



Presencia de hongos micorrizógenos arbusculares en algunas áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Cuba

Presence of arbuscular mycorrhizal fungi in some areas of the National System of Protected Areas of Cuba

¹Juan F. Ley Rivas^{1*}, ²María Antonia Castañeira Colomé², ³Rosmery Hernández Prado³,
¹Yamir Torres Arias¹, ¹Yosvany Gutiérrez Coronill¹, ¹Carlos Massia Méndez¹, ¹Esther Collazo Albernas¹

RESUMEN

¹Instituto de Ecología y Sistemática (IES), Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), La Habana, Cuba.

²Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP), Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), La Habana, Cuba.

³Centro de investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC), Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), México.

*Correspondencia: jley1005@gmail.com

Recibido: 15 de julio de 2024

Aceptado: 06 de septiembre de 2024

CONFLICTO DE INTERESES: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES: JFLR y MACC: conceptualización, validación, análisis formal, investigación, recursos y redacción del borrador original. RHP, YTA, YGC y CMM: investigación, curación de datos y visualización. Todos los autores participaron en la revisión y edición final del documento.



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons



<https://cu-id.com/2402/v223e10>

En el plan del sistema de áreas protegidas de Cuba se han realizado estudios de vacío de numerosas especies y ecosistemas, sin embargo, nunca se ha ejecutado un análisis de representatividad de especies de micorrizas. Esto a conllevado a que, en los planes de manejo de las áreas, no se indique la presencia de dichas especies por desconocimiento. El objetivo del trabajo fue realizar por primera vez el análisis de presencia de especies de hongos micorrizógenos arbusculares. Existen 92 especies identificadas en Cuba que representan el 27.8% del total reportado mundialmente. Las especies identificadas están distribuidas en 27 localidades, de las cuales seis son áreas protegidas con ecosistemas que difieren en sus características (Refugio de Vida Silvestre San Ubaldo- Sabanalamar, Áreas Protegidas de Recursos Manejados Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario y Península de Zapata, Reserva Natural Las Peladas y las Reservas Ecológicas El Salón y Los Indios) y albergan a 63 especies de hongos micorrizógenos arbusculares para un 68.5% del total identificado en el país. En una sola área protegida se encuentran localizadas 28 especies (44.4%) y en más de un área protegida 35 especies (55.6%). La ausencia de información sobre su presencia hace que no cuenten con programas de manejo para su conservación dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

Palabras clave: hongos micorrizógenos arbusculares, planes de manejo, Sistema Nacional de Áreas Protegidas

ABSTRACT

In the Cuban protected areas system plan, gap studies have been carried out on numerous species and ecosystems, however, an analysis of the representativeness of mycorrhizal species has never been carried out. This has led to the fact that, in the management plans of the areas, the presence of these species is not indicated due to lack of knowledge. The objective of the work was to carry out for the first time the analysis of the presence of species of arbuscular mycorrhizal fungi. There are 92 species identified in Cuba, which represent 27.8% of the total reported worldwide. The identified species are distributed in 27 locations, six of which are protected areas with ecosystems that differ in their characteristics (San Ubaldo-Sabanalamar Wildlife Refuge, Protected Areas of Managed Resources Sierra del Rosario Biosphere Reserve and Zapata Peninsula, Las Peladas Natural Reserve and the El Salón and Los Indios Ecological Reserves) and are home to 63 species of arbuscular mycorrhizal fungi, representing 68.5% of the total identified in the country. In a single protected area, 28 species (44.4%) are located, and in more than one protected area, 35 species (55.6%). The lack of information on their presence means that they do not have management programs for their conservation within the National System of Protected Areas.

Keywords: arbuscular mycorrhizal fungi, management plans, National System of Protected Areas

INTRODUCCIÓN

El funcionamiento adecuado y salud de los ecosistemas depende del estado de conservación de todos sus componentes bióticos y abióticos y la interacción entre los mismos de forma armónica y sostenible garantizando los servicios que brindan. En la diversidad de componentes bióticos que contribuyen de forma positiva en el estado de los ecosistemas se encuentran los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA). Los HMA son microorganismos que establecen simbiosis mutualistas con las raíces de más del 80% de las plantas (Brundrett, 2009); incrementan el área de absorción de la raíz hasta 100 veces (Smith y Read, 1997) proporcionándole a las plantas una mejor nutrición, comunicación entre las plantas a través de la red hifal que se forma debajo en el suelo, incremento en la resistencia a la sequía (Osonobi *et al.*, 1992) y el mantenimiento y mejoramiento del suelo con la formación de conglomerados que actúan evitando la erosión y favoreciendo la retención de agua y de nutrientes. También intervienen de forma importante en el proceso que protege a las plantas contra los patógenos (Carreón *et al.*, 2008).

El Sistema Nacional de áreas protegidas de Cuba (SNAP) está constituido por 231 áreas, 4 Reservas Naturales (RN), 14 Parques Nacionales (PN), 34 Reservas Ecológicas (RE), 39 Elementos Naturales Destacados (END), 93 Refugios de Vida Silvestre (RVS), 28 Paisajes Naturales Protegidos (PNP) y 19 Áreas protegidas de recursos manejados (APRM). De ellas 144 declaradas por el Consejo de Ministros siendo de significación nacional y considerándose Patrimonio Natural de la Nación (Artículo 37. Sección Tercera de la declaración de las áreas protegidas. Decreto Ley No. 83. 2024).

Cada 5 años se elabora el Plan del SNAP que constituye la estrategia general de implementación del SNAP. Este plan sirve de marco de referencia, para el desarrollo de los Planes de Sistemas Provinciales y Planes de Manejo de las Áreas Protegidas (AP). En el mismo se definen actividades para representar y proteger los valores más significativos de la biodiversidad y elementos culturales asociados y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos dentro del SNAP.

En dicho plan, se han realizado estudios de vacío de numerosas especies y ecosistemas, sin embargo,

nunca se ha ejecutado un análisis de representatividad de especies de micorrizas. Esto a conllevado a que, en los planes de manejo de las áreas, no se indique la presencia de dichas especies por desconocimiento. El objetivo del trabajo es realizar por primera vez el análisis de presencia de HMA en el sistema nacional de áreas protegidas de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente estudio se utilizó las bases de datos de especies de hongos micorrizógenos arbusculares creadas en el laboratorio por investigadores y actualizadas hasta el 2023 mediante la revisión de las publicaciones e informes científicos generados como resultados de los diferentes proyectos de investigación, donde el Instituto de Ecología y Sistemática se destaca y lidera en estos estudios. También se revisaron las páginas web [Indexfungorum](https://www.indexfungorum.org/names/Names.asp) (<https://www.indexfungorum.org/names/Names.asp>), [GBIF](https://www.gbif.org/es/) (<https://www.gbif.org/es/>) y [Hongos de Cuba](http://www.cybertruffle.org.uk/cubafung/esp/) (<http://www.cybertruffle.org.uk/cubafung/esp/>).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis sobre la presencia en el SNAP de las especies de HMA identificados en Cuba, muestra como resultado 63 especies de HMA (68.5% del total en el país) distribuidas en 27 localidades, de las cuales seis son áreas protegidas (Tabla 1). Dichas especies están presentes además en ecosistemas que difieren en sus características: arenas blancas, bosques semicaducifolios, siempreverde, micrófilo, semidecuido periódicamente inundado y suelos ferralíticos rojo.

Según reportes de Wijayawardene *et al.* (2020) y Goto y Jobim (2021) se reconocen a nivel mundial la identificación de 330 especies de HMA en Glomeromycota, las 92 especies identificadas en Cuba representan el 27.8% del total reportado mundialmente. Tener representado aproximadamente un tercio de las especies de HMA reportadas en el mundo con la gran variedad de ecosistemas que existen, expone la gran riqueza de especies que tenemos en nuestro país, y puede ser mayor al intensificar los estudios de identificación en la zona oriental. Estos resultados en su mayoría son de las provincias occidentales, teniendo en cuenta las áreas protegidas que son de vital importancia para la ecología y la diversidad biológica.

Ley Rivas *et al.*: Micorrizas arbusculares en áreas protegidas de Cuba**Tabla 1.** Áreas protegidas con presencia de HMA identificados en Cuba.**Table 1.** Protected areas with the presence of HMA identified in Cuba.

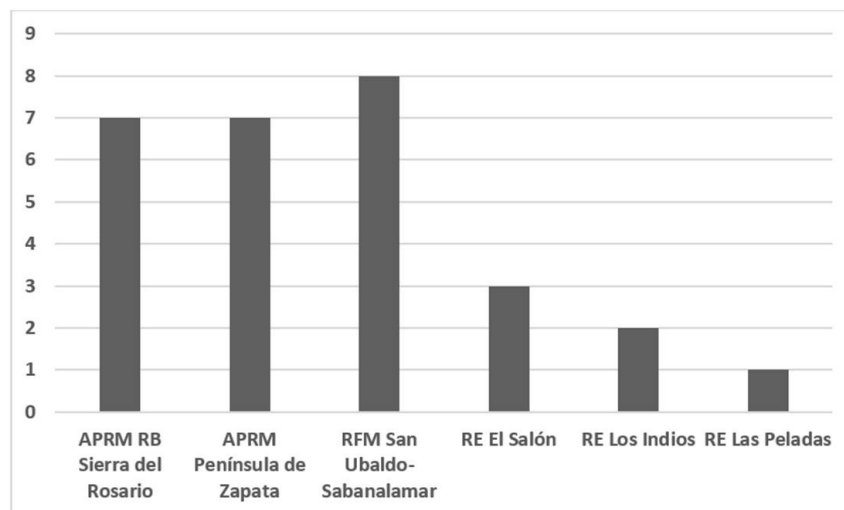
Provincias	Áreas Protegidas	Status de aprobación
Pinar del Río	Refugio de Vida Silvestre San Ubaldo- Sabanalamar (RVS).	AP Patrimonio Natural de la Nación (declarada)
Artemisa	Área Protegida de Recurso Manejados Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario (APRM)	AP Patrimonio Natural de la Nación (declarada)
	Reserva Natural Las Peladas (RN)	AP Patrimonio Natural de la Nación (declarada)
	Reserva Ecológica El Salón (RE)	AP Patrimonio Natural de la Nación (declarada)
Matanzas	Área Protegida de Recurso Manejados Península de Zapata (APRM)	AP Patrimonio Natural de la Nación (declarada)
Isla de la Juventud	Reserva Ecológica Los Indios (RE)	AP Patrimonio Natural de la Nación (declarada)

La presencia de 63 especies en AP garantiza a su vez un porcentaje elevado (68.5%) de conservación de HMA. Aunque hasta el momento no se mencionan ni se dispone de un plan de manejo específico para las micorrizas, que es muy necesario por sus funciones en la interface raíz-suelo, estas se benefician indirectamente con los diseños para la conservación y rehabilitación de áreas, suelos y especies de plantas (Carrillo *et al.*, 2022). Un plan de manejo para los HMA garantizaría una rápida recuperación, rehabilitación y conservación de especies vegetales con categorías de amenaza y mejoras considerables de las propiedades de los suelos que conllevan a la rehabilitación de ecosistemas degradados.

De las 63 especies de HMA que se localizan en áreas protegidas, 28 especies (44.4%) están presente en una

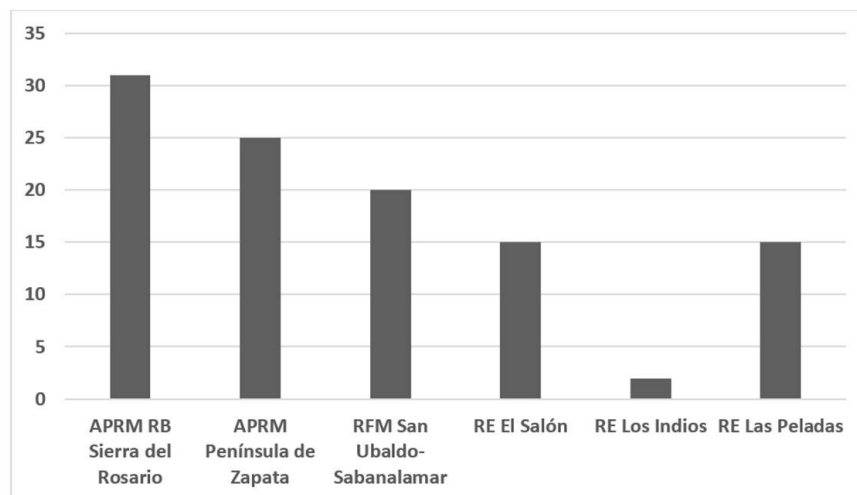
sola área protegida (Fig. 1, Tabla 2) y 35 especies (55.6%) en más de un área protegida, lo que nos indica que las especies que se encuentran en una sola área, sea protegida o no, podrían estar en alguna situación de pérdida de ocurrir eventos de riesgos que comprometan la conservación de la zona en cuestión (e.g., incendios).

Las localidades de áreas protegidas con mayor representación de especies de HMA son las APRM Sierra del Rosario (31 especies) y Península de Zapata (25 especies). En el caso de Sierra del Rosario se deben tener en cuenta para sumar, las especies presentes en las áreas núcleos del APRM RB Sierra del Rosario, la RN Las Peladas con 15 especies y la RE El Salón con 15 especies (Fig. 2, Tabla 3).

**Figura 1.** Cuantificación de especies de HMA presentes en una sola localidad.**Figure 1.** Quantification of AMF species present in a single locality.

Ley Rivas *et al.*: Micorrizas arbusculares en áreas protegidas de Cuba**Tabla 2.** Especies de HMA presentes en una sola localidad.**Table 2.** Arbuscular mycorrhizal species present in a single locality.

Áreas Protegidas	Especies
APRM RB Sierra del Rosario	<i>Archaeospora myriocarpa</i> (Spain, Sieverd. & N.C. Schenck) Oehl, G.A. Silva, B.T. Goto & Sieverd. <i>Archaeospora schenkii</i> (Sieverd. & S. Toro) C. Walker & A. Schüßler <i>Claroideoglosum etunicatum</i> (W.N. Becker & Gerd.) C. Walker & A. Schüßler <i>Dentiscutata scutata</i> (C. Walker & Dieder.) Sieverd., F.A. Souza & Oehl. <i>Entrophospora infrequens</i> (I.R. Hall) R.N. Ames & R.W. Schneid. <i>Halonatospora pansihalos</i> (S.M. Berch & Koske) Błaszk., Niezgoda, B.T. Goto & Kozłowska <i>Sclerocystis microcarpum</i> S.H. Iqbal & Perveen
APRM Península de Zapata	<i>Acaulospora excavata</i> Ingleby & C. Walker <i>Acaulospora tuberculata</i> Janos & Trappe <i>Claroideoglosum lamellosum</i> (Dalpé, Koske & Tews) C. Walker & A. Schüßler <i>Glomus ambisporum</i> G.S. Sm. & N.C. Schenck <i>Glomus rubiforme</i> (Gerd. & Trappe) R.T. Almeida & N.C. Schenck <i>Oehlia diaphana</i> (J.B. Morton & C. Walker) Błaszk., Kozłowska, Niezgoda, B.T. Goto & Dalpé <i>Septoglosum viscosum</i> (T.H. Nicolson) C. Walker, D. Redecker, Stille & A. Schüßler
RFM San Ubaldo-	<i>Acaulospora mellea</i> Spain & N.C. Schenck <i>Acaulospora morrowiae</i> Spain & N.C. Schenck [as 'morrowae'] <i>Ambispora callosa</i> (Sieverd.) C. Walker, Vestberg & A. Schüßler <i>Dominikia achra</i> (Błaszk., D. Redecker, Koegel, Schützek, Oehl & Kovács) Błaszk., Chwat & Kovács <i>Fuscutata heterogama</i> Oehl, F.A. Souza, L.C. Maia & Sieverd. <i>Rhizophagus clarus</i> (T.H. Nicolson & N.C. Schenck) C. Walker & A. Schüßler <i>Scutellospora aurigloba</i> (I.R. Hall) C. Walker & F.E. Sanders <i>Septoglosum deserticola</i> (Trappe, Bloss & J.A. Menge) G.A. Silva, Oehl & Sieverd.
RE El Salón	<i>Glomus magnicaule</i> I.R. Hall <i>Funneliformis monosporus</i> (Gerd. & Trappe) Oehl, G.A. Silva & Sieverd. <i>Rhizophagus fasciculatus</i> (Thaxt.) C. Walker & A. Schüßler
RE Las Peladas	<i>Sclerocystis microcarpus</i> S.H. Iqbal & Perveen
RE Los Indios	<i>Cetraspora gilmorei</i> (Trappe & Gerd.) Oehl, F.A. Souza & Sieverd. <i>Gigaspora calospora</i> (T.H. Nicolson & Gerd.) Gerd. & Trappe 1974

**Figura 2.** Total de especies de HMA presentes por áreas protegidas.**Figure 2.** Total number of AMF species present per protected area.

Ley Rivas *et al.*: Micorrizas arbusculares en áreas protegidas de Cuba

Tabla 3. Especies de HMA presentes por áreas protegidas. RFM San Ubaldo- Sabanalamar (SUS), APRM Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario (SR), RN Las Peladas (LP), RE El Salón (ES), APRM Península de Zapata (PZ) y RE Los Indios (LI)

Table 3. HMA species present in protected areas. RFM San Ubaldo- Sabanalamar (SUS), APRM Sierra del Rosario Biosphere Reserve (SR), RN Las Peladas (LP), RE El Salón (ES), APRM Zapata Peninsula (PZ) and RE Los Indios (LI).

Especies	SUS	SR	LP	ES	PZ	LI
<i>Acaulospora appendicola</i> Spain, Sieverding & Schenck	x	x				
<i>Acaulospora excavata</i> Ingleby & C. Walker						x
<i>Acaulospora foveata</i> Trappe & Janos		x		x		
<i>Acaulospora laevis</i> Gerd. & Trappe	x			x		
<i>Acaulospora longula</i> Spain & Schenck		x	x			
<i>Acaulospora mellea</i> Spain & N.C. Schenck	x					
<i>Acaulospora morrowiae</i> Spain & N.C. Schenck	x					
<i>Acaulospora myriocarpa</i> Spain, Sieverding & Schenck		x				
<i>Acaulospora rehmi</i> Sieverding & Toro		x				x
<i>Acaulospora scrobiculata</i> Trappe		x		x	x	
<i>Acaulospora spinosa</i> Walker <i>et</i> Trappe		x	x	x		
<i>Acaulospora trappeii</i> Ames & Linderman		x				
<i>Acaulospora tuberculata</i> Janos & Trappe						x
<i>Ambispora appendicula</i> (Spain, Sieverd. & N.C. Schenck) C. Walker	x					
<i>Ambispora callosa</i> C. Walker	x					
<i>Archaeospora schenckii</i> (Sieverd. & S. Toro) C. Walker & A. Schüssler		x				
<i>Archaeospora trapeii</i> (R.N. Ames & Linderman) J.B. Morton & D. Redecker emend. Spain						x
<i>Cetraspora gilmorei</i> (Trappe & Gerd.) Oehl, F.A. Souza & Sieverd.						x
<i>Claroideogloium etunicatum</i> (W.N. Becker & Gerd.) C. Walker & A. Schüssler		x				
<i>Claroideogloium lamellosum</i> (Dalpé, Koske & Tews) C. Walker & A. Schüssler						x
<i>Diversispora spurca</i> (C.M. Pfeiff., C. Walker & Bloss) C. Walker & A. Schüssler		x				x
<i>Dentiscutata scutata</i> (C. Walker & Dieder.) Sieverd., F.A. Souza & Oehl.		x				
<i>Dominikia achra</i> (Błaszk., D. Redecker, Koegel, Schützeck, Oehl & Kovács) Błaszk., Chwat & Kovács	x					
<i>Entrophospora infrequens</i> (Hall) Ames & Schneider		x				
<i>Funneliformis geosporus</i> (T.H. Nicolson & Gerd.) C. Walker & A. Schüssler		x	x			x
<i>Funneliformis halonatus</i> (S.L. Rose & Trappe) Oehl, G.A. Silva & Sieverd.	x					x
<i>Funneliformis monosporus</i> (Gerd. & Trappe) Oehl, G.A. Silva & Sieverd.						x
<i>Funneliformis mosseae</i> (T.H. Nicolson & Gerd.) C. Walker & A. Schüssler	x	x				
<i>Fuscutata heterogama</i> Oehl, F.A. Souza, L.C. Maia & Sieverd	x					
<i>Gigaspora calospora</i> (Nicol. <i>et</i> Gerd.) Gerd. <i>et</i> Trappe						x
<i>Gigaspora decipiens</i> I.R. Hall & L.K. Abbott	x					x
<i>Gigaspora margarita</i> Becker & Hall		x	x			
<i>Glomus ambisporum</i> G.S. Sm. & N.C. Schenck						x
<i>Glomus brohultii</i> R.A. Herrera, Ferrer & Sieverd.		x		x	x	
<i>Glomus clavisorum</i> (Trappe) R.T. Almeida & N.C. Schenck		x	x	x	x	
<i>Glomus coremioides</i> (Berk. & Broome) D. Redecker & J.B. Morton, in Redecker, Morton & Bruns		x	x	x		

Ley Rivas *et al.*: Micorrizas arbusculares en áreas protegidas de Cuba

Especies	SUS	SR	LP	ES	PZ	LI
<i>Glomus crenatum</i> Furrázola, Ferrer, R.A. Herrera & B.T. Goto				x		x
<i>Glomus macrocarpum</i> Tul & C. Tul.	x			x		
<i>Glomus magnicaule</i> I.R. Hall				x		
<i>Glomus microcarpum</i> Tul. & C. Tul. [as 'microcarpus']		x		x		x
<i>Glomus monosporum</i> (Gerd. & Trappe [as 'monosporus'])				x		
<i>Glomus mertonii</i> Bentivenga & Hetrick		x	x			
<i>Glomus pachycaule</i> (C.G. Wu & Z.C. Chen) Sieverd. & Oehl	x					x
<i>Glomus pansihalos</i> Berch & Koske		x				
<i>Glomus rubiforme</i> (Gerd. & Trappe) R.T. Almeida & N.C. Schenck						x
<i>Glomus sinuosum</i> (Gerd. & B.K. Bakshi) R.T. Almeida & N.C. Schenck	x	x	x			x
<i>Kuklospora kentinensis</i> (C.G. Wu & Y.S. Liu) Oehl & Sieverd.	x					x
<i>Oehlia diaphana</i> (J.B. Morton & C. Walker) Blaszk., Kozłowska, Niezgodna, B.T. Goto & Dalpé						x
<i>Paraglomus occultum</i> (C. Walker) J.B. Morton & D. Redecker		x	x			x
<i>Rhizoglomus intraradices</i> (N.C. Schenck & G.S. Sm.) Sieverd., G.A. Silva & Oehl	x					x
<i>Rhizoglomus microaggregatum</i> (Koske, Gemma & P.D. Olexia) Sieverd., G.A. Silva & Oehl		x	x			
<i>Rhizophagus aggregatus</i> (N.C. Schenck & G.S. Sm.) C. Walker		x	x			
<i>Rhizophagus clarus</i> (T.H. Nicolson & N.C. Schenck) C. Walker & A. Schüßler	x					
<i>Rhizophagus fasciculatus</i> (Thaxt.) C. Walker & A. Schüßler						x
<i>Sclerocystis microcarpus</i> Iqbal & Bushra		x	x			
<i>Sclerocystis pachycaulis</i> Wu & Chen		x	x			
<i>Sclerocystis rubiformis</i> Gerdemann & Trappe		x	x	x		
<i>Scutellospora alborosea</i> (Ferrer & R.A. Herrera) C. Walker & F.E. Sanders	x					x
<i>Scutellospora aurigloba</i> (I.R. Hall) C. Walker & F.E. Sanders	x					
<i>Scutellospora minuta</i> (Ferr. & Herr.) Walker & Sanders		x	x			
<i>Septoglomus constrictum</i> (Trappe) Sieverd., G.A. Silva & Oehl		x				x
<i>Septoglomus deserticola</i> (Trappe, Bloss & J.A. Menge) G.A. Silva, Oehl & Sieverd	x					
<i>Septoglomus viscosum</i> (T.H. Nicolson) C. Walker, D. Redecker, Stille & A. Schüßler						x

CONCLUSIONES

El estudio constituye el primer análisis sobre presencia de HMA en el SNAP, existen 63 especies de HMA presentes en seis áreas protegidas. Sin embargo, en sentido general es poca o nula la información de estos grupos en las áreas protegidas, por lo que no se reflejan en los planes de manejo de cada área los listados de especies, ni las acciones de investigación y monitoreo para la conservación de este grupo dentro del SNAP. Entonces, se hace necesario dado el vacío de información existente en este grupo, continuar desarrollando proyectos nacionales e internacionales que apoyen la investigación y el manejo de estas especies.

Dedicar en próximas ediciones del Plan del SNAP un análisis actualizado de otras especies de este grupo con categorías de amenazas. Se deberá aumentar las expediciones en las áreas protegidas declaradas con el fin de obtener una mayor información y con ello poder lograr el mejor manejo de las especies dentro del SNAP. Realizar recolectas de en las áreas protegidas de mayor significación.

LITERATURA CITADA

Brundrett MC. 2009. Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. *Plant and Soil*. 320: 37-77.

Ley Rivas *et al.*: Micorrizas arbusculares en áreas protegidas de Cuba

- Carreón Abud Y, Gómez Dorantes N, Martínez Trujillo M. 2008. Las micorrizas arbusculares en la protección vegetal. *Biológicas*. 10: 60-70.
- Carrillo Saucedo, Silvia Margarita, Puente Rivera, Jonathan, Montes Recinas, Saraí, Cruz Ortega, Rocio. 2022. Las micorrizas como una herramienta para la restauración ecológica. *Acta Botánica Mexicana*. 129: e1932. DOI: <http://doi.org/10.21829/abm129.2022.1932>.
- Decreto Ley No. 83. 2024. Cuba: Gaceta Extraordinaria No. 23. Emisor: Consejo de Estado. Del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Disponible en: <https://legaliscuba.org/normativa/decreto-ley-83-de-2024-de-consejo-de-estado> (consultado: julio de 2024)
- GBIF. 2024. Disponible en: <https://www.gbif.org/es/> (consultado: julio de 2024)
- Goto BT, Jobim K. 2021. Laboratório de Biologia de Micorrizas. Disponible en: <http://glomero.mycota.wixsite.com/lbmicorrizas> (consultado: agosto 2020).
- Hongos de Cuba. 2024. Disponible en: <http://www.cybertruffle.org.uk/cubafung/esp/> (consultado: julio de 2024)
- Indexfungorum. 2024: <https://www.indexfungorum.org/names/Names.asp> (consultado: julio de 2024)
- Osonobi O, Bakare ON, Mulongoy K. 1992. Interactions between drought stress and vesicular arbuscular mycorrhiza on the growth of *Faidherbia albida* (syn. *Acacia albida*) and *A. nilotica* in sterile and no sterile soils. *Biology and Fertility of Soils* 14: 159-165.
- Smith SE, Read DJ. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press Ltd., London.
- Wijayawardene NN, Hyde KD, Al-Ani LKT, Teder-soo L. 2020. Outline of Fungi and fungus-like taxa. *Mycosphere*. 11: 1060-1456.