

Hongos micorrízico-arbusculares

José Alberto Ramos Zapata / Denis Marrufo Zapata / Patricia Guadarrama Chávez / Lilia Carrillo Sánchez

La micorriza arbuscular es una asociación endosimbiótica, lo que significa que el “hongo” invade el interior de la raíz. El término, que proviene de los vocablos griegos *mike* = hongo y *rrhiza* = raíz (significa literalmente “raíz fúngica”), fue empleado por primera vez por Frank en 1885 (Allen, 1991). Esta asociación se considera un carácter ancestral de las especies vegetales, ya que se han encontrado registros fósiles en plantas del Devónico (460 millones de años aproximadamente). Su presencia fue fundamental en el proceso de colonización del medio terrestre por parte de las plantas.

La micorriza puede ser de tres tipos: ectomicorriza, ectendomicorriza y endomicorriza. En este último se encuentra la más abundante de todas, la micorriza arbuscular, pues se presenta en diferentes biomas y latitudes. Los “hongos” que participan en este tipo de micorriza pertenecen al reino Glomeromycota y son simbioses obligados, lo que significa que requieren una asociación con las raíces de las plantas para completar su ciclo de vida; no así las plantas hospederas que pueden ser obligadas, facultativas o no micorrízicas. Si bien en la actualidad el término más correcto para nombrar a los microorganismos que forman la asociación micorrízico-arbuscular es Glomeromycota, en este ensayo por facilidad seguiremos nombrándolos hongos.

Los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) se clasifican en nueve familias (Cuadro 1). Hasta el momento se han descrito a nivel mundial alrededor de 200 especies (Smith y Read, 1997). No se ha logrado describir un mayor número de especies, ya que al ser simbioses obligados se requiere para su reproducción la presencia de plantas hospederas, pero, con todo, se presume que el número de especies sea mucho mayor.

En el estado de Yucatán se han descrito hasta hoy un total de 26 especies: 18 en sistemas agrícolas con cultivo de maíz y 14 en sistemas naturales. Muchas de las especies son comunes para ambos tipos de sistemas (Cuadro 2, Figura 1).

Cuadro 1. Clasificación actual de los hongos formadores de micorrizas arbusculares.

Phylum: Glomeromycota Clase: Glomeromycetes		
Orden	Familia	Género
Glomerales	Glomeraceae	<i>Glomus</i>
Diversisporales	Gigasporaceae	<i>Gigaspora</i> , <i>Scutellospora</i>
	Acaulosporaceae	<i>Acaulospora</i> , <i>Kuklospora</i>
	Entrophosporaceae	<i>Entrophospora</i>
	Pacisporaceae	<i>Pacispora</i>
Paraglomerales	Diversisporaceae	<i>Diversispora</i>
	Paraglomeraceae	<i>Paraglomus</i>
Archaeosporales	Geosiphonaceae	<i>Geosiphon</i>
	Archaeosporaceae	<i>Archaeospora</i> , <i>Intraspora</i>

Fuente: Realizado a partir de Schüßler y otros, 2001.

Cuadro 2. Diversidad de HMA en comunidades naturales y agroecosistemas de Yucatán.

	Comunidad Vegetal			
	Duna costera	Petén	Tasistal	Sistema agrícola
Especies de plantas micorrizadas	21	9	1	8
Especies de HMA				
*Glomeraceae	9	9	10	12
*Gigasporaceae	2	1	0	1
*Acaulosporaceae	3	4	2	5
Total	14	14	12	18

* Familia a la que pertenecen las especies de HMA.

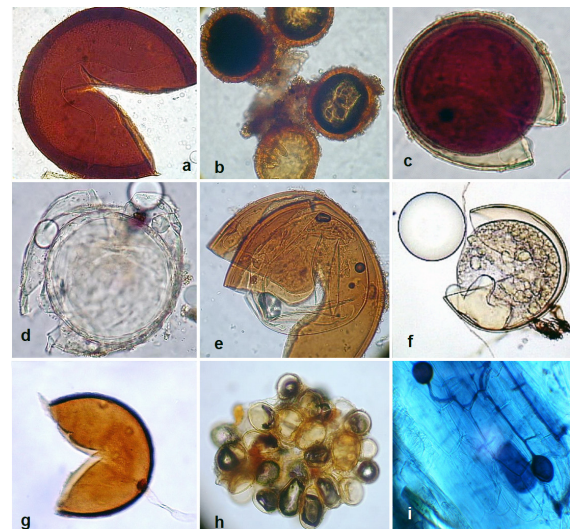


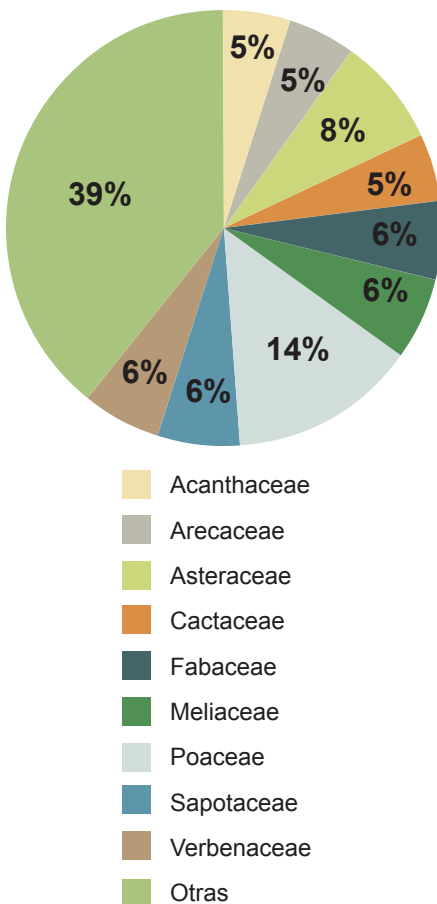
Figura 1. Esporas de algunas especies de HMA: a) *Glomus mosseae* (SA, DC, T). b) *Glomus aggregatum* (SA, T). c) *Acaulospora delicata* (SA). d) *Acaulospora undulata* (P, SA). e) *Acaulospora laevis* (SA, P). f) *Gigaspora* sp.1 (DC, T). g) *Gigaspora* sp.2 (DC). h) *Sclerocystis* sp. (T). i) raíz de la palmera *Acoelorrhaphes wrighii* colonizada por HMA. (Fotos: D. Marrufo, J. A. Ramos) SA=Sistema agrícola. DC=Duna costera. T=Tasistal. P=Petén.

Cuadro 3. Especies de plantas asociadas con hongos micorrizógenos arbusculares en las comunidades vegetales.

Familia	Nombre científico	Comunidad vegetal
Acanthaceae	<i>Ambrosia hispida</i>	DC
	<i>Ruellia nudiflora</i>	DC SA
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	DC
Amaranthaceae	<i>Amaranthus greggii</i>	DC
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	DC P
	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	T
Asteraceae	<i>Parthenium hysterophorus</i>	SA
	<i>Sanvitalia procumbens</i>	SA
	<i>Bidens pilosa</i>	DC SA
Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	DC
Brassicaceae	<i>Cakile edentula</i>	DC
Cactaceae	<i>Mammillaria gaumeri</i>	DC
	<i>Pterocereus gaumeri</i>	DC
Capparidaceae	<i>Capparis incana</i>	DC
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	P
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	DC
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia buxifolia</i>	DC
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	DC
	<i>Pithecellobium keyense</i>	DC
Goodenaceae	<i>Scaevola plumierii</i>	DC
Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	SA
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	DC P
	<i>Trichilia hirta</i>	DC P
Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	DC P
Poaceae	<i>Digitaria insularis</i>	SA
	<i>Zea mays</i>	SA
Sapindaceae	<i>Cenchrus equinatus</i>	DC
	<i>Distichlis spicata</i>	DC
	<i>Sporobolus virginicus</i>	DC
Sapindaceae	<i>Talisia olivaeformis</i>	P
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	P
Simarubaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	DC
	<i>Suriana maritima</i>	DC
Verbenaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	P
	<i>Priva lappulacea</i>	SA

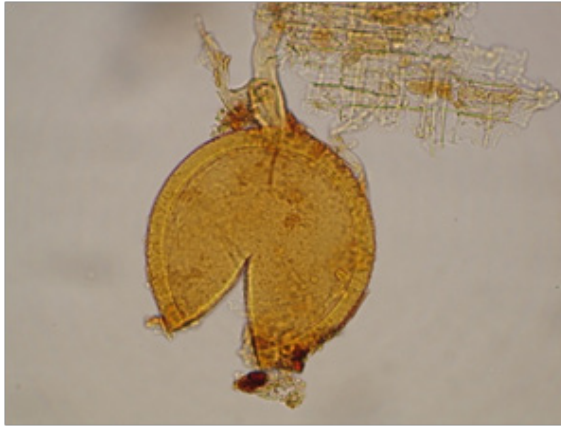
Esta asociación se encuentra presente en casi todas las comunidades vegetales, debido a que se relaciona con la mayoría de las plantas. Existen familias, sin embargo, que presentan miembros que no forman simbiosis con estos hongos, como son las familias Cyperaceae, Chenopodiaceae y Amaranthaceae (Smith y Read, 1997). En Yucatán se presenta esta asociación en plantas distribuidas tanto en sistemas agrícolas (monocultivo de maíz y policultivos de maíz-chile-calabaza), como en sistemas naturales (vegetación de duna costera, petenes y tasistales) Se han analizado 36 especies de plantas, pertenecientes a 23 familias (Figura 2, Cuadro 3).

Figura 2. Familias de plantas con especies asociadas a hongos micorrizógenos arbusculares.



En "Otras" se incluyen 14 familias representadas por una sola especie.

SA= Sistema Agrícola. DC=Duna Costera. T=Tasistal. P=Petén.



Gigaspora sp. / *Glomus fasciculatum* en mangle botoncillo. (Fotos: D. Marrufo)

Se ha evidenciado que las plantas asociadas a estos hongos formadores de micorrizas (micorrizógenos) tienen ciertas ventajas: una mayor y más eficiente captación de nutrimentos; protección contra patógenos de plantas o contra la falta o exceso de agua; y resistencia a metales pesados y contaminantes ambientales, lo cual repercute en un mayor crecimiento y reproducción. Por otro lado, el hongo (organismo heterótrofo), al asociarse con una especie vegetal, obtiene un ambiente libre de competencia (en el interior de las raíces) y alimento por medio de los azúcares producidos por la planta durante la fotosíntesis.

Desde el punto de vista ecológico, el papel de los HMA es fundamental para el funcionamiento de los ecosistemas debido a que promueve un reciclamiento eficiente de la energía y, por lo tanto, influye en el mantenimiento de la diversidad vegetal al evitar la competencia por recursos. Desde el punto de vista económico, las plantas, al asociarse con los HMA, adquieren ventajas para un establecimiento exitoso, mayor supervivencia y aumento en la producción, lo cual es de gran importancia sobre todo en cultivos de productos básicos para la alimentación. En Yucatán se ha demostrado que plantas de maíz se asocian con estos hongos, por lo que el estudio de esta asociación, su efecto en la productividad y su uso como biofertilizante en los cultivos, es de gran importancia para lograr una agricultura sustentable en la entidad.

Es difícil determinar el estado de conservación de los hongos micorrizógenos, pues en este trabajo se presentan apenas los primeros reportes.

Empero, según diversos estudios, la destrucción de la comunidad vegetal por perturbaciones naturales o antropogénicas puede provocar la eliminación de microorganismos (incluyendo los hongos micorrizógenos arbusculares). Los primeros reportes indican que en la comunidad de duna costera, el grado de perturbación influye sobre la densidad de esporas de HMA. Mientras que en los sistemas agrícolas estudiados del estado, se ha comprobado que la aplicación de herbicidas produce una disminución en la capacidad de colonización de las raíces por parte de estos hongos.

Las perturbaciones, de cualquier índole, causadas en las comunidades vegetales naturales, indudablemente son una causa de amenaza para la comunidad nativa de hongos micorrizógenos arbusculares. En tanto que la utilización de insumos químicos en la producción agrícola es uno de los principales riesgos de eliminación de los hongos micorrizógenos arbusculares en estos sistemas, así como el uso de inoculantes exóticos que pueden no ser eficientes para asociarse con las plantas de los cultivos locales, y quizás signifiquen competencia para los hongos micorrizógenos arbusculares nativos.

La conservación de la asociación micorrícica arbuscular requiere el mantenimiento de los componentes involucrados: suelo, plantas y hongos micorrizógenos arbusculares. El primer paso para su conservación es su conocimiento y valoración. En el caso de las zonas agrícolas, la comunidad fúngica y su asociación con plantas requieren el uso de inoculantes nativos, los cuales funcionan como biofertilizantes y pueden prepararse en forma sencilla; mientras que en comunidades naturales es necesaria la conservación de la cubierta vegetal.