito y su hospedador. Por ejemplo, el hongo endófito *Beauveria bassiana* induce la resistencia del limón (*Citrus limon*) a la chinche asiática de los cítricos (*Diaphorina citri*) [9].

CONCLUSIÓN

Aunque los hongos endófitos desempeñan un papel crucial en los ecosistemas, su estudio y aplicación práctica aún se encuentran en una etapa temprana. Los científicos continúan investigando y descubriendo nuevas especies, descubriendo los mecanismos de su relación simbiótica con las plantas y explorando sus aplicaciones potenciales en la agricultura, la medicina y otras áreas. El conocimiento que adquirimos sobre estos aliados ocultos de las plantas nos brinda la oportunidad de aprovechar su potencial de manera responsable y sostenible. A través de su relación simbiótica, fortalecen la resistencia de las plantas, estimulan su crecimiento, su desarrollo, y ofrecen un tesoro de compuestos bioactivos con propiedades medicinales. Su importancia en los ecosistemas y su potencial en diversas aplicaciones hacen de los hongos endófitos un fascinante objeto de estudio. Al comprender mejor esta relación simbiótica, podemos aprovechar el poder de estos pequeños organismos para promover una agricultura más sostenible, desarrollar nuevos tratamientos médicos y conservar la biodiversidad de nuestro planeta. Los hongos endófitos nos recuerdan la increíble complejidad y la interconexión de la naturaleza, invitándonos a explorar y apreciar la vida microscópica que sustenta nuestra existencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Garay Serrano, E., Cruz Esteban S., & Castro Jiménez A.M.J. (2024, 08 de abril) Los hongos invisibles en las plantas. INECOL. <http://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/component/content/article/17-ciencia-hoy/1476-los-hongos-invisibles-en-las-plantas>
2. Sánchez-Fernández, R.E., Sánchez-Ortiz, B.L., Sandoval-Espinosa, Y.K., Ulloa-Benítez, Á., Armendáriz-Guillén, B., García-Méndez M.C., & Macías-Rubalcava M.L., (2013). Hongos endófitos: fuente potencial de metabolitos secundarios bioactivos con utilidad en agricultura y medicina. *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* 16(2): pp. 132-146.
3. Mollaei, S., Khanehbarndaz, O., Garami-Khashal, Z., & Ebadi, M. (2019). Molecular identification and phytochemical screening of endophytic fungi isolated from *Lithospermum officinale* L. roots: A new source of shikonin. *Phytochemistry*, 168: pp. 112-116. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2019.112116>.
4. Stracquadanio, C., Quiles, J. M., Meca, G., & Cacciola, S. O. (2020). Antifungal activity of bioactive metabolites produced by *Trichoderma asperellum* and *Trichoderma atroviride* in liquid medium. *Journal of Fungi*, 6(4): pp. 263-281. <https://doi.org/10.3390/jof6040263>.
5. Liao, X., Lovett, B., Fang, W., & St Leger, R. J. (2017). *Metarhizium robertsii* produces indole-3-acetic acid, which promotes root growth in *Arabidopsis* and enhances virulence to insects. *Microbiology*, 163(7): pp. 980-991. <https://doi.org/10.1099/mic.0.000494>.
6. Mahamedi, A. E., Phillips, A. J., Lopes, A., Djellid, Y., Arkam, M., Eichmeier, A., ... & Berraf-Tebbal, A. (2020). Diversity, distribution and host association of Botryosphaeriaceae

species causing oak decline across different forest ecosystems in Algeria. *European Journal of Plant Pathology*, 158: pp. 745-765. <https://doi.org/10.1007/s10658-020-02116-4>

7. Rana, K.L., Kour, D., Sheikh, I., Yadav, N., Yadav, A.N., Kumar, V., Singh, B.P., Dhaliwal, H.S. & Saxena, A.K., (2019). Biodiversity of Endophytic Fungi from Diverse Niches and Their Biotechnological Applications. *Fungal Biology*, 6: pp. 105–144. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03589-1_6
8. Shetty, K. G., Rivadeneira, D. V., Jayachandran, K., & Walker, D. M. (2016). Isolation and molecular characterization of the fungal endophytic microbiome from conventionally and organically grown avocado trees in South Florida. *Mycological progress*, 15: pp. 977-986. <https://doi.org/10.1007/s11557-016-1219-3>.
9. Greenfield, M., Gómez-Jiménez, M. I., Ortiz, V., Vega, F. E., Kramer, M., & Parsa, S. (2016). *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* endophytically colonize cassava roots following soil drench inoculation. *Biological Control*, 95: pp. 40-48. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.01.002>