

Durmiendo con el enemigo: los hongos micoparásitos en México

Sleeping with the enemy: the mycoparasitic fungi of Mexico

Rosario Medel-Ortiz¹ and Ma. Emilia Belingheri Lagunes²

¹ Centro de Investigación en Micología Aplicada. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

² Doctorado en Micología Aplicada. Centro de Investigación en Micología Aplicada. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México

E-mail: romedel@uv.mx

Received: 28 November 2023

Accepted for publication: 30 November 2023

Published: 8 December 2023

Editor: Nataly Gómez-Montoya

Resumen: En la naturaleza existen diversas asociaciones biológicas. Los hongos que crecen sobre hongos llamados también micoparásitos son un ejemplo de una interacción biológica llamada parasitismo. Esta asociación tiene varios usos potenciales ya que estos hongos degradan las paredes de los hongos, formadas de quitina y por esta razón pueden controlar otros hongos que causen enfermedades, especialmente se utilizan como controladores de hongos fitopatógenos en cultivos. Además, algunos de estos hongos son comestibles y objeto de venta en los mercados de México. En México se conocen 20 especies de hongos micoparásitos

Abstract: A variety of biological associations exist in nature. Fungi growing on fungi, also called mycoparasites, are an example of a biological interaction called parasitism. This association has several potential uses as these fungi degrade the fungal walls, which are made of chitin and for this reason can control other disease-causing fungi and are especially used as controllers of phytopathogenic fungi in crops. In addition, some of these fungi are edible and sold in Mexican markets. In Mexico, 20 species of mycoparasitic fungi are known.

Palabras clave: degradación, interacciones, hongos comestibles quitina, quitinasa.

Keywords: degradation, interactions, edible fungi, chitin, chitinase.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

En la naturaleza existen diversas asociaciones biológicas que pueden ser positivas, negativas o neutras. Ningún organismo se escapa de formar estas asociaciones y los hongos no son la excepción. Los hongos tienen tres formas principales de nutrirse: como saprobios creciendo sobre cualquier sustrato que le provea una fuente de alimento; asociados de manera positiva a otro organismo llamada mutualismo y creciendo sobre otro organismo, obteniendo nutrientes y mayor ventaja para el hongo que saca ventaja de algún tipo o se alimenta del hospedero, esta última se llama parasitismo.

También los hongos pueden crecer en una gran variedad de sustratos como microorganismos, plantas, animales, e incluso sobre otros hongos. En México, se han realizado algunos estudios sobre estos

últimos hongos y a la fecha se han citado aproximadamente 20 especies de hongos micoparásitos creciendo sobre aproximadamente en 15 géneros y 16 especies. (Tabla 1).

Tabla 1. Especies de hongos micoparásitos conocidos de México.

| Especie | Hospedero | Fuente* |
|-----------------------------------|---|----------------|
| <i>Acremonium byssoides</i> | <i>Hemileia vastatrix</i> | 3 |
| <i>Akanthomyces lecanii</i> | <i>Hemileia vastatrix</i> | 3 |
| <i>Calcarisporium ovalisporum</i> | <i>Hemileia vastatrix</i> | 3 |
| <i>C. arbuscula</i> | <i>Hemileia vastatrix</i> | 3 |
| <i>Cladobotryum mycophilum</i> | <i>Pleurotus ostreatus</i> | 2 |
| <i>Fusarium pallidoroseum</i> | <i>Hemileia vastatrix</i> | 3 |
| <i>Hypomyces hyalina</i> | <i>Amanita rubescens</i> | 2 |
| <i>H. lactifluorum</i> | <i>Russula delica</i> , <i>Lactarius deliciosus</i> , <i>L. salmonicolor</i> | 1 |
| <i>H. lateritius</i> | <i>L. aff. quietus</i> | 1 |
| <i>H. luteovirens</i> | <i>Russula</i> sp. | 1 |
| <i>H. macrosporus</i> | <i>R. delica</i> , <i>L. indigo</i> , <i>L. salmonicolor</i> | 1, 2 |
| <i>H. rosellus</i> | <i>Lopharia cinerascens</i> | 1 |
| <i>H. chrysospermus</i> | <i>Boletus</i> sp. | 1 |
| <i>Mycogone perniciosus</i> | <i>Hygrophorus</i> sp., <i>Amanita</i> <i>pantherina</i> , <i>Amanita</i> sp. | 2 |
| <i>Sepedonium ampullosporum</i> | <i>Boletellus chrysenteroides</i> , <i>Boletus</i> sp., <i>Leccinum</i> sp., <i>Xerocomus</i> sp. | 2 |
| <i>Sepedonium ampullosporum</i> | <i>Boletellus chrysenteroides</i> , <i>Leccinum</i> sp., <i>Xerocomellus chrysenteron</i> , <i>Xerocomus</i> sp., | 2 |
| <i>Sporothrix guttuliformis</i> | <i>Hemileia vastatrix</i> | 3 |
| <i>Streptomyces</i> sp. | <i>Inocybe calamistrata</i> | 2 |
| <i>Syzygistes megalocarpus</i> | <i>Austroboletus</i> sp | 6 |
| <i>Unguiculariopsis ravenelii</i> | <i>Rhytidhysterion rufulum</i> | 5 |
| <i>Valetoniella pauciornata</i> | <i>Bionectria grammicospora</i> | 4 |

* Citas en orden cronológico. 1: Pérez-Silva et al. 1982. 2: Pérez Silva y Bárcenas Guevara 1999. 3: Carrión y Rico Gray 2002. 4: Raymundo et al. 2017. 5: Raymundo et al. 2020. 6. Este trabajo.

¿Cómo comen los micoparásitos?

Para obtener los nutrientes, los hongos se alimentan por medio de enzimas que son sustancias que producen cambios químicos específicos. En el caso de los micoparásitos la enzima involucrada se llama quitinasa, la cual actúa como una tijera cortando la larga cadena de azúcares de la quitina, presente en el otro hongo u hospedero, hasta volver la molécula más y más pequeña (en esta forma se llaman monómeros). Este proceso hace más sencillo para el micoparásito el poder absorber los nutrientes. La quitinasa actúa sobre la quitina la cual le confiere estructura a la pared celular de los hongos. Esta molécula también está presente en los insectos. Este proceso enzimático de degradación de la quitina de las paredes del hongo es lo que los convierte en candidatos a ser controladores biológicos (Fig. 1).

Importancia

Los micoparásitos pueden ser de dos tipos: biotróficos, esto significa que toman sustancias del otro hongo (hospedante) pero no le causan la muerte. La mayoría de los micoparásitos de este tipo son hongos del grupo de los Zygomycota, como el que se muestra en la Figura 2. Los micoparásitos también son necrotrofos, en este caso son parásitos destructivos que matan a su hospedero. Estos hongos en su mayoría son “hongos mitospóricos” o fases asexuales de los Ascomycota. Un ejemplo de estos es el mostrado en la Figura 4. La mayoría de los hongos tienen características y cualidades que pueden ser usadas de diversas maneras, en el caso de los micoparásitos mencionaremos algunas especies representativas y sus usos.

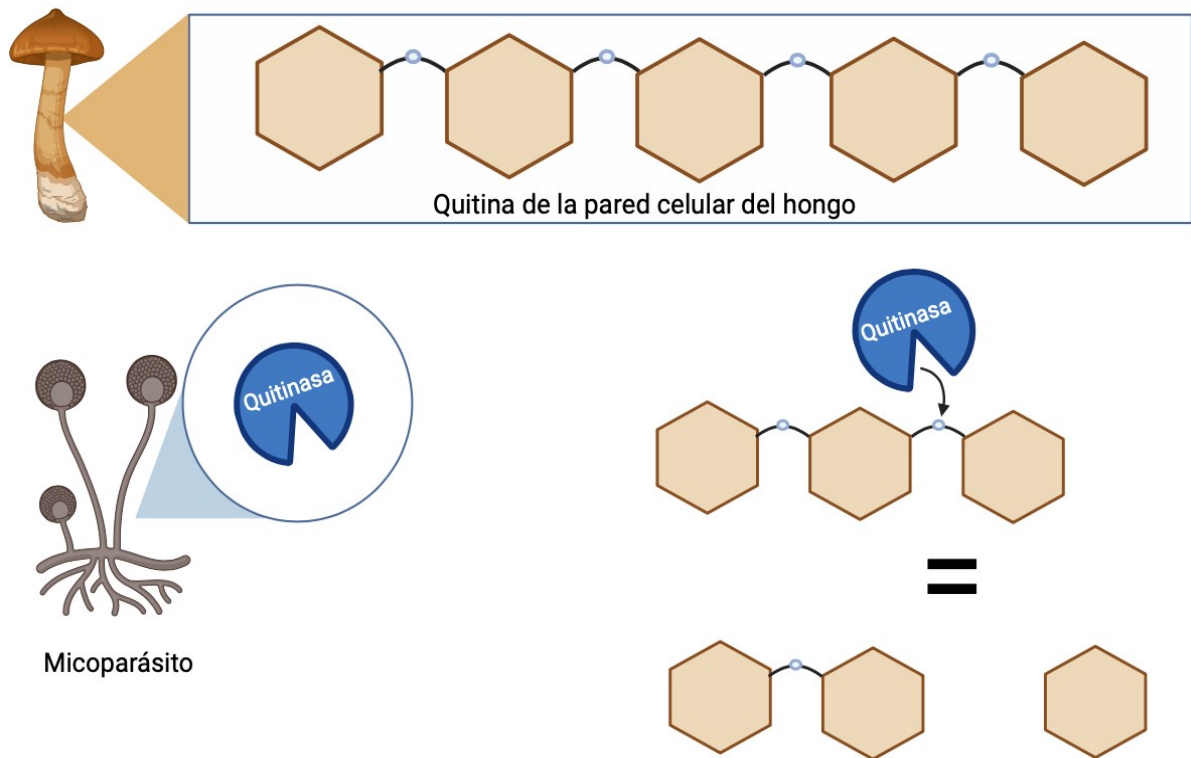


Figura 1. Hidrólisis de la quitina por la enzima quitinasa (Elaboró ME Belingheri).

Syzygites megalocarpus

Este micoparásito crece sobre diversos grupos de hongos como los géneros *Calvatia*, *Leucoagaricus*, *Macrolepiota* y *Boletus* (Kuo 2023). Este es un hongo de un grupo particular llamado zigomicetos, también conocidos como “mohos del azúcar” por ser esos hongos que crecen como si fueran “pelos” en las fresas, frambuesas y demás frutas.

Esta es una especie importante ya que en ella se descubrió la condición sexual llamada homotática, que en palabras simples significa que en el mismo hongo se encuentran las estructuras femeninas y masculinas para reproducirse. Lo anterior fue muy importante descubrirlo sobre todo porque ayudó a entender el ciclo de vida y las diversas formas de reproducción en los hongos (Fig. 2).

Micoparásito comestibles

En los mercados de México, en tiempo de lluvia se vende un hongo que las personas – por lo general mujeres llamadas “hongueras” – se dedican a recolectar en el bosque para venta. Tanto las vendedoras como los compradores llaman “trompa enchilada” a un hongo llamado científicamente *Russula brevipes*, el cual se encuentra parasitado por otro hongo de nombre *Hypomyces lactifluorum*, que le confiere un llamativo color naranja rojizo, de ahí el nombre con el cual se conoce. Esta especie se vende en los mercados de México y se cocina en “chileatole” un caldo sazonado con especias y chile (Fig. 3).



Figura 2. *Syzygites megalocarpus*. Basidioma de un miembro de la familia Boletaceae, parasitado por este micoparásito en el bosque mesófilo de Veracruz México. Notese (arriba) lo abundante del micoparásito en el sombrero del hongo (Foto R. Medel).

Control biológico

Los hongos micoparásitos pueden ser una alternativa para controlar hongos parásitos de las plantas. Un ejemplo de ello son las especies del género *Trichoderma* y *Clonostachys* las cuales son ampliamente utilizada en la agricultura para proteger a las plantas de otros hongos que puedan causar enfermedades (Brotman et al. 2010). Una de las formas en cómo actúan, es micoparasitando. Primero, por medio de señales químicas el micoparásito encuentra al hospedero; después, el micoparásito enrolla a la hifa del hospedero y secreta las quitinasas que les permiten romper y entrar por la pared celular del hongo y alimentarse de él (Mukherjee et al. 2022).

Para estudiar estos mecanismos, se realizan experimentos en el laboratorio. Uno de ellos es poner el hongo micoparásito a crecer en una caja Petri con un medio nutritivo. En un extremo se coloca el micoparásito y en el otro extremo un hongo patógeno. Este experimento, llamado comúnmente confrontación entre hongos, se deja durante varios días para hasta que el micoparásito ha invadido por completo al otro hongo o cada hongo delimita su espacio (Fig. 4).

Conclusiones

Los hongos micoparásitos son muy importantes en la naturaleza. Regulan a otros hongos y contribuyen a regular el crecimiento de hongos patógenos. El modo mediante el cual invaden a otros hongos es importante para poder utilizarlos como control biológico. Además algunas especies parasitadas son objeto de venta y consumo en México.



Figura 3. *Russula brevipes* parasitada por *Hypomyces lactifluorum*, el hongo parasitado (de color naranja rojizo) es objeto de venta en los mercados de México y los llaman “trompa enchilada” (Foto R. Medel).

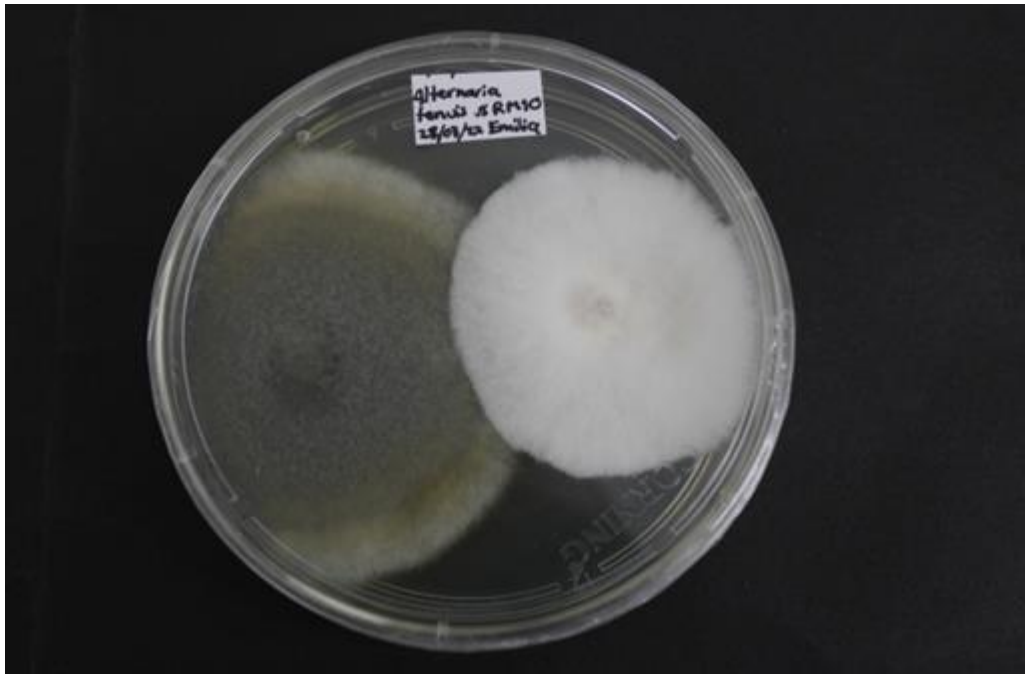


Figura 4. Ejemplo de un experimento de confrontación entre un hongo micoparásito (derecha) y un hongo patógeno (izquierda). Nótese como el micoparásito a iniciado la invasión del patógeno (Foto Aaron Pulido).

Agradecimientos

Al Biól. Aarón Pulido del Laboratorio de Micología Integral del CIMA-Uv, se le agradece por el apoyo en la edición de fotografías.

Referencias

- Brotman Y, Kapuganti JG, Viterbo A. 2010. *Trichoderma*. *Curr. Biol.* 20: R390–R391.
- Carrión G, Rico-Gray V. 2002. Mycoparasites on the coffee rust in Mexico. *Fungal Divers.* 11: 49-60.
- Kuo M [Internet]. 2023. Mushroom Expert, Ohio: Michael Kuo; [visitado 26 noviembre 2023]. Disponible en: https://www.mushroomexpert.com/syzygites_megalocarpus.html
- Pérez Silva E, Aguirre E, Herrera T. 1983. Distribución e importancia de algunas especies de *Hypomyces* (Hypocreales) en México. *An Inst Biol Univ Nal Auton México Ser Botánica.* 54: 203-218.
- Pérez Silva E, Bárcenas Guevara E. 1999. Hongos micoparásitos II. Especies del Estado de México. *Ciencia Ergo Sum* 6(3): 285-289.

Raymundo T, Escudero-Leyva E, Soto-Agudelo R, García-Jiménez J, Romero-Bautista L, Valenzuela R. 2017. Nuevos registros de Hypocreales (Sordariomycetes, Ascomycota) del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Alta Hidalguense en México. Acta Bot Mex. 120: 39-57.

Raymundo T, Martínez-Pineda M, Cobos-Villagrán A, Sánchez-Flores M, Valenzuela R. 2020. Primer registro de *Unguiculariopsis ravenelii* (Leotiomycetes, Ascomycota) en México. Acta Bot Mex. 127: 1-8.