CENSA
CENTRO NACIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA

ARTICULO ORIGINAL

Revista de Protección Vegetal
Vol. 40, enero-diciembre 2025
ISSN: 2224-4697, ISSN-L: 1010-2752
Cu-ID: https://cu-id.com/2247/v40e21

Efectos de la simbiosis micorrízica sobre el rendimiento e infestación de nematodos agalleros en accesiones de *Musa* spp.

Efects of mycorrhizal symbiosis on yield and infestation by root-knot nematodes in *Musa* spp. accessions

Vániert Ventura Chávez[1*], Lianet González Díaz[1], Daine Hernández Ochandía[2], Ileana Miranda Cabrera[2], Roberto Enrique Regalado[2], Belkis Peteira Delgado-Oramas[2], Mayra G. Rodríguez Hernández[2]

[1]*Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Apartado 6, Santo Domingo, CP 53000, Villa Clara, Cuba.*
[2]*Departamento de Sanidad Vegetal. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Apartado 10, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.*

RESUMEN: El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de la inoculación con Hongos Micorrizicos Arbusculares (HMA) en accesiones conservadas en la Colección Nacional de *Musa* spp. en Cuba, sobre el rendimiento de las plantas y el nivel de infestación de nematodos agalleros (*Meloidogyne* spp.). El estudio se realizó en condiciones de campo, con los cultivares 'INIVIT PB-2012' e 'INIVIT PV-2011', estableciéndose tratamientos con y sin inoculación con EcoMic® (*Rhizoglomus irregulare* cepa INCAM-11). A los 12 meses se evaluaron parámetros de crecimiento, rendimiento, porcentaje de colonización radicular, índice de agallamiento y población de *Meloidogyne* spp. en raíces. Los datos se analizaron mediante la prueba T de students y se realizó análisis de correlación de Pearson entre parámetros de desarrollo vegetal, eficiencia de la cepa de HMA e infestación por nematodos agalleros. La inoculación con HMA mejoró significativamente ($p < 0,05$) todas las variables de crecimiento y rendimiento en ambas accesiones. En 'INIVIT PB-2012', las plantas micorrizadas presentaron mayor altura (3,21 m), número de hojas (14,33), número de dedos (77,00) y peso del racimo (17,17 kg), y reducción del índice de agallamiento (0,50) y de la población de nematodos en raíces. Resultados similares se observaron en 'INIVIT PV-2011'. Se encontraron correlaciones positivas significativas entre el porcentaje de colonización micorrízica y los parámetros de desarrollo de las plantas y correlaciones negativas con los indicadores de infestación por nematodos. Se concluyó que la inoculación con *R. irregulare* mejoró el crecimiento y rendimiento de las accesiones de *Musa* spp. y suprimió efectivamente la infestación por nematodos agalleros, representando una herramienta promisoria para el manejo integrado del cultivo.

Palabras claves: bananos, hongos micorrízicos arbusculares, manejo integrado de plagas, *Rhizoglomus irregulare*, *Meloidogyne*, plátanos.

ABSTRACT: The objective of this research was to determine the effectiveness of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) inoculation on yield and root-knot nematode infestation levels in two accessions from the Cuban *Musa* spp. germplasm collection. The cultivars studied in the field were 'INIVIT PB-2012' (*Musa* ABB) and 'INIVIT PV-2011' (*Musa* AAB), both inoculated with the mycorrhizal product EcoMic® (*Rhizoglomus irregulare* INCAM-11 strain) and left uninoculated as a control. At 12 months, growth parameters, yield, root colonization percentage, root galling index, and *Meloidogyne* spp. population in roots were evaluated. AMF inoculation significantly improved ($p < 0.05$) all growth and yield variables in both accessions. In 'INIVIT PB-2012', the mycorrhizal plants showed a greater height (3.21 m), number of leaves (14.33), number of fingers (77.00), and bunch weight (17.17 kg), together with a drastic reduction in root galling index (0.50) and nematode population in roots. Similar results were observed in 'INIVIT PV-2011'. Significant positive correlations were found between mycorrhizal colonization percentage and plant development parameters; correlations with nematode infestation indicators were negative. It was concluded that inoculation with *R. irregulare* improved growth and yield of *Musa* spp. accessions and effectively suppressed root-knot nematode infestation, representing a promising tool for integrated crop management.

Keywords: Arbuscular mycorrhizal fungi, banana, *Rhizoglomus irregulare*, *Meloidogyne*, plantain, integrated pest management.

[*]Autor para correspondencia: vaniertvc1983@gmail.com
Recibido: 13/10/2025
Aceptado: 19/11/2025
Conflicto de intereses: Los autores no poseen conflicto de intereses
Contribución de los autores: Investigación, Curación de datos, Escritura - borrador original: Vániert Ventura Chávez. **Conceptualización, Administración del proyecto, Supervisión, Redacción: revisión y edición:** Belkis Peteira Delgado-Oramas. **Conceptualización, Investigación:** Lianet González Díaz. **Investigación:** Daine Hernández Ochandía. **Análisis formal:** Ileana Miranda Cabrera. **Investigación:** Roberto Enrique Regalado. **Conceptualización, Supervisión, Redacción: revisión y edición:** Mayra G. Rodríguez Hernández.

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

INTRODUCCIÓN

El Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT) custodia la colección de germoplasma de *Musa* spp. en Cuba, siendo una de las ocho organizaciones a nivel mundial que, desde la década pasada (2010-2020), tiene un programa de mejoramiento genético de *Musa* spp. (1). La colección se planta cada cinco años, rotando su posición en las áreas del INIVIT, para disminuir el efecto de plagas y carencias nutricionales (2).

Los nematodos parásitos de plantas (NPP) o nematodos fitoparásitos constituyen plagas importantes de *Musa* spp., y afectan a las accesiones y los cultivares en las colecciones *ex situ* y en campo, respectivamente (2). El estudio de estos organismos resulta esencial para su manejo, en función de disminuir el impacto dañino de estas plagas en el desarrollo y rendimiento de las accesiones.

El manejo de nematodos requiere de estrategias sostenibles que minimicen el impacto ambiental. En este contexto, los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) emergen como una alternativa promisoria. Se documentó que los HMA, además de mejorar la nutrición y el crecimiento de las plantas, pueden inducir mecanismos de resistencia sistémica y alterar las interacciones en la rizosfera, suprimiendo la infestación por nematodos (3). Estudios previos en condiciones semicontroladas evidenciaron la efectividad de la cepa *Rhizoglomus irregulare* (presente en el inoculante EcoMic®) para mejorar el desarrollo del ñame (*Dioscorea alata* L.) y suprimir la reproducción de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood (4). Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar la efectividad de la inoculación con HMA sobre el rendimiento y el nivel de infestación del nematodo agallero en dos accesiones de la colección cubana de germoplasma de *Musa* spp.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en condiciones de campo, en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT) (22,35 ºN; 80,13 ºO), provincia Villa Clara, Cuba, en el período de mayo de 2020 a junio de 2021.

La colección se encontraba sobre un suelo pardo mullido carbonatado, según la Clasificación de los Suelos de Cuba (5). El muestreo inicial para el estudio de las características del suelo y la determinación de las propiedades que caracterizan la fertilidad del horizonte cultivable del suelo se informaron previamente por Espinosa-Cuellar (6) (Tabla 1).

El ensayo se desarrolló en áreas de la colección *ex situ* establecida en 2020, que cuenta con 355 accesiones, ubicadas según un diseño completamente aleatorizado (7). Las accesiones se establecieron en parcelas conformadas por seis plantas, a una distancia de 4,0 x 4,0 m para los tipos burro y de 3,60 x 2,50 m para los tipos viandas y frutas, en un área total de 2,12 ha.

Para este estudio se seleccionaron las accesiones ′INIVIT PB-2012′ (*Musa* ABB) e ′INIVIT PV-2011′ (*Musa* AAB), por su importancia para la agricultura y el programa de mejora genética. Se establecieron dos tratamientos: inoculación con micorrizas y un control sin inocular en ambas accesiones.

Como material de plantación se usaron cormos, correctamente mondados y se seleccionaron por su aspecto sano y calibre similar, con un peso de 2,70 kg (calibre A) (8). La plantación y las atenciones agrotécnicas posteriores, se realizaron según lo recomendado por el Instructivo Técnico del cultivo (8).

Como inoculante se utilizó el producto comercial denominado EcoMic®, procedente del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba, elaborado a base de cepas específicas de HMA que se presenta en formulación sólida. El utilizado en este ensayo, tuvo como especie/cepa a *Rhizoglomus irregulare* cepa INCAM - 11 (9), por comportarse de forma eficiente en suelos pardos (10), con una concentración de 32 esporas x gramo^{-1}. La inoculación se realizó a partir de una mezcla de 0,125 kg de inoculante por cada 600 ml de agua, recubriendo el tercio inferior del cormo, que se dejó secar ligeramente a la sombra durante dos horas previo a la plantación (11).

A los 12 meses, cuando las accesiones presentaban racimos con madurez técnica, se realizaron las siguientes evaluaciones:

- Altura de la planta (m), desde la base del pseudotallo hasta la intercepción de las dos últimas hojas, utilizando una cinta métrica marca Stanley® de 10 m de largo.
- Número de hojas activas.
- Número de dedos por racimo.
- Masa del racimo (kg), con el uso de una báscula marca Sayol® de 250 kg.
- Porcentaje de colonización de EcoMic® en raíces: para esto, se tomaron aproximadamente 200 mg de raíces en cada accesión, que se secaron en estufa a 70ºC hasta masa constante y se tiñeron, según la metodología descrita por Phillips y Hayman (12). La evaluación se realizó en microscopio estéreo 70 x (Stemi 2000-C) y luego se utilizó el método de los interceptos para su determinación (13).

En cada plantón, se extrajeron sub-muestras de suelo rizosférico (300 g) y raíces (100 g) en tres puntos equidistantes a unos 20 - 30 cm del pseudotallo de la planta madre (preferentemente "florecida" o con racimo), a una profundidad de hasta 30 cm (14). Con el suelo y raíces de

Tabla 1. Características agroquímicas del suelo Pardo mullido carbonatado sobre el cual se estableció la Colección Nacional de *Musa* spp., en Cuba entre 2020 y 2025 informadas por Espinosa-Cuellar (6) / Agrochemical characteristics of the carbonate brownish-muldy soil on which the National Collection of *Musa* spp. was established in Cuba between 2020 and 2025 reported by Espinosa-Cuellar (6)

pH		N	MO	P_2O_5	K_2O	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+
KCl	H_2O	(g kg^{-1})		(mg kg^{-1})		(cmol$_c$ kg^{-1})			
6,20	7,00	1,40	17,30	17,50	212,20	27,20	4,10	0,37	0,53

cada accesión, se formaron muestras separadas (de suelo y raíces), se colocaron en bolsa de polietileno, rotularon y transportaron al Laboratorio de Nematología Agrícola del INIVIT. En el laboratorio, las muestras se conservaron a 4°C hasta su procesamiento para la extracción de nematodos. Las muestras de suelo y raíces se procesaron por separado.

Previo a la extracción de los nematodos del suelo, las muestras se homogenizaron, se descartaron fragmentos de rocas u otros elementos y se tamizaron (tamices marca Retsch®, 5 mm). Los nematodos de las muestras de suelo se extrajeron por el método de Bandejas (Placas) de Hemminig y Whitehead modificado (15), utilizando tres réplicas de 100 g/accesión (14), colocando las placas a temperatura ambiente. La suspensión de nematodos de cada réplica se recolectó a las 72 horas por separado y se colocaron en viales de 10 ml.

Previo al procesamiento de las raíces, se determinó el índice de agallamiento, mediante la escala sugerida por Taylor y Sasser (16), en un microscopio estereocopio marca Zeiss®. Posteriormente, para extraer los nematodos presentes en las raíces, estas se lavaron previamente con agua corriente, se dejaron secar al aire sobre papel absorbente durante unas 2 horas y se separaron las raíces no funcionales de las funcionales. Las raíces funcionales se fraccionaron en porciones de 1 cm, se homogeneizaron y se obtuvieron tres sub-muestras de 100 g cada una por tratamiento, que se procesaron por el método de batido + tamizado (con un set de tamices marca Retsch® con aperturas de 300, 125, 63, 45 y 38 µm (14). El recobrado final de cada muestra se recolectó en el tamiz de 38 µm y se depositó en viales de 10 ml correctamente identificados.

A los nematodos extraídos de suelo y raíces, contenidos en los viales, se les dio muerte con calor y se fijaron con TAF (14).

Las suspensiones de nematodos se cuantificaron utilizando un microscopio binocular invertido (Zeiss®), ubicando la suspensión de nematodos en una placa de conteo de PVC con paredes verticales, que posee dos compartimientos de diferente capacidad, los nematodos se contabilizaron en el compartimiento mayor. Las poblaciones de *Meloidogyne* se expresaron como número de nematodos.100 g^{-1} de suelo o raíces.

Se conformaron bases de datos en Microsoft Excel 2016 para el análisis estadístico. Los tratamientos se compararon mediante la prueba T de students, previa comprobación de normalidad de los datos. Se realizó análisis de correlación de Pearson entre parámetros de desarrollo vegetal, eficiencia de la cepa de HMA e infestación por nematodos agalleros. Se graficó la matriz de correlaciones según escala de significación. Para los análisis se empleó Rstudio 1.4.1106 (17)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cultivar 'INIVIT PB-2012', la inoculación con micorrizas mostró efectos significativos en todos los parámetros evaluados. Las plantas tratadas con HMA presentaron una mayor altura, número de hojas y de dedos por racimo, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), con respecto al control sin inocular. La masa del racimo también fue significativamente superior en las plantas micorrizadas (Tabla 2).

Por otro lado, los parámetros relacionados con la infestación del nematodo mostraron una disminución considerable: el índice de agallamiento que fue significativamente menor y la población de nematodos en raíces se redujo sustancialmente. Finalmente, el porcentaje de colonización de las raíces por micorrizas confirmó la efectividad de la cepa, mucho mayor en las plantas micorrizadas (Tabla 2). En conjunto, estos resultados demostraron que la micorrización en el cultivar de plátano 'INIVIT PB-2012', no solo promovió un mejor crecimiento y rendimiento, también le confirió una mayor tolerancia al ataque de nematodos agalleros.

De manera similar ocurrió en el cultivar 'INIVIT PV-2011', el cual mostró una respuesta positiva y significativa a la inoculación con HMA. Se observaron mejoras en todos los parámetros de crecimiento; las plantas con HMA presentaron mayor altura, formaron mayor número de hojas, produjeron racimos con mayor número de dedos y un peso de los racimos significativamente mayor (Tabla 3).

La aplicación de micorrizas también ejerció un notable efecto supresor, con una reducción significativa del índice de agallamiento y de la población de nematodos en las raíces. El alto porcentaje de colonización radical en las plantas inoculadas sugirió el establecimiento eficaz de la simbiosis. Estos hallazgos indicaron que, para el cultivar 'INIVIT PV-2011', los HMA son igualmente efectivos para mejorar el vigor de la planta, incrementar el rendimiento del racimo y proporcionar protección contra nematodos agalleros (Tabla 3).

Tabla 2. Efecto de la inoculación con HMA (producto cubano EcoMic®) sobre variables de crecimiento, rendimiento e infestación de nematodo agallero en plantas de *Musa* spp. cv. 'INIVIT PB-2012'. / Effect of the inoculation with AMF (Cuban product EcoMic®) on growth variables, yield, and root-knot nematode infestation in *Musa* spp. cv. 'INIVIT PB-2012' plants.

Variables	Sin Micorrizas	Con Micorrizas	T	p-value
Altura de la planta (m)	2,88	3,21	-2,87	0,01
Número de hojas	12,00	14,33	-4,72	0,00
Número de dedos	67,83	77,00	-2,24	0,04
Masa del racimo (Kg)	12,83	17,17	-3,07	0,01
Índice de agallamiento	2,50	0,50	4,14	0,00
Población de nematodos en 100 g de raíces	63,17	14,33	3,67	0,00
Porcentaje de colonización micorrízica	10,83	52,50	-29,88	0,00

Tabla 3. Efecto de la inoculación con HMA (producto cubano EcoMic®) sobre variables de crecimiento, rendimiento e infestación de nematodo agallero en plantas de *Musa* spp. cv. 'INIVIT PV-2011'. / Effect of inoculation with AMF (Cuban product EcoMic®) on growth variables, yield, and root-knot nematode infestation in *Musa* spp. cv. 'INIVIT PV-2011' plants.

Variables	Sin Micorrizas	Con Micorrizas	T	p-value
Altura de la planta (m)	2,31	2,50	-6,01	0,00
Número de hojas	11,17	12,17	-4,24	0,00
Número de dedos	40,83	48,33	-5,80	0,00
Peso del racimo (Kg)	11,50	16,33	-8,91	0,00
Índice de agallamiento	4,17	1,33	7,60	0,00
Población de nematodos en 100 g de raíces	280,50	80,50	4,38	0,00
Porcentaje de colonización micorrízica	9,17	51,67	-31,63	0,00

Los resultados mostraron que los parámetros de desarrollo y rendimiento, Altura de la planta (AP), Número de hojas (NH), Número de dedos por racimo (ND) y Peso del racimo (PR) mostraron fuertes correlaciones positivas con el Porcentaje de Colonización Micorrízica (PCM), con coeficientes r que oscilaron entre 0,65 y 0,86, lo que sugirió la efectividad de la simbiosis micorrizíca en ambas accesiones de *Musa* spp. (Figura 1).

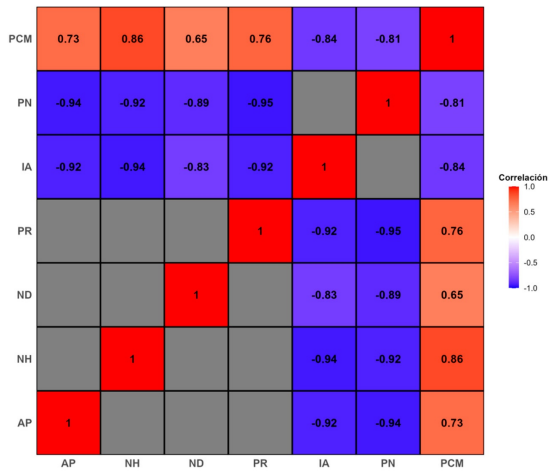


Figura 1. Matriz de correlación de Pearson entre parámetros de desarrollo vegetal, eficiencia de la cepa de HMA e infestación por nematodos agalleros. / Pearson correlation matrix between plant development parameters, AMF strain efficiency, and root-knot nematode infestation.
Color rojo: Indican correlaciones positivas, Color azul indican correlaciones negativas / Positive correlations in red, Negative correlations in blue. Leyenda: AP: Altura de la planta, NH: Número de hojas, ND: Número de dedos por racimo, PR: Peso del racimo, PCM: Porcentaje de colonización de HMA, IA: Índice de agallamiento, PN: Población final estimada de *Meloidogyne* spp. / Legend: AP: plant height, NH: leaves number, ND: number of fingers per bunch, PR: bunch weight. PCM: percentage of HMA colonization, IA: Gelling Index, PN: estimated final population of *Meloidogyne* spp.

Por el contrario, las variables asociadas a la infestación por nematodos, Índice de Agallamiento (IA) y la Población final de *Meloidogyne* (PN) presentaron correlaciones negativas y significativas con todos los parámetros de desarrollo vegetal con valores de r entre -0,83 y -0,95) (Figura 1), lo que reveló que, a medida que aumentan las poblaciones de agalleros en las raíces de las plantas de *Musa* spp., disminuye el crecimiento y rendimiento del cultivo, aspecto a tener en cuenta por los agricultores.

Por otra parte, la colonización por HMA del sistema radicular mostró correlaciones negativas y significativas con el índice de agallamiento y la población de nematodos, con valores r = -0,84 y -0,81, lo que indica que, una mayor colonización de las raíces por HMA provoca la disminución del índice de agallamiento y de las poblaciones de nematodos agalleros. Estos hallazgos sugieren la realización de nuevas investigaciones encaminadas a determinar los mecanismos bioquímicos que se presentan en la interacción hospedante - micorrizas - nematodos agalleros.

Los resultados de este estudio demostraron que la inoculación con el producto micorrízico EcoMic®, basado en la cepa *R. irregulare* - INCAM-11, ejerció un efecto positivo significativo sobre el crecimiento, el rendimiento y la supresión del nematodo agallero en las accesiones de *Musa* spp. evaluadas que crecieron en suelo Pardo mullido carbonatado. Las mejoras observadas en altura de la planta, número de hojas, número de dedos y peso del racimo, fuertemente correlacionadas con un alto porcentaje de colonización radical, confirmaron la eficacia de la simbiosis micorrízica. Estos hallazgos concuerdan con lo informado por Simó *et al.* (18), quienes observaron que la inoculación con HMA durante la aclimatización de vitroplantas de banano cv 'FHIA-18' (AAAB) mejoró significativamente el desarrollo vegetal y el establecimiento en campo, destacando la función de la cepa INCAM-11de *R. irregulare* en suelos con pH alcalino.

Por otro lado, la notable reducción en el índice de agallamiento y la población de *Meloidogyne* spp. en raíces sugirió un efecto supresor de los HMA. Como señaló Schouteden *et al.* (3), los HMA pueden inducir mecanismos de resistencia sistémica (MIR) en la planta, alterar la composición de exudados radiculares y competir por espacios de colonización en la rizósfera, lo que limita la infestación por nematodos fitoparásitos. Esta interacción antagónica fue claramente observable en los resultados obtenidos, donde una menor incidencia de agallamiento y menor población de agalleros en raíces se asoció con una mayor colonización micorrízica.

Además, estudios previos en condiciones semicontroladas, demostraron la efectividad de esta cepa de HMA para suprimir la reproducción de *M. incognita* en ñame (*D. alata*) (4), lo que respalda su potencial como agente de control biológico en cultivos tropicales. La consistencia de estos resultados en diferentes cultivos y condiciones refuerza la viabilidad del uso de HMA como parte de estrategias de manejo integrado de nematodos.

En conjunto, estos hallazgos resaltan el doble beneficio de la simbiosis micorrízica pues no solo mejora el vigor y la productividad del cultivo, también contribuye a la supresión de patógenos del suelo.

CONCLUSIÓN

La inoculación con el hongo micorrízico arbuscular *Rhizoglomus irregulare* (cepa INCAM-11) mejoró significativamente el crecimiento y rendimiento de las accesiones de *Musa* spp. 'INIVIT PB-2012' e 'INIVIT PV-2011', y a la vez suprimió la infestación del nematodo agallero (*Meloidogyne* spp.), con reducciones notables en el índice de agallamiento y la población del nematodo en raíces. Estos resultados posicionan a este inoculante micorrízico como posible organismo para el manejo integrado de nematodos agalleros en accesiones de *Musa* spp.

AGRADECIMIENTOS

El colectivo de autores quisiera agradecer al proyecto internacional "Microbial Uptakes for Sustainable management of major banana pests and diseases (MUSA)" H2020-SFS-2016-2017, Número de propuesta 727624 (2017-2021), pues su financiamiento posibilitó la ejecución de este estudio. En el INIVIT al Dr. Sergio Rodríguez (EPD), por su apoyo incondicional desde el inicio de los trabajos, a José de la C. Ventura Martín, Alfredo Morales Rodríguez, Milagros Basail Pérez, Agustín Adel Vázquez Camejo y Dionelkis Hernández Hernández, así como en el CENSA a Giselle Calabuche Gómez, Dairys García Perera, Lidia López Perdomo y Fraimaris de Moya Abich, por toda la ayuda prestada durante el procesamiento de muestras en el laboratorio. Los autores agradecen a los revisores del manuscrito por sus valiosas sugerencias, las que contribuyeron al mejoramiento del artículo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ventura-Chávez V, Peteira Delgado-Oramas B, González DL, Hernández-Ochandía D, Miranda CI, Enríquez R, *et al.* Fitonematodos asociados a accesiones seleccionadas de la colección cubana de germoplasma de *Musa* spp. Cultivos Tropicales. 2025; 46(1). https://cu-id.com/2050/v46n1e13
2. Rodríguez MG, Peteira B, Ventura-Chávez V, Simó GJ, Martínez B, Arévalo J, *et al*. Elementos para fortalecer el manejo de picudo negro y nematodos fitoparásitos del banano y plátano (*Musa* spp.) en Cuba. Editorial CENSA, Mayabeque, Cuba. 2023. ISBN: 978-959-7125-46-4 (versión digital). 77 pp.
3. Schouteden N, De Waele D, Panis B, Vos CM. Arbuscular mycorrhizal fungi for the biocontrol of plant-parasitic nematodes: A review of the mechanisms involved. Front Microbiol. 2015; 6:1280. https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01280
4. Ventura-Chávez V, Ramírez GJE, Miranda I, Hernández-Ochandía D, Rodríguez MG. Biocarbón, humus y micorrizas: efecto sobre *Dioscorea alata* L. e infestación y reproducción de nematodo agallero en condiciones semicontroladas. Rev. Protección Veg. 2023; 38. https://cu-id.com/2247/v38e0
5. Hernández A, Pérez J, Bosch M, Castro D. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA; 2015.
6. Espinosa-Cuellar A. Factibilidad y beneficios de la inoculación micorrízica arbuscular en la producción de boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) [Tesis doctoral]. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Mayabeque, Cuba. 2021. 100 p.
7. González Díaz L, Ramírez Pedraza T, Rodríguez Morales S, Román MI, Hernández Estrada M, Beovides García Y, *et al*. Características morfo-agronómicas de genotipos de plátanos (*Musa* spp.) pertenecientes al banco de germoplasma del INIVIT. Centro Agricola. 2009; 36(2):31-39.
8. Ministerio de la Agricultura (MINAG) de la República de Cuba. Instructivo Técnico para la producción de *Musa*. Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF). Biblioteca ACTAF. Cuba. 2018. 36 p.
9. Sieverding E, Alves da Silva G, Berndt R, Oehl F. *Rhizoglomus*, a new genus of the Glomeraceae. Mycotaxon. 2014;129(2):373-386. DOI:10.5248/129.373
10. Rivera R, Fernández F, Ruiz L, González PJ, Rodríguez Y, Pérez E, *et al*. Manejo, integración y beneficios del fertilizante micorrízico EcoMic® en la producción agrícola. San José de las Lajas, Cuba. Ediciones INCA.2020. 151 p.
11. Ruíz L, Simó J, Rodríguez S, Rivera R. Las micorrizas en cultivos tropicales. Una contribución a la sostenibilidad agroalimentaria. Editorial Académica Española. 2012. 239 p.
12. Phillips M, Hayman E. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans Br Mycol Soc. 1970; 55:158-61.
13. Giovanetti M, Mosse B. An evaluation of techniques to measure vesicular-arbuscular infection in roots. New Phytol. 1980; 84:489-500.
14. Coyne DL, Nicol JM, Claudius-Cole B. Practical plant nematology: a field and laboratory guide. 2nd ed. Cotonou, Benin. SP-IPM Secretariat, International Institute of Tropical Agriculture (IITA). 2014. 88 p.
15. Hernández-Ochandia D, Rodríguez Hernández MG, Miranda Cabrera I, Holgado R. Métodos para la extracción de nematodos presentes en suelos del agrupamiento Ferralítico en Cuba. Rev. Protección Veg. 2016;31(3):228-32.
16. Taylor AL, Sasser JN. Biology, identification and control of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* species). International *Meloidogyne* Project. North Carolina State University Graphics. 1978. 153 pp.
17. Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, González L, Tablada M, Robledo CW. InfoStat versión 2022. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 2022. Available from: http://www.infostat.com.ar
18. Simó González JE, Ruiz Martínez LA, Rivera Espinosa R. Inoculación de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) y relaciones suelo pardo-abonos orgánicos en la aclimatización de vitroplantas de banano. Cultivos Tropicales. 2017; 38(3):102-111.