

**INFORME TÉCNICO PRELIMINAR SOBRE DIVERSIDAD MICORRÍZICA EN SITIOS  
DEMOSTRATIVOS SELECCIONADOS DE ÁREAS DE INTERVENCIÓN DE PROYECTO CPP-  
OP15: LLANURA SUR PINAR DEL RÍO, LLANURA HABANA-MATANZAS, CUENCA DEL  
CAUTO Y LLANURA SUR GUANTÁNAMO**

---

Proyecto Nacional “ Conservación y uso sostenible de la Diversidad Biológica en ecosistemas Forestales y ganaderos bajo Manejo Sostenible de Tierras (MST) en Guamuhaya y Cuenca del Cauto”, PRCT “"USO SOSTENIBLE DE LOS COMPONENTES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN CUBA"

**AUTORES: YAMIR TORRES ARIAS, EDUARDO FURRAZOLA GÓMEZ, ROSMERY HERNÁNDEZ PRADO,  
YOSVANY GUTIÉRREZ CORONILL**

**GRUPO DE MICORRIZAS-SUBDIRECCIÓN DE MICOLOGÍA**

**09/09/2019**

Diversidad Micorrízica de sitios demostrativos de áreas de intervención del CPP-OP15 como parte de los resultados obtenidos en el Proyecto Nacional “ Conservación y uso sostenible de la Diversidad Biológica en ecosistemas Forestales y ganaderos bajo Manejo Sostenible de Tierras (MST) en Guamuhaya y Cuenca del Cauto”, PRCT “"USO SOSTENIBLE DE LOS COMPONENTES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN CUBA"

## **CONTENIDO**

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	3
<b>RESULTADOS</b> .....	4
MICORRIZAS .....	4
CAPACITACIÓN.....	9
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	10
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	10

## INTRODUCCIÓN

La implementación a gran escala de cultivos monoespecíficos (agrícolas y forestales), la introducción de especies exóticas de rápido crecimiento y altos rendimientos para obtener grandes producciones y la manipulación del ambiente fisicoquímico (p.e. labranza mecánica y uso de fertilizantes inorgánicos) para incrementar o mantener la fertilidad de los suelos, ha sido la estrategia más utilizada a nivel mundial, sin embargo, ante el deterioro que ella causa en los suelos, en particular en los ambientes tropicales, se ha tratado de implementar otros manejos del ambiente alternativos y menos dañinos.

En los últimos años una parte de los trabajos en ecología de comunidades se ha dedicado a tratar de entender la importancia que tiene la biodiversidad en la fertilidad y producción de biomasa de los diferentes ambientes, en particular, la biodiversidad del suelo puede ser fundamental, debido a que muchos de los microorganismos del suelo participan en procesos ecológicos muy relevantes para el mantenimiento y desarrollo de las comunidades vegetales, tales como la descomposición de todo los restos materiales biológicos, la captura de los nutrientes que están en el suelo y su transporte a las plantas, la captura de carbono, entre otros.

### Importancia de las micorrizas

Los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) forman una asociación mutualista con las raíces de muchas angiospermas, gimnospermas y pteridofitas. Si bien su especificidad es muy baja, la asociación es obligada para los hongos y facultativa para las plantas. Estos HMA favorecen la absorción de nutrimentos (fundamentalmente P) y las plantas que los poseen en su sistema radical son más tolerantes a patógenos de las raíces y a condiciones ambientales adversas, como contaminación del suelo y estrés hídrico. Recientemente, se ha discutido su importancia en la composición y funcionamiento de ecosistemas naturales y constituyen además un recurso muy importante para el manejo sostenible de ecosistemas agrícolas. En la última década se han usado también como una herramienta complementaria en proyectos de restauración ecológica en sabanas de Venezuela, en matorrales áridos de México, en bosques tropicales estacionales de México y húmedos de Brasil y México, debido a que incrementan la supervivencia y crecimiento de plántulas de especies vegetales, aunque la respuesta depende de los rasgos de historias de vida de las especies.

El empleo de las micorrizas en distintos estudios realizados en Cuba ha demostrado el gran potencial que presentan los mismos para ser utilizados en las prácticas agrícolas (Fundora *et al.*, 2009; Herrera *et al.*, 2011; Ley-Rivas *et al.*, 2015; Martín y Rivera, 2015), debido esencialmente a su conocida capacidad para promover el crecimiento y desarrollo de las plantas (Marschner y Dell, 1994). Efectivamente, numerosas investigaciones hacen referencia al papel que desempeñan los HMA sobre el rendimiento y desarrollo de diferentes cultivos, gracias fundamentalmente a que propician una mejor captación de nutrientes por la planta (Hamel *et al.*, 2004; Johansson *et al.*, 2004).

Hasta el inicio del presente proyecto, no existía un estudio en el que se hubiera realizado una prospección de micorrizas y los hongos responsables de su formación en tantos agroecosistemas con diferentes condiciones edafo-climáticas y manejos. En Cuba existen pocos trabajos relacionados con estudios de la riqueza de estos hongos en agroecosistemas (Furrázola *et al.*, 2011; 2016). Aunque la mayoría de estudios se centran en evaluar el efecto de distintas cepas sobre las variables de crecimiento del vegetal y/o en consecuencia, de los rendimientos producidos por distintos cultivos de importancia económica para el país.

En el presente estudio se propusieron las investigaciones pertinentes para, en una primera fase, determinar la diversidad de hongos micorrízicos asociados con los diferentes cultivos. Ello permitiría establecer un banco de hongos procedentes de rizosfera y raíz de especies cultivadas. Esta sería la base para que, en una segunda fase, se pueda incorporar la tecnología de la micorrización dirigida en la multiplicación y producción de un biofertilizante con vistas a su utilización en el momento de la siembra y por consiguiente el ahorro de fertilizantes químicos.

De acuerdo con estos antecedentes, los objetivos del presente estudio fueron los siguientes: (1) analizar la diversidad de los hongos formadores de micorrizas asociados a los diferentes cultivos; (2), promover la utilización de las micorrizas como biofertilizantes a través de conferencias, charlas, etc. (3) establecer un banco de germoplasma de hongos micorrízicos autóctonos de las diferentes finca iniciadas en el manejo sostenible de tierra que facilite en un futuro la producción y utilización a gran escala de un biofertilizante para cada finca, y finalmente (4) verificar los efectos de la micorrización

dirigida con dichos hongos autóctonos sobre los rendimientos agrícolas, en el contexto de prácticas amigables con el ambiente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Como parte del grupo de Biodiversidad del proyecto “Conservación y uso sostenible de la Diversidad Biológica en ecosistemas bajo Manejo Sostenible de Tierras” OP-15, se realizaron expediciones de campo y colecta de suelo para el estudio de la diversidad de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) y la posibilidad de la utilización de las especies más promisorias como biofertilizante. Inicialmente se realizó un estudio exploratorio en agroecosistemas en Güira, provincia de Artemisa, posteriormente se realizaron múltiples expediciones a varias fincas Iniciadas en Manejo Sostenible de Tierras en las provincias de Pinar del Río, Artemisa y Mayabeque, en la región Occidental, y Las Tunas, Granma y Guantánamo, en la región Oriental.

En el estudio inicial (exploratorio) en Güira, se colectó en cultivos de maíz (*Zea mays* L.), malanga (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott), papa (*Solanum tuberosum* L.) plátano, (*Musa paradisiaca* L.) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz), y en dos bosques secundarios muy antropizados, el primero nombrado “Café”, con predominio de café (*Coffea arabica* L.), almácigo (*Bursera simaruba* (L.) Sarg.), leucaena, (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) ocuje (*Calophyllum brasiliense* var. *antillanum* (Britton) Standl. y pasto guinea (*Urochloa maxima* (Jacq.) R.D. Webster), entre otras especies y el segundo nombrado “Bosque” con majagua (*Hibiscus elatus* Sw.), ocuje, (*C. antillanum*), caimitillo (*Chrysophyllum oliviforme* L.) algarrobo de olor (*Albizia lebecke* L. Benth.), uña de gato (*Pisonia aculeata* L.) y pasto guinea (*U. máxima*), entre otras. (Furrazola *et al.* 2019).

En las fincas Iniciadas en el Manejo Sostenible de Tierras se trabajó en seis provincias y varias localidades. En Pinar del Río se muestrearon: La finca Manolo, Las Martinas en dos áreas en barbecho, una anteriormente sembrada con yuca (*Manihot esculenta* Crantz), la finca Roberto Amarán, Luis Lazo en plantaciones de guayaba (*Psidium guajava* L.) y mamey combinado con guayaba (*Mammea americana* L. y *P. guajava*), la finca Suárez Soca, Consolación, en cultivos de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y yuca (*M. esculenta*), la finca Cascajal, Herradura en king grass (*Pennisetum hybridum*) y una plantación forestal con algarrobo de la India (*Albizia procera* (Roxb.) Benth.), mandarina (*Citrus reticulata* Blanco), guayaba (*P. guajava*), gemelina (*Gmelina arborea* Roxb. ex Sm.) y ateje (*Cordia collococca* L.), entre otras y la finca Tierra Brava, Los Palacios en plantaciones de guanábana (*Annona muricata* L.) y mango (*Mangifera indica* L.). En Artemisa se colectó en la finca San Jacobo (Güira) en cuatro puntos, suelo desnudo 1 (barbecho) y los cultivos de yuca 2 (*M. esculenta*), plátano 3 (*Musa paradisiaca* L.) y malanga 4 (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) en la primera expedición; estos puntos fueron muestreados nuevamente, en los puntos 1, 3 y 4 cultivados con plátano de diferentes edades (*M. paradisiaca* L.), y el punto 2 con malanga (*X. sagittifolium*). En Mayabeque se colectó en la Finca Arocha (Güines) en cuatro puntos, tomate 1 (*Solanum lycopersicum* L.), gladiolo 2 (*Gladiolus commumis* L.), un suelo recién cosechado 3 (frijol, *Phaseolus vulgaris* L.) y maíz 4 (*Zea mays* L.) en la 1ra expedición, posteriormente se colectó en los mismos puntos, en 1, 2 y 3 cultivados con frijol (*P. vulgaris*) y el 4 con ajo (*Allium sativum* L.). En Las Tunas se realizaron colectas en: La finca Los Velásquez en una plantación de algarrobo (*Albizia procera* (Roxb.) Benth.) y un pastizal, además, en cultivos de boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) y plátano (*M. paradisiaca*), en Majibacoa, en cultivos de plátano (*M. paradisiaca*), boniato (*I. batatas*) y yuca (*M. esculenta*) y en Vado del Yeso (arroz (*Oriza sativa* L.) en la finca La Esperanza y maíz (*Z. mays*), plátano (*M. paradisiaca*) y yuca (*M. esculenta*) en la finca Si me das doy). En Granma se realizaron 2 expediciones a Horno de Guisa, en la primera se colectó en plátano (*M. paradisiaca*) y tabaco (*N. tabacum*) y en la 2da se volvió a colectar en estos puntos con la diferencia de que en donde había tabaco ahora estaba sembrado frijol (*P. vulgaris*) y además se tomaron muestras en un nuevo punto donde había girasol (*Helianthus annuus* L.). En Guantánamo se colectó en Jabilla en sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y en Imías en cultivos de fruta bomba (*Carica papaya* L.) y king grass (*P. hybridum*), además, en un bosque natural colindante con la finca con predominio de guayacán (*Guaiaecum sanctum* L.), jatía (*Phyllostylon rhamnoides* (J. Poiss.) Taub.), moruro rojo (*Cajoba arborea* (L.) Britton & Rose), raspalengua (*Bourreria virgata* (Sw.) G. Don.) y varias especies de cactus).

En resumen, se muestrearon, inicialmente en Güira áreas de cultivos y bosques secundarios y posteriormente 14 fincas Iniciadas en el Manejo Sostenible de Tierras. Se tomaron 57 muestras que incluyen viandas, hortalizas y granos, flores, forraje, pastizal, frutales, plantaciones forestales, bosques secundarios, un bosque natural y áreas en barbecho con restos de cosecha y gramíneas, entre otras. De estas 57 muestras solo se han analizado, hasta el momento, 17 para un 30%

En cada sitio de estudio se tomaron al azar cinco monolitos de suelo de 10 x 10 x 20 cm, los cuales fueron unidos en una muestra compuesta por sitio, de aproximadamente 5 Kg. Las muestras de suelo fueron envasadas en bolsas de polietileno y

trasladadas al laboratorio de micorrizas del Instituto de Ecología y Sistemática (IES), inmediatamente puestas a secar a la sombra y a temperatura ambiente para evitar la germinación de las esporas y el ataque de diferentes microorganismos del suelo. Dichas muestras fueron procesadas de acuerdo con la metodología de tamizado de una suspensión de suelo en agua (“wet sieving and decanting”) de Gerdemann y Nicolson (1963) modificado por Herrera *et al.* (2004) para obtener las esporas de los HMA. Dichas esporas se obtuvieron finalmente por centrifugación en un gradiente de sacarosa concentrado (2M) de acuerdo con Sieverding (1991).

Las esporas fueron retiradas de los tamices, colocadas en placas Doncaster con agua y observadas bajo un esteromicroscopio Wild Heerbrugg M5A. Las esporas sanas, con contenido lipídico y colores brillantes fueron extraídas con una pipeta Pasteur y montadas en portaobjetos con polivinil alcohol/ácido láctico/glicerol (PVLG) y su mezcla con el reactivo de Melzer y PVLG (1:1, v/v). para estudiar sus atributos en un microscopio compuesto CARL ZEISS modelo AXIOSKOP 2 Plus con aumentos de 200x-1000x, mediante la técnica de Contraste de Interferencia Diferencial (DIC, por sus siglas en inglés). Las fotos de las esporas fueron realizadas con una cámara AxioCam y sus diferentes caracteres fueron medidos mediante el programa Axiovision (software v. 3.1 and 1300 x 1030 dpi). La identificación taxonómica de las especies y o morfoespecies de HMA se realizaron de acuerdo con las descripciones originales, el Manual de Schenck y Pérez (1990), Blaszkowski (2012) y la información disponible en la página web de la Colección Internacional de Hongos Micorrizógenos Vesículo Arbusculares (INVAM, 2018), así como a través de la consulta de los ejemplares depositados en la Colección Cubana de Hongos Micorrizógenos Arbusculares (CCHMA), radicada en el IES. En esta colección existen más de 3 000 muestras de hongos glomeromicetos y una colección de 24 000 imágenes. Se realizaron microfotografías de las especies por sitio/cultivo, las cuales se almacenaron en la colección fotográfica del Grupo de Micorrizas del IES, en la sección Proyecto OP-15.

## RESULTADOS

### MICORRIZAS



Figura 1: Muestreo de micorrizas en cultivos de king grass (A), sorgo (B) y fruta bomba (C).

Hasta el momento se tienen los resultados de Las Martinas (yuca), Los Palacios (guanábana), Artemisa (yuca, plátano), Mayabeque (maíz), Horno de Guisa (tabaco), Jabilla (sorgo) e Imías (fruta bomba y King grass). Se observaron un total de 65 especies y/o morfoespecies de HMA, representadas por los géneros *Acaulospora* (7), *Archaeospora* (1), *Cetraspora* (1), *Claroideoglossum* (1), *Dentiscutata* (1), *Funneliformis* (4), *Fuscutata* (2), *Gigaspora* (3), *Glomus* (23), *Kuklospora* (1), *Pacispora* (1), *Racocetra* (3), *Rhizoglossum* (1), *Scutellospora* (13), *Septoglossum* (2) y *Viscospora* (1) con un predominio de los géneros *Glomus*, *Scutellospora* y *Acaulospora* (Tabla 1). La composición y estructura de las comunidades de HMA es diferente en las siete fincas analizadas (p. e. en las Martinas predomina el género *Scutellospora*, en Imías *Scutellospora* y *Glomus*, en Artemisa y Mayabeque los géneros *Glomus* y *Acaulospora*).

Tabla 1. Lista de especies de HMA observadas en las Fincas estudiadas.

Especies	Pinar del Río		Artemisa	Mayabeque	Granma	Guantánamo	
	Las Martinas	Los Palacios	Finca San Jacobo Güira	Finca Arocha Güines	Horno de Guisa	Jabilla	Imías
1. <i>Acaulospora elegans</i> Trappe & Gerd.			X				
2. <i>Acaulospora herrerae</i> Furrázola, B.T. Goto, G.A. Silva, Sieverd. & Oehl							X
3. <i>Acaulospora rehmi</i> Sieverd. & S. Toro			X				

4.	<i>Acaulospora scrobiculata</i> Trappe	X	X	X	X	X		
5.	<i>Acaulospora spinosissima</i> Oehl, Palenz., I.C. Sánchez, Tchabi, Hount. & G.A. Silva			X				
6.	<i>Acaulospora</i> sp. 1				X			
7.	<i>Acaulospora</i> sp. 2				X			
8.	<i>Archaeospora trappei</i> (R.N. Ames & Linderman) J.B. Morton & D. Redecker				X			
9.	<i>Cetraspora pellucida</i> (T.H. Nicolson & N.C. Schenck) Oehl, F.A. Souza & Sieverd.	X	X					X
10.	<i>Claroideoglomus etunicatum</i> (W.N. Becker & Gerd.) C. Walker & A. Schüssler			X				
11.	<i>Dentiscutata scutata</i> (C. Walker & Dieder.) Sieverd., F.A. Souza & Oehl							X
12.	<i>Funneliformis geosporum</i> (T.H. Nicolson & Gerd.) C. Walker & A. Schüssler			X	X			
13.	<i>Funneliformis monosporus</i> (Gerd. & Trappe) Oehl, G.A. Silva & Sieverd.	X		X	X	X		X
14.	<i>Funneliformis mosseae</i> (T.H. Nicolson & Gerd.) C. Walker & A. Schüssler			X	X	X	X	X
15.	<i>Funneliformis</i> sp. 1			X				
16.	<i>Fuscutata savannicola</i> (R.A. Herrera & Ferrer) Oehl, F.A. Souza & Sieverd.	X						
17.	<i>Fuscutata trirubiginopa</i> (X.L. Pan & G. Yun Zhang) Oehl, F.A. Souza & Sieverd.							X
18.	<i>Gigaspora decipiens</i> Hall & Abbott	X	X					X
19.	<i>Gigaspora margarita</i> W.N. Becker & I.R. Hall	X						
20.	<i>Gigaspora</i> sp. 1			X			X	
21.	<i>Glomus brohultii</i> Sieverd. & R.A. Herrera			X				
22.	<i>Glomus clarum</i> T.H. Nicolson & N.C. Schenck							X
23.	<i>Glomus crenatum</i> Furrázola, R.L. Ferrer, R.A. Herrera & B.T. Goto			X	X			
24.	<i>Glomus microaggregatum</i> Koske, Gemma & P.D. Olexia						X	X
25.	<i>Glomus microcarpum</i> Tul. & C. Tul.							X
26.	<i>Glomus pachycaule</i> (C.G. Wu & Z.C. Chen) Sieverd. & Oehl			X				X
27.	<i>Glomus rubiforme</i> (Gerd. & Trappe) R.T. Almeida & N.C.			X				
28.	<i>Glomus sinuosum</i> (Gerd. & B.K. Bakshi) R.T. Almeida & N.C. Schenck		X	X		X		X
29.	<i>Glomus taiwanense</i> (C.G. Wu & Z.C. Chen) R.T. Almeida & N.C. Schenck ex Y.J. Yao			X				
30.	<i>Glomus tortuosum</i> N.C. Schenck & G.S. Sm.	X						
31.	<i>Glomus</i> sp. 1 Ramillete chiquito		X					
32.	<i>Glomus</i> sp. 2 Gl. esporóforo largo			X				
33.	<i>Glomus</i> sp. 3 Glomus pardo			X				
34.	<i>Glomus</i> sp. 4 Gl. hialino bonito			X	X	X		
35.	<i>Glomus</i> sp. 5				X			
36.	<i>Glomus</i> sp. 6				X			
37.	<i>Glomus</i> sp. 7					X		
38.	<i>Glomus</i> sp. 8					X	X	
39.	<i>Glomus</i> sp. 9						X	
40.	<i>Glomus</i> sp. 10						X	

41. <i>Glomus</i> sp. 11							X
42. <i>Glomus</i> sp. 12							X
43. <i>Glomus</i> sp. 13			X				
44. <i>Kuklospora kentinensis</i> (C.G. Wu & Y.S. Liu) Oehl & Sieverd.			X				
45. <i>Pacispora</i> sp. 1 Xerofítica Huevo frito			X	X			X
46. <i>Racocetra alborosea</i> (Ferrer & R.A. Herrera) Oehl, F.A. Souza & Sieverd.			X				
47. <i>Racocetra fulgida</i> (Koske & C. Walker) Oehl, F.A. Souza & Sieverd.	X						X
48. <i>Racocetra persica</i> (Koske & C. Walker) Oehl, F.A. Souza & Sieverd.	X						
49. <i>Rhizoglomus intraradices</i> (N.C. Schenck & G.S. Sm.) Sieverd., G.A. Silva & Oehl			X				X
50. <i>Scutellospora cf calospora</i> (T.H. Nicolson & Gerd.) C. Walker & F.E. Sanders	X		X				X
51. <i>Scutellospora dipapillosa</i> (C. Walker & Koske) C. Walker & F.E. Sanders	X						
52. <i>Scutellospora</i> sp. 1 Sc. muy ornamentada	X						
53. <i>Scutellospora</i> sp. 2 Scutellospora parda	X						
54. <i>Scutellospora</i> sp. 3 Scutellospora hialina	X						
55. <i>Scutellospora</i> sp. 4 Sc. escudo hialino	X						
56. <i>Scutellospora</i> sp. 5 Sc. muy ornamentada	X						
57. <i>Scutellospora</i> sp. 6 Scutellospora pepino		X					
58. <i>Scutellospora</i> sp. 7 Sc. ornamentada		X					
59. <i>Scutellospora</i> sp. 8 Sc. Ornamentada dif.		X			X		X
60. <i>Scutellospora</i> sp. 9						X	
61. <i>Scutellospora</i> sp. 10							X
62. <i>Scutellospora</i> sp. 11							X
63. <i>Septoglomus constrictum</i> (Trappe) Sieverd., G.A. Silva & Oehl			X		X		X
64. <i>Septoglomus deserticola</i> (Trappe, Bloss & J.A. Menge) G.A. Silva, Oehl & Sieverd.		X	X	X			X
65. <i>Viscospora viscosa</i> (T.H. Nicolson) Sieverd., Oehl & G.A. Silva			X				X

Del total de especies, 36 (55.38%) fueron identificadas hasta el nivel de especies, los demás morfotipos no corresponden a ninguna especie descrita hasta la fecha. Estos resultados coinciden con los obtenidos en Cuba en el estudio de la diversidad de estos hongos en ecosistemas naturales y de reemplazo (Medina *et al.* 2010, Furrázola *et al.* 2015, 2019, Torres-Arias *et al.* 2015, 2017, 2019) (Fig. 2).

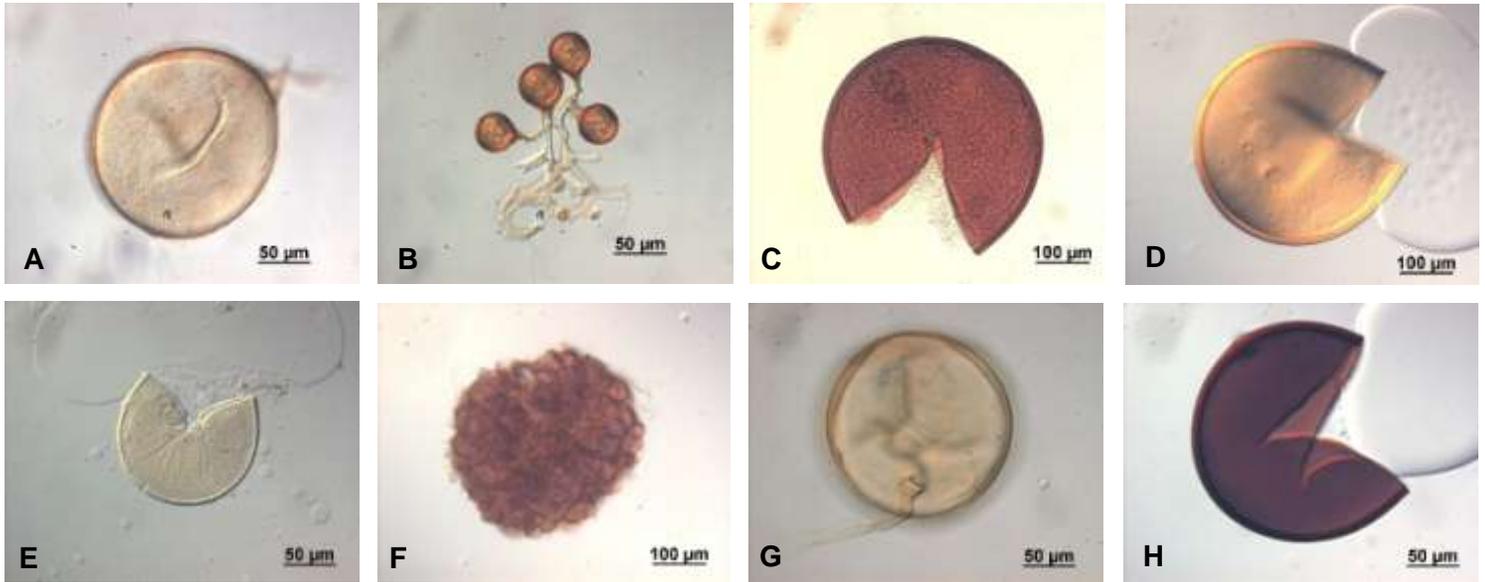
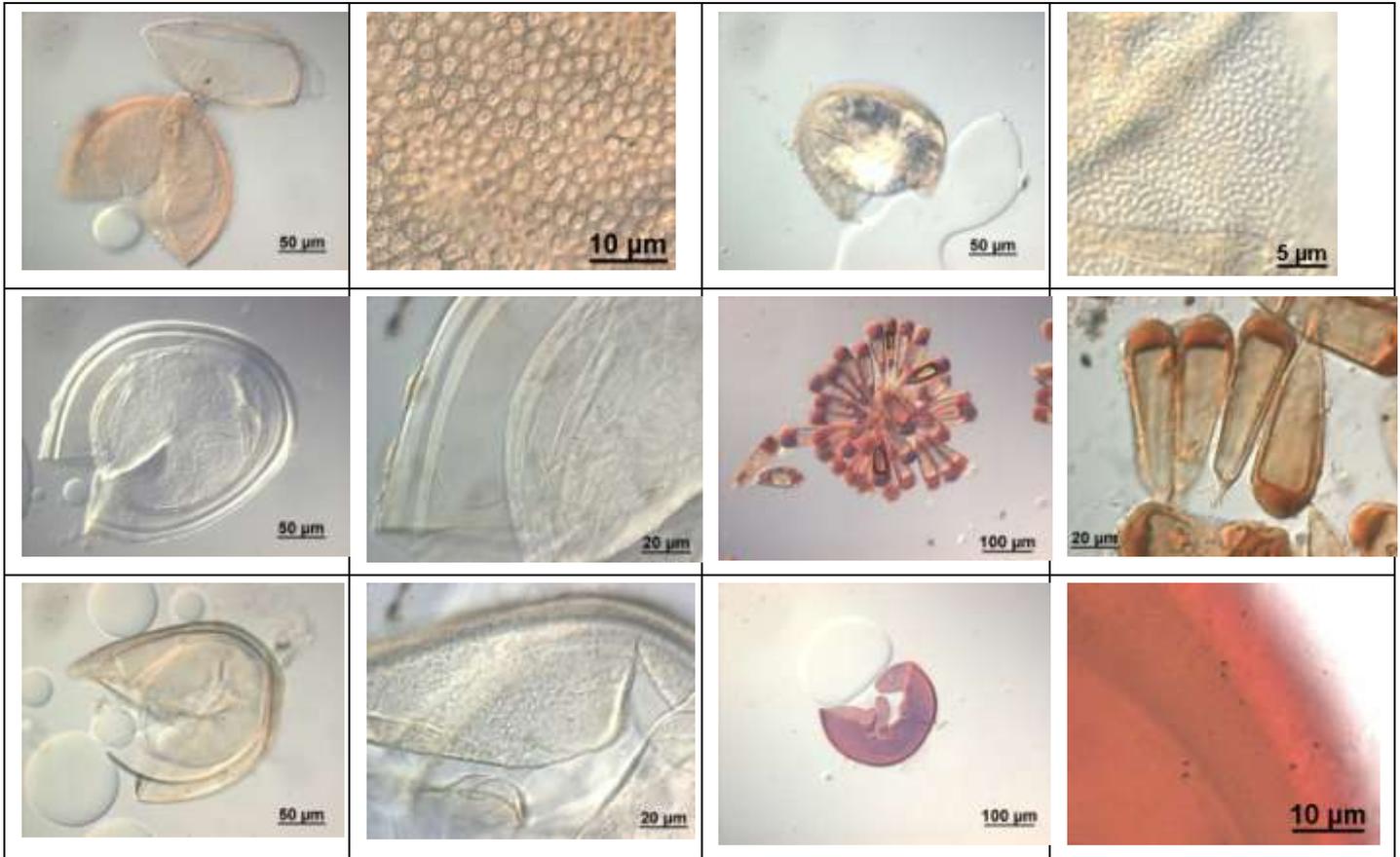
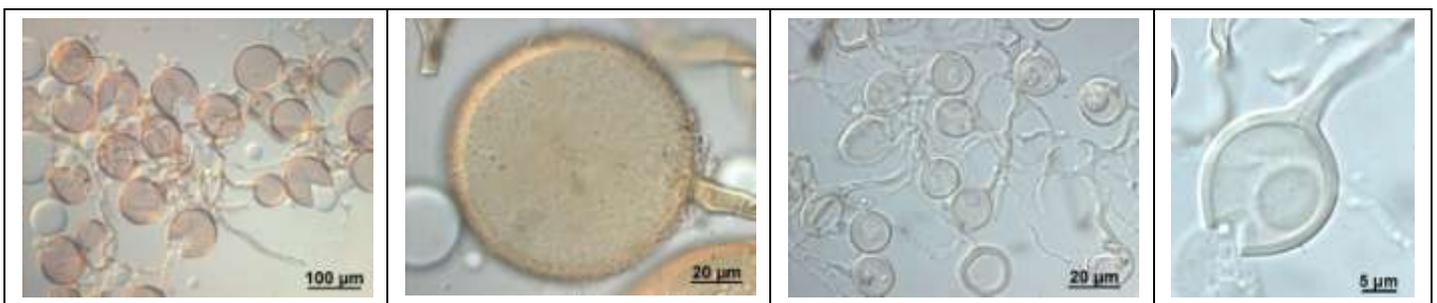


Figura 2. Fotos de algunas especies de hongos micorrízicos encontrados (A. *Funneliformis mosseae*, B. *Glomus pachycaule*, C. *Gigaspora decipiens*, D. *Gigaspora margarita*, E. *Acaulospora scrobiculata*, F. *Glomus sinuosum*, G. *Funneliformis monosporum*, H. *Septogloium constrictum*).

De las especies conocidas hay seis nuevos reportes para Cuba, *Acaulospora elegans*, *Acaulospora spinosissima*, *Fuscutata trirubiginopa*, *Glomus taiwanensis*, *Scutellospora dipapillosa* y *Racocetra persica* y de los morfotipos hay cuatro morfos uno del género *Funneliformis* (sp. 1) y tres *Glomus* (sp. 5, 6 y 13) nuevos para la ciencia que se trabaja en su clasificación pues se cuenta con suficiente material (esporas) para su descripción.



**Figura 3: Microfotografías de especies de hongos micorrízicos reportadas como nuevas para Cuba. A *Acaulospora elegans*, B *A. elegans* detalle ornamentación, C *Acaulospora spinosissima*, D *A. spinosissima* detalle ornamentación, E *Fuscutata trirubiginopa* F *F. trirubiginopa* detalle, G Esporocarpos de *Glomus taiwanensis*, H Esporas de *G. taiwanensis*, I *Scutellospora dipapillosa*, J *Scu. dipapillosa* detalle ornamentación, K *Racocetra persica*, L *Rac. persica* detalle ornamentación.**



**Figura 4: Microfotografías de especies de hongos micorrízicos nuevos para la ciencia. A Esporocarpos de *Funneliformis* sp. 1, B Espora de *Funneliformis* sp. 1 detalle ornamentación, C Esporocarpos de *Glomus* sp. 13, D Espora de *Gl.* sp. 13**

Las muestras de suelo de las que aún no se conocen los HMA presentes se hallan listas para ser analizadas, de estos resultados preliminares si tenemos en cuenta que solo se analizó el 30% de las muestras se prevé un aumento considerable de especies. Se enriqueció la Colección Cubana de Hongos Micorrizógenos Arbusculares (CCHMA), las muestras de

herbario (esporas conservadas de forma permanente en portaobjetos (vouchers)) fueron de 508 y 4081 imágenes digitales en formato jpg (microfotografías) Además aumento la base de datos de la colección en la sección OP-15.

Se montaron cuatro plantas trampas de Artemisa y Mayabeque (montaje de suelos del campo y la presencia de una planta hospedera en macetas) para reproducir las especies más promisorias de hongos MA presentes en estos ecosistemas, con el fin de conformar en un futuro un biofertilizante micorrizógeno integrado por cepas nativas de estos suelos. Además, se montaron 4 contenedores plásticos de suelo nativo (con plantas hospederas) de 55 litros de capacidad de las cooperativas de Imías y Majibacoa.

Los cultivos trampa necesitan crecer de 4 a 6 meses en condiciones controladas, para garantizar la posible reproducción de especies de HMA que en el momento de la colecta no se encontraran esporulando en el campo, además de proveer un suficiente número de esporas por unidad de volumen capaz de generar rápidamente la colonización de nuevas raíces de las plantas inoculadas. El primer mes las plantas crecieron normalmente, pero después fueron dañadas de forma irreparable por insectos, plagas y hongos patógenos debido a las malas condiciones del Invernadero, sobre todo falta de hermeticidad. Por estas razones las plantas murieron, y por ello no fue posible cumplir con los objetivos 3 y 4. Por otra parte, no poder tener un banco de germoplasma de los hongos aislados de estos estudios, los cuales constituyen simbiontes obligados (necesitan de una planta para completar su ciclo de vida) y pierden su viabilidad con el trascurso del tiempo, resta posibilidades de describir nuevas especies y conservar estas especies para futuros estudios de evaluación de cepas sobre el crecimiento vegetal.



Figura 5. Fotos de los Invernaderos A Invernadero original para la producción de MicoFert, B estado actual y C Invernadero 2 para cepas puras y experimentación, estado actual.

## CAPACITACIÓN



Se realizaron tres capacitaciones desarrollando el tema “Utilidad y empleo de las micorrizas en Cuba” en tres de las provincias visitadas: Guantánamo, Granma y Las Tunas. De este intercambio con los cooperativistas surgió el compromiso del IES-OP 15 de obtener cepas nativas para la cooperativa de Imías, Guantánamo y para la cooperativa de Majibacoa en Las Tunas. En estas fincas se planificó llevar al campo experimentalmente un inóculo conformado por estas cepas, y de ser demostrada su efectividad se produciría un biofertilizante comercial a gran escala para toda la zona, pero ello no pudo cumplirse por las razones antes mencionadas.

## RECOMENDACIONES

En el caso de la capacitación debemos reforzar la capacitación más personalizada a miembros del proyecto OP 15 que trabajan en las provincias, con un adiestramiento en algunos aspectos esenciales para trabajar con las micorrizas, este adiestramiento sería en el Laboratorio del Grupo de Micorrizas del IES. De ser posible deben buscarse algunas fuentes de financiamiento que permitan reparar los dos invernaderos del IES-CITMA.

## LITERATURA CITADA

**Błaszowski J. 2012.** Glomeromycota: W. Szafer Institute of Botany. vol. 23, Kraków: Polish Academy of Sciences. Disponible en <http://link.springer.com/10.1007/s00572-012-0470-y>.

**Fundora LR, González J, Ruiz LR, Cabrera JA. 2009.** Incrementos en los rendimientos del cultivo de boniato por la utilización combinada del fitoestimulante Fitomas-e y el biofertilizante Ecomic® en condiciones de producción. *Cultivos Tropicales*. 30: 14-17.

**Furrazola E, Ferrer RL, Orozco Manso MO, Torres-Arias Y, Collazo E, Herrera-Peraza RA. 2011.** Especies de hongos micorrizógenos arbusculares (Glomeromycota) en un agroecosistema de la provincia La Habana, con un nuevo reporte para Cuba, *Glomus glomerulatum*. *Acta Botánica Cubana*. 210: 26-30.

**Furrazola E, Torres-Arias Y, Hernández-Prado, Gutiérrez Y. 2019.** Hongos micorrizógenos arbusculares (Glomeromycota) en suelos agrícolas de la provincia Artemisa, Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 218: 34-43.

**Furrazola E., Covacevich F., Torres-Arias Y., Rodríguez-Rodríguez MR., Ley-Rivas JF., Izquierdo K., Fernández-Valle R., Berbara RL. 2015.** Functionality of arbuscular mycorrhizal fungi in three plant communities in the Managed Floristic Reserve San Ubaldo-Sabanalamar, Cuba. *Rev. Biol. Trop.* 63 (2): 341-356.

**Furrazola E, Ojeda L, Hernández C. 2016.** Mycorrhizal colonization and species of arbuscular mycorrhizal fungi in grasses from the Cuenca Pecuaria “El Tablón”, Cienfuegos, Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 50: 321-331.

**Furrazola E y Torres-Arias Y. 2018.** *Las Micorrizas*. En: Sánchez JA y Furrazola E., eds. *Ecotecnologías para la restauración ecológica: los tratamientos de semillas y las micorrizas*. Editorial Academia, La Habana. 55-92.

**Hamel C, Landry C, Elmi A, Liu A, Spedding T. 2004.** Nutrient Dynamics: Utilizing biotic-abiotic interactions for improved management of agricultural soils. *Journal of Crop Improvement*. 11: 209-248.

**Herrera-Peraza RA, Hamel C, Fernández F, Ferrer RL, Furrazola F. 2011.** Soil–strain compatibility: the key to effective use of arbuscular mycorrhizal inoculants?. *Mycorrhiza*. 21: 183-193.

**Herrera-Peraza RA, Furrazola E, Ferrer RL, Fernández-Valle R, Torres-Arias Y. 2004.** Functional strategies of root hairs and arbuscular mycorrhizae in an evergreen tropical forest, Sierra del Rosario, Cuba. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*. 35: 113-123.

**Johansson JF, Paul LR, Finlay RD. 2004.** Microbial interactions in the mycorrhizosphere and their significance for sustainable agriculture. *FEMS Microbiology Ecology*. 48: 1-13.

**Gerdemann JW, Nicolson TJ. 1963.** Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*. 46: 235–244.

**INVAM. 2018.** Colección Internacional de Hongos Micorrizógenos Vesículo Arbusculares. (INVAM) <http://invam.caf.wvu/>

**Ley-Rivas JF, Sánchez JA, Ricardo NE, Collazo E. 2015.** Efecto de cuatro especies de hongos micorrizógenos arbusculares en la producción de frutos de tomate. *Agronomía Costarricense*. 39: 47-59.

**Martín, GM, Rivera R. 2015.** Influencia de la inoculación micorrízica en los abonos verdes. efecto sobre el cultivo principal. estudio de caso: el maíz. *Cultivos Tropicales*. 36: 34-50.

**Marschner H, Dell B. 1994.** Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil*. 159: 89–102.

**Medina L.R, Torres-Arias Y. Herrera-Peraza RA. Rodríguez Y. 2010.** Aislamiento e identificación de hongos micorrizicos arbusculares nativos de la zona de Las Caobas, Holguín. *Cultivos Tropicales*. 31 (4): 33-42.

**Rivera R, Fernández F, Hernández A, Martín JR, Fernández K. 2003.** *El Manejo Efectivo de la Simbiosis Micorrízica, una vía hacia la Agricultura Sostenible. Estudio de caso: El Caribe*. Ediciones INCA, La Habana.

**Ruiz Martínez I, Carvajal Sánchez D, Espinosa Cuellar E, Simó González J, Rivera Espinosa R, Espinosa Cuellar A. 2015.** Efecto de las micorrizas y bioplaguicidas sobre cultivares de raíces y tubérculos en un suelo pardo mullido carbonatado. *Revista de Agricultura Tropical*. 1: 1-6.

**Schenck NC, Pérez Y. 1990.** *Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi*. Synergistic Publications, Gainesville, Florida, USA.

**Sieverding E. 1991.** *Vesicular — arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Germany.

**Torres-Arias Y, Ortega-Fors R, González S, Furrázola E. 2015.** Diversidad de hongos micorrizógenos arbusculares (Glomeromycota) en bosques semicaducifolios de la Ciénagade Zapata, Cuba. *Rev Jard Bot Nac*. 36:195–200.

**Torres-Arias Y, Ortega-Fors R, Nobre C., Furrázola E. Berbara LL. 2017.** Production of native arbuscular mycorrhizal fungi inoculum under different environmental conditions. *Brazilian Journal of Microbiology* 48: 87–94

**Torres-Arias Y, Hernández-Prado, Furrázola E, Gutiérrez Y. 2019.** Hongos micorrizógenos arbusculares (Glomeromycota) en el bosque de ciénaga El Embarcadero, en la provincia Mayabeque, Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 218: 27-33

