

Aislamiento y selección de hongos endófitos nativos con potencial antagonístico a nematodos fitoparásitos en banano en las provincias Valverde y Montecristi

Marisol Morel^{1*}, Socorro García^{1}, Yency Castillo¹, Juan de Dios Moya², Domingo Rengifo³, Teófila Reinoso⁴ y Nélsida Martínez²**

Investigadores del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). 1** Investigador líder, investigadores y asistente del proyecto "Exploración y selección de microorganismos antagonísticos nativos para el control de nematodos fitoparásitos en plantaciones de banano" Idiaf/Mescyt ^{1 y 2} Estación Experimental Cacaotera Mata Larga del Idiaf en San Francisco de Macorís, ³Centro Norte del idiaf en La Vega. *Autor para correspondencia: marisolmorel25@hotmail.com/

RESUMEN

En la República Dominicana, la producción de banano (*Musa AAA*) se ha convertido en una actividad agrícola importante para la generación de divisas y empleos, con incremento significativo desde los años 1990. El cultivo de banano es afectado por nematodos fitoparásitos que destruyen el sistema radicular de las plantas. El objetivo de esta investigación fue aislar e identificar hongos nativos con potencial antagonístico a nematodos fitoparásitos en plantaciones de banano. Se muestrearon 20 fincas de bananos, 10 en la provincia Valverde y 10 en la provincia Montecristi. Las muestras se procesaron en el laboratorio de la Estación Experimental Mata Larga del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf), San Francisco de Macorís. Fueron seleccionadas raíces aparentemente sanas, se lavaron y cortaron en trozos de 3 a 4 cm de largo y se desinfectaron en cloro comercial al 2 % durante tres minutos, se pasaron tres veces por agua destilada estéril. Posteriormente, se sembraron en platos Petri con PDA 10 %. Se utilizaron cuatro platos por muestra, en cada plato se colocó cinco trocitos de raíces. Luego se incubaron de 5 a 7 días a 28 ± 2 °C, y se identificaron las colonias desarrolladas en base a sus características morfológicas. En las muestras provenientes de la provincia Valverde, se aislaron 214 colonias de hongos endófitos, 13 corresponden al género *Trichoderma* y 201 a *Fusarium*. De las provenientes de Montecristi, se aislaron 209 colonias, de las cuales 53 corresponden al género *Trichoderma* y 156 a *Fusarium*. Del género *Trichoderma* se conservaron 19 cepas y del género *Fusarium* 18 cepas no patogénicas.

Palabras claves: Palabras claves: *Trichoderma*, *Fusarium*, colonias, muestreos, musáceas

ABSTRACT

In the Dominican Republic, banana production (*Musa AAA*) has become an important agricultural activity for the generation of foreign exchange and jobs, with a significant increase since the 1990s. Banana cultivation is affected by phytoparasitic nematodes that destroy the system root of plants. The objective of this research was to isolate and identify native fungi with antagonistic potential to phytoparasitic nematodes in banana plantations. 20 banana farms were sampled, 10 in the Valverde province and 10 in the Montecristi province. The samples were processed in the laboratory of the Mata Larga Experimental Station of the Dominican Institute of Agricultural and Forestry Research (Idiaf), San Francisco de Macorís. Apparently healthy roots were selected, washed and cut into 3 to 4 cm long pieces and disinfected in 2% commercial chlorine for three minutes, passed three times through sterile distilled water. Subsequently, they were seeded in Petri dishes with 10% PDA. Four plates were used per sample, in each plate five pieces of roots were placed. Then they were incubated for 5 to 7 days at 28 ± 2 °C, and the developed colonies were identified based on their

morphological characteristics. In the samples from the Valverde province, 214 colonies of endophytic fungi were isolated, 13 corresponding to the genus *Trichoderma* and 201 to *Fusarium*. Of those from Montecristi, 209 colonies were isolated, of which 53 correspond to the genus *Trichoderma* and 156 to *Fusarium*. Of the genus *Trichoderma*, 19 strains were conserved and of the genus *Fusarium* 18 non-pathogenic strains.

Keywords: Trichoderma, Fusarium, colonies, samples, musaceae

INTRODUCCIÓN

En la República Dominicana, la producción de banano (*Musa AAA*) se incrementó a partir de la renovación en la década de 1990, del puerto de Manzanillo, esto permitió que el país realice exportaciones de banano hacia Europa, Álvarez (2018). Las exportaciones de banano se han incrementado en los últimos años, pasando de 11,000 tm en 1990 a 334,000 tm en 2010 y para el 2019, a unas 394,448 tm, siendo la Unión Europea y los Estados Unidos de América los principales importadores, FAO (2012), MA (2020). El banano orgánico representa más del 55 % de la producción mundial; siendo, además, el de mayor demanda en los mercados internacionales, principalmente en la Unión Europea, FAO (2017). El banano, al igual que las demás musáceas, es afectado por nematodos fitoparásitos que destruyen el sistema radicular, debilitando el anclaje de las plantas, Gowen *et. al* (2005). También, al producir heridas en el sistema radicular, los nematodos facilitan la entrada de patógenos como son los hongos y las bacterias; esto genera pérdidas importantes en la producción. Las pérdidas económicas debidas a los nematodos ocurren principalmente por el volcamiento de las plantas, Román (1978). En la región noroeste de la República Dominicana, en un diagnóstico de laboratorio realizado entre los años 2010 al 2015 se observó que el nematodo *Helicotylenchus* sp fue el predominante en muestras de raíces de banano (69 %) y suelos bananeros (entre 49 y 58 %).

Los métodos de control de estos nematodos, por lo general, se basan en el uso de productos químicos sintéticos, Castillo *et al.* (2003) y Araya (2003). El manejo biológico con el uso de microorganismos antagonistas es una alternativa para reducir el daño producido por estos patógenos en este cultivo. Entre los microorganismos antagonistas se encuentran los hongos endófitos, Dubois *et al.* (2006). Los hongos endófitos son organismos que establecen una asociación específica con su hospedero para mutuo beneficio, Abello y Kelemu (2006). Estos hongos pueden ser encontrados colonizando las hojas, tallos y raíces de las plantas, Paris (2016).

En la rizosfera del banano han sido aislados microorganismos que pueden servir como controladores biológicos de enfermedades en el cultivo. Carr *et al.* (2012) aislaron hongos con gran potencial para controlar la enfermedad Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet). De igual forma, Medina (2016) aisló del suelo de la rizosfera de la especie silvestre del género *Polianthes*, el hongo *Trichoderma*, el cual, en pruebas de antagonismo *in vitro* contra *Fusarium oxysporum*, mostró capacidad antagónica contra el fitopatógeno. Marcano (2014) realizó aislamiento, caracterización y selección de cepas de bacterias de la rizosfera del banano en República Dominicana para el desarrollo de biofertilizantes. Condemarin *et al.* (2018) aislaron y caracterizaron bacterias, de suelos sin cultivar, cultivados y de rizosfera de raíces sanas del cultivo de uva (*Vitis vinifera*), y evaluaron *in vitro* su capacidad nematicida contra *Meloidogyne javanica*, logrando la mayor mortalidad con cepas

de *Pseudomonas putida* y *Bacillus subtilis*. La obtención de microorganismos nativos antagonistas en los sistemas de producción de banano permitirá probar la eficacia como agentes de biocontrol sobre nematodos fitoparásitos, con lo cual se puede contribuir a la seguridad alimentaria y a la disminución de la contaminación ambiental. Además, se puede favorecer la creación y desarrollo de industrias locales para el procesamiento de productos biológicos y contribuir a la generación de empleos. Esta investigación se desarrolló con el objetivo de aislar e identificar microorganismos nativos con potencial antagonista a nematodos fitoparásitos en plantaciones de banano en las provincias de Valverde y Montecristi.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó desde abril del 2019 hasta agosto del 2020, dentro del proyecto "Exploración y selección de microorganismos antagonistas nativos para el control de nematodos fitoparásitos en plantaciones de banano", teniendo dos escenarios: a nivel de campo, mediante muestreos de raíces en plantaciones de banano en zonas productoras de las provincias de Valverde y Montecristi, localizada en el nordeste de la República Dominicana y en laboratorio, mediante el aislamiento de microorganismos de las muestras, en los laboratorios de protección vegetal de la Estación Experimental Cacaotera Mata Larga del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf) en San Francisco de Macorís, provincia Duarte, en el nordeste de la República Dominicana.

Selección de las muestras

Se realizó un muestreo exploratorio no probabilístico (Hernández *et al.* 1998), se tomaron muestras de raíces (Figura 1) en 20 fincas cultivadas de bananos, 10 fincas en la provincia Valverde y 10 en la provincia de Montecristi. Se tomó por cada hectárea una muestra compuesta por cinco submuestras, colectadas frente al hijo sucesor de plantas de banano recién paridas, a una profundidad de 20 cm. Para la toma de las muestras, se utilizó palín y tijeras. La cantidad de muestras tomadas por finca dependió del tamaño de la misma. Entre ambas provincias se tomaron 83 submuestras, de las cuales 44 correspondieron a Valverde y 39 a Montecristi, para conformar las 10 muestras de cada provincia. De las 10 fincas muestreadas en Valverde, ocho realizan manejo orgánico y dos, convencional. De igual manera, en Montecristi, ocho realizan manejo orgánico y dos convencional (Tabla 1). El número de fincas muestreadas se determinó por los resultados de un diagnóstico, realizado previo a esta actividad, mediante encuestas a los productores y de las cuales se determinó que los mismos no aplican productos a base de *Trichoderma*.



Figura 1. Muestreo de raíces en plantación de banano. Foto: Socorro García

Tabla 1. Cantidad de muestras recolectadas por provincia, municipio, finca y manejo realizado.

Provincia	Municipio	Finca	Manejo	Muestra
Valverde	Boca de Mao	Darío Bueno	Orgánico	8
	El Junquito, Mao	Franklin Ferreira	Orgánico	9
	El Juncalito, Mao	Miguel Isaías	Orgánico	8
	Laguna Salada	Rumaldo Rodríguez	Convencional	2
		Francisco Chávez	Orgánico	5
		Ramón Cabrera	Convencional	1
	El Charco	Rubén Darío	Orgánico	6
		Salustina Campos	Orgánico	2
	Tierra fría, Amina	Carolina Fermín	Orgánico	2
		Luis Payero	Orgánico	1
				44
Montecristi	Las Aguas	Miky Shigetome	Orgánico	6
	Palo Verde	Librado Torres	Convencional	1
	Piloto	Richard Núñez	Convencional	3
	Jaramillo	Carlos Salcedo	Orgánico	3
		Leonardo Toribio	Orgánico	5
		Héctor de Jesús Quintero	Orgánico	4
	Hatillo Palma	Roberto Sánchez	Orgánico	3
		Ana Mercedes Morel	Orgánico	2
		José Padilla	Orgánico	6
		Sonia Cruz	Orgánico	6
				39

Procesamiento de las muestras

Para el aislamiento de hongos endófitos se utilizó la metodología descrita por Pocasangre *et al.* (2000). Se seleccionaron raíces aparentemente sanas, que fueron lavadas y cortadas en trozos entre 3 y 4 cm de largo, se colocaron en frasco de vidrio, previamente esterilizado. La desinfección se realizó por inmersión en cloro (hipoclorito de sodio al 2%) durante tres minutos, luego se enjuagó mediante el pase de tres veces por agua destilada estéril (Figura 2). Para eliminar humedad de los trozos de raíces, se colocaron en papel servilleta estéril y se cortaron en segmentos de aproximadamente 1.0 cm.

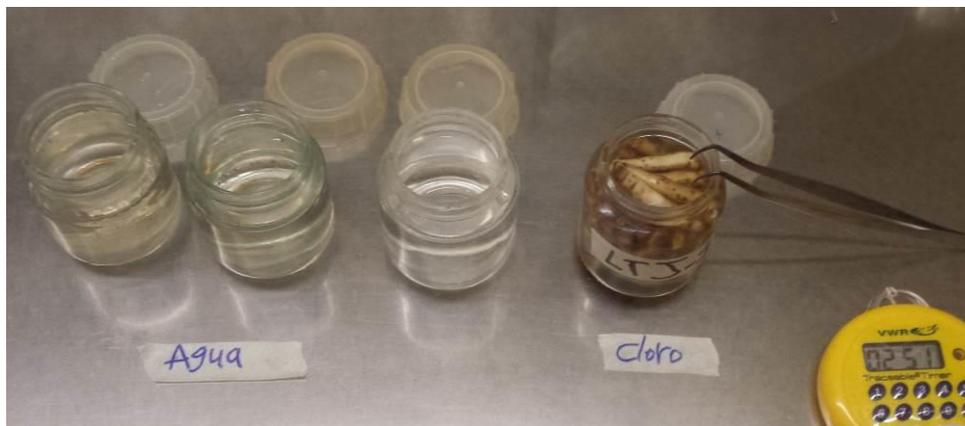


Figura 2. Desinfección de raíces recolectadas. Foto Marisol Morel

Los segmentos de las raíces fueron cortados longitudinalmente y sembrados en placa de Petri con medio de cultivo a base de papa dextrosa agar (PDA) al 10 %, al que se agregó 2 ml/l de amoxicilina y 20 gotas de ácido láctico 85 %. Se utilizó cuatro platos Petri por muestra y en cada plato se colocó cinco trocitos de raíz, para un total de 20 trocitos por muestra, Figura 3. Los platos se incubaron durante 5 a 7 días a 28 ± 2 °C., hasta que se observó crecimiento de micelios y se identificó a las colonias desarrolladas en base a sus características morfológicas. Las colonias se purificaron mediante nuevos cultivos con puntas de hifa. Aproximadamente después de 8 días de incubados se conservaron en microtubos de 2 ml con glicerol al 30 % y que fueron colocados en una nevera a temperatura de - 4 °C.

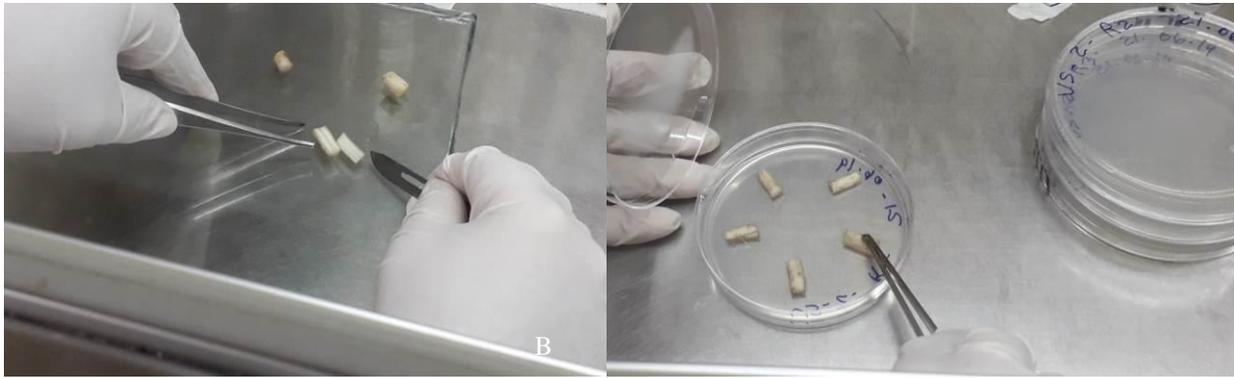


Figura 3. Procesamiento de las muestras, A) corte longitudinal, B) siembra en PDA en placas de Petri.
Foto Nélsida Martínez

Después de 7 a 8 días de incubación de los segmentos de raíces, se evaluó por finca y municipio la cantidad de colonias de hongos endófitos *Trichoderma* spp. y *Fusarium* spp. que crecieron o desarrollaron en platos Petri.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En las muestras de raíces de bananos de las provincias Valverde y Montecristi se aisló un total de 423 colonias de hongos endófitos nativos de los géneros *Trichoderma* y *Fusarium*. Del género *Trichoderma* se aislaron 66 colonias y de *Fusarium* 357. Según Beltrán-García *et al.* (2016), las raíces son el órgano principal de las plantas en donde ocurre la colonización de hongos y bacterias endófitas. Paris (2016), estudiando la diversidad y distribución de hongos endófitos en hojas, tallos y raíces, reportó que la raíz es el órgano donde se encuentra la mayor riqueza de colonización endófitas. Igualmente, Barrios-Murillo (2006), evaluando hongos endófitos para el manejo de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en plátano, determinó que en la raíz y en el cormo es donde ocurre la mayor presencia de los endófitos.

En las muestras de colectadas en la provincia de Valverde, se aislaron 13 colonias de *Trichoderma* y 201 de *Fusarium*, para un total de 214 colonias, y en las muestras colectadas en la provincia de Montecristi, se aislaron 53 colonias de *Trichoderma* y 156 de *Fusarium*, para un total de 209 colonias, Figura 4.

Estos resultados superan a los obtenidos por Meneses (2003) en diferentes sistemas de producción de banano orgánico. García *et al.* (2017) reportaron 300 colonias de los hongos endófitos *Trichoderma* y *Fusarium* aislados en plantaciones de plátano.

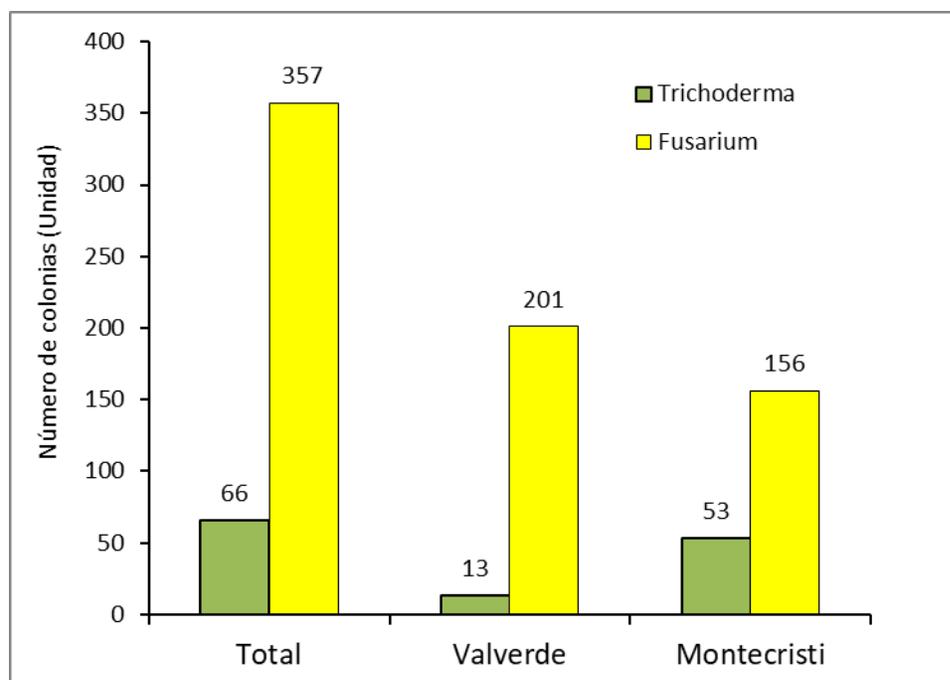


Figura 4. Colonias de hongos endófitos *Trichoderma* y *Fusarium* aislados de raíces de banano de Valverde y Montecristi

En la provincia de Valverde, se aislaron colonias del género *Trichoderma* en cuatro fincas, y del género *Fusarium* en las 10 fincas muestreadas, *Trichoderma* fue encontrado en mayor cantidad en la finca Miguel Isaías, en El Juncalito, Mao, con cinco colonias, seguido por la finca Darío Bueno en Boca de Mao, con cuatro colonias. Riera-Villalba (2015) reportó mayor cantidad, 11 aislados de *Trichoderma* spp en plantaciones de banano; la mayor presencia del género *Fusarium* se encontró en las fincas Darío Bueno y Miguel Isaías, con 52 colonias, respectivamente, Figura 5.

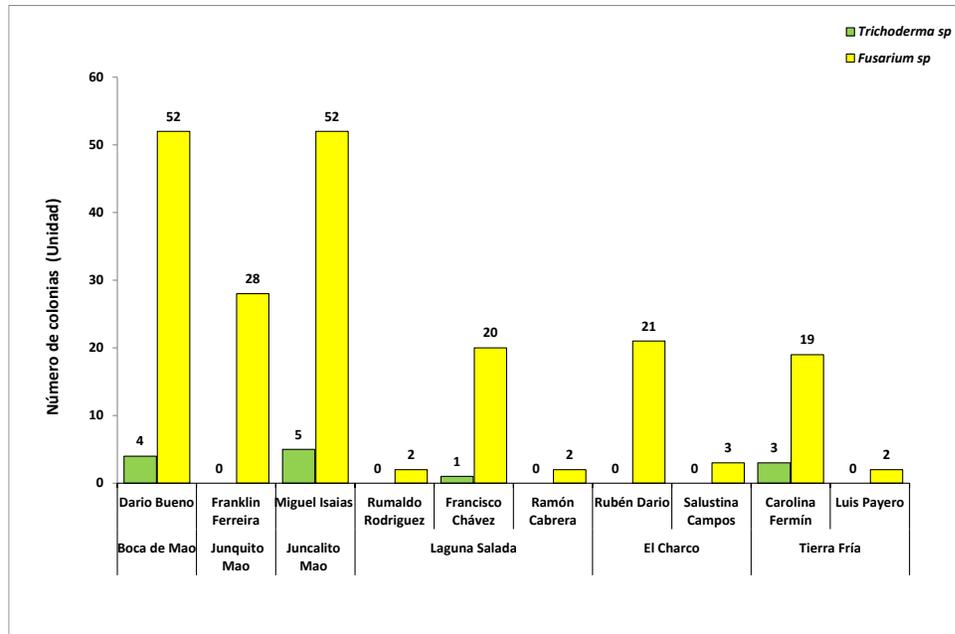


Figura 5. Número de colonias de *Trichoderma* y *Fusarium* aisladas de raíces de banano de fincas de Valverde

En la provincia de Montecristi, el género *Trichoderma* fue aislado en 6 fincas y *Fusarium* en todas las fincas muestreadas. La mayor presencia de *Trichoderma* (44 colonias) fue encontrada en la finca Roberto Sánchez en Hatillo Palma, mientras que la presencia de *Fusarium* fue la mayor en la finca José Padilla, con 43 colonias, Figura 6. Resultados similares fueron reportado por García *et al.* (2017), quienes encontraron 31 aislados de *Trichoderma* spp en raíces de plantas de plátano, aparentemente sanas.

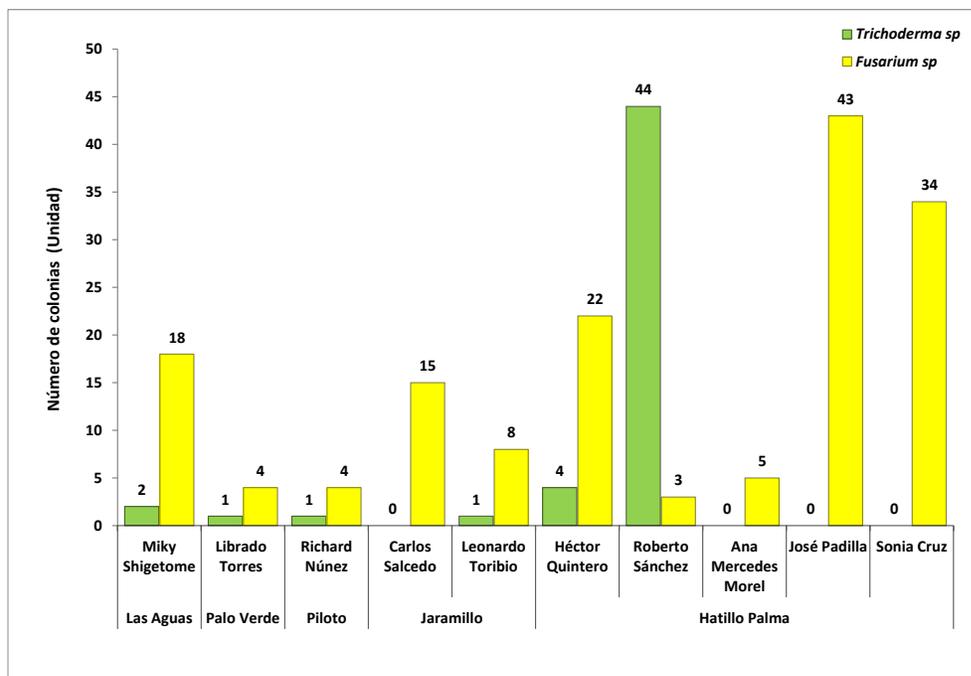


Figura 6. Número de colonias de *Trichoderma* y *Fusarium* aisladas de raíces de banana de fincas de Montecristi

En la Figura 7, se muestra el crecimiento de colonias de los hongos endófitos *Trichoderma* y *Fusarium* desde los segmentos de raíces de banana en platos Petri.

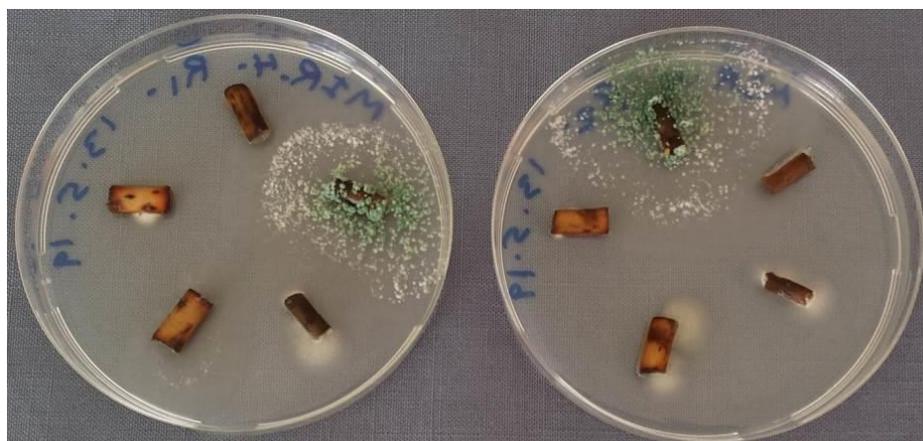


Figura 7. Colonias de hongos endófitos desarrollados en PDA. En color verde *Trichoderma* y con crecimiento mayor, y en color blanco *Fusarium* y menor crecimiento. Foto Marisol Morel

De los hongos endófitos del género *Trichoderma* aislados en Valverde y Montecristi, se conservaron 19 cepas y de *Fusarium* 18 cepas. De las colonias de *Trichoderma* spp. aisladas de Valverde se conservaron 9 cepas y de las colonias de *Fusarium* (no patogénico) se conservaron 11 cepas, Figura 8.

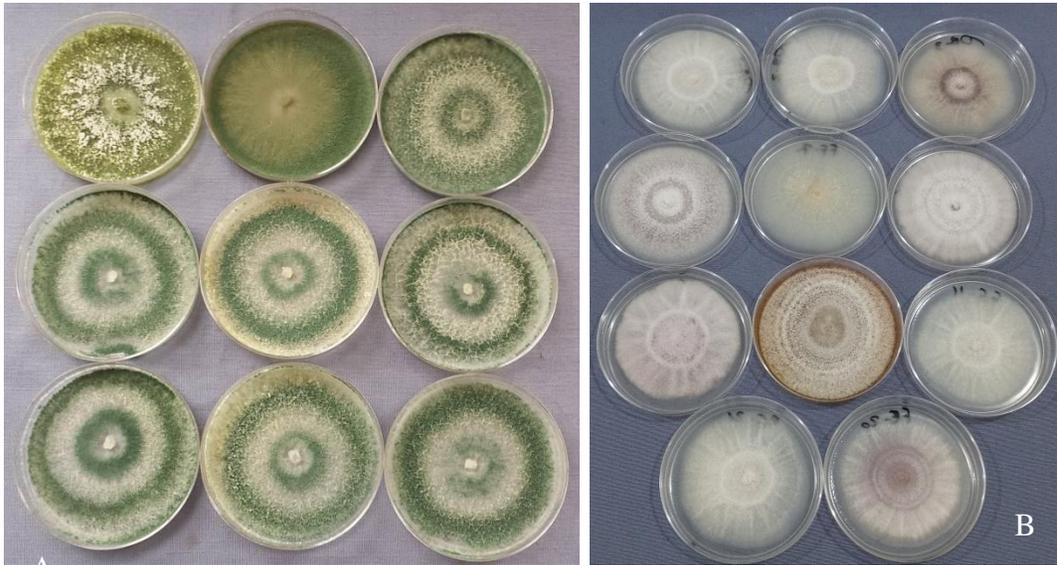


Figura 8. Cepas endófitas aisladas en plantaciones de Valverde: A) *Trichoderma* spp. B) *Fusarium* spp.
Foto Marisol Morel

De las colonias de *Trichoderma* aisladas de Montecristi, se conservaron 10 cepas (Figura 9), y de *Fusarium* (no patogénico) se conservaron 8 cepas.

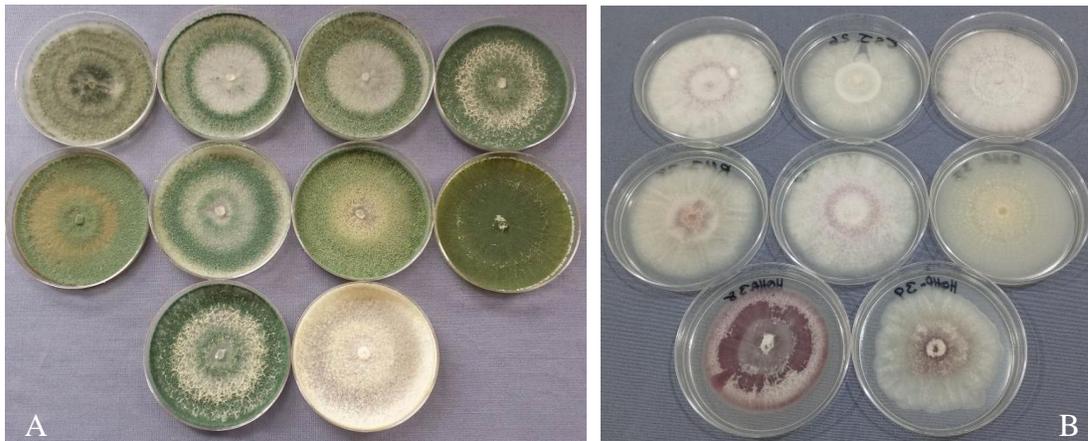


Figura 9. Cepas endófitas aisladas en plantaciones de Montecristi: A) *Trichoderma* spp., B) *Fusarium* spp.
Foto Marisol Morel

Las 19 cepas de *Trichoderma* aisladas del sistema radicular de plantas de banano de las provincias Valverde y Montecristi se encuentran conservadas en glicerol al 30%, las mismas están identificadas molecularmente, Tabla 2.

Tabla 2. Especies nativas de *Trichoderma* aisladas en Valverde y Montecristi identificadas molecularmente.

Código de las cepas	Especie identificada
DB-4-E	<i>Trichoderma longibrachiatum</i>
DB-5-E	<i>Trichoderma harzianum</i>
MI-13-E	<i>Trichoderma asperellum</i>
MI-14-E	<i>Trichoderma asperellum</i>
MI-15-E	<i>Trichoderma</i> sp.
FC-16-E	<i>Trichoderma asperellum</i>
VS-17-E	<i>Trichoderma asperellum</i>
VS-18-E	<i>Trichoderma</i> sp.
VS-19-E	<i>Trichoderma asperellum</i>
MSLA-22-E	<i>Trichoderma asperellum</i>
LTPV-23-E	<i>Trichoderma viride</i>
LTPV-24-E	<i>Trichoderma</i> sp.
RNP-30-E	<i>Trichoderma asperelloides</i>
LTJ-31-E	<i>Trichoderma asperellum</i>
HQHP-32-E	<i>Trichoderma</i> sp.
RSHP-33-E	<i>Trichoderma</i> sp.
RSHP-34-E	<i>Trichoderma longibrachiatum</i>
RSHP-35-E	<i>Trichoderma asperellum</i>
RSHP-36-E	<i>Trichoderma asperellum</i>

CONCLUSIONES

- En plantaciones (fincas) de bananos de las provincias Valverde y Montecristi fueron aislados e identificados hongos endófitos de los géneros *Trichoderma* y *Fusarium* con potencial antagónico a nematodos fitoparásitos.
- El número de fincas con presencia de hongos *Trichoderma* fue mayor en la provincia Montecristi que en la provincia Valverde.
- El género *Fusarium* fue encontrado en todas las fincas muestreadas.

AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio de Educación Superior Ciencia y Tecnología (Mescyt), a través del Fondo Nacional de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondocyt) por el financiamiento del proyecto “Exploración y selección de microorganismos antagonistas nativos para el control de nematodos fitoparásitos en plantaciones de banano”.

A Juan Carlos Torres, por su colaboración en la coordinación con los productores de bananos para el muestreo en las fincas en las provincias de Valverde y Montecristi. Y a Elsa Sánchez, por la colaboración en el procesamiento de las muestras.

LITERATURA CITADA

- Araya, M. 2003. Situación actual de nematodos en banano (*Musa AAA*) y plátano (*Musa AAB*) en el trópico americano. En: Actas del Taller Manejo convencional y alternativo de la sigatoka negra, nematodos y otra plaga asociada al cultivo de Musáceas, Guayaquil, Ecuador. Pp 79-102. (En línea). Revisado el 9 de abril 2021. Disponible en:
https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Manejo_convencional_y_alternativo_de_la_Sigatoka_negra_nematodos_y_otras_plagas_asociadas_al_cultivo_de_Mus%C3%A1ceas_en_los_tr%C3%B3picos_1242.pdf
- Álvarez 2018. República Dominicana produce más de un 60% de Banano Orgánico. (En línea). Revisado el 9 de abril 2021. Disponible en: <https://eldinero.com.do/56756/república-dominicana-produce-mas-de-un-60-de-banano-organico/>
- Abello, F.; Kelemu, S. 2006. Hongos endófitos: ventajas adaptativas que habitan en el interior de las plantas. Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria 7(2): 55-57
- Barrios-Murillo, M. 2006. Estudio de hongos endófitos como inductores de resistencia para el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en Plátano. Tesis en: Magister Scientiae en agricultura ecológica. Turrialba, CR. (En línea). Revisado el 9 de abril 2021. Disponible en:
http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5565/Study_of_fungal_endophytes_as_resistance_inductors_for_black_Sigatoka.pdf;jsessionid=6D1F26840BE39767962EF2AF79C21DF1?sequence=1
- Beltrán-García, M.; Ortiz, M.; Nogueira, L.; Macedo, R.; Tinajero, C.; Padilla, A. 2016. Microorganismos endófitos, su mundo secreto y las aplicaciones en la agricultura. La ciencia desde Jalisco. Academia Jalisciense de Ciencias. Pp 5-25. (En línea). Revisado el 9 de abril 2021. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Beltran-Garcia/publication/306378279_Microorganismos_endofitos_su_mundo_secreto_y_aplicaciones_en_la_agricultura/links/57bbc8ff08ae9fd82ef0edb/Microorganismos-endofitos-su-mundo-secreto-y-aplicaciones-en-la-agricultura.pdf
- Carr, C. 2012. Aislamiento y selección de hongos antagonistas en plantaciones de banano (*Musa AAA*) para el combate biológico de la Sigatoka Negra. (En línea). Revisado el 9 de abril 2021. Disponible en:
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2779/Aislamiento%20y%20selecci%C3%B3n%20de%20hongos%20antagonistas%20en%20plantaciones%20de%20banano%20%28Musa%20AAA%29%20para%20el%20combate%20biol%C3%B3gico%20de%20la%20Sigatoka%20Negra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castillo, P.; Vovlas, N.; Subbotin, S.; Troccoli, A. 2003. A new root-knot nematode, *Meloidogyne baetica* n. sp. (Nematoda: Heteroderidae), parasitizing wild olive in Southern Spain. Phytopathology 93:1093-110.

- Condemarín, M.; Oyola, M.; Mialhe, E.; Quimi, M.; Astudillo, U.; Gutiérrez, C.; Barreto, C.; Túllume, P.; Duarte, P.; León, T. 2018. Efecto de bacterias nativas del suelo cultivado y prístino sobre el control del nematodo agallador radicular *Meloidogyne javanica*, en condiciones in vitro y producción de biomasa. *Arnaldoa* 25 (2): 515-528
- Dubois, T.; Coyne, D.; Kahangi, E.; Turoop, L.; Nsubuga, E. 2006. Endophyte enhanced banana tissue culture: technology transfer through public-private partnerships in Kenya and Uganda. *African Technology Development Forum Journal* 3: 18–24.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 2017. Foro Mundial Bananero, colección de buenas prácticas agrícolas. Producción de Banano Orgánicos en la República Dominicana. (En línea). Revisado el 9 de abril 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/world-banana-forum/projects/good-practices/organic-production-dominican-republic/es/#.YPnyfehKjb0>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 2012. Los Mercados del Banano orgánico y de comercio justo de la República Dominicana: Evolución reciente y perspectivas. Programa Conjunto para el Fortalecimiento de la cadena de valor del Banano Mediante el Crecimiento de Mercados Inclusivos. Roma, Italia. 132p. (En línea). Revisado el 9 de abril 2021. Disponible en: http://190.167.99.25/digital/mercados_banano.pdf
- García, S.; Jiménez, R.; Rengifo, D.; Morel, M.; Moya, J. 2017. Aislamiento de hongos endofíticos (*Trichoderma* spp. y *Fusarium* spp.) de raíces en buen estado de plantas de plátanos (*Musa* AAB) en la Región Norcentral. *Revista APF. (SODIAF)*. Santo Domingo, DO. Volumen 6(2): 1-6. (En línea). Revisado el 9 de abril 2021. Disponible en: http://www.sodiaf.org.do/revista/sodiaf/vol6_n2_2017/articulo/01%20articulo.pdf
- Gowen, S.; Quénéhervé, P.; Fogain, R. 2005. Nematode parasites of bananas and plantains. En: *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. 2 ed. Edts. Luc, M., Sikora, R.A. y Bridge, J. CABI Publishing. Pp. 611-643
- Hunts Point Economic Development Corporation. 2009. Producto III: Estudio de mercado de productos agrícolas y agroindustriales en la Ciudad de Nueva York, E.U.A. En el marco del DRCAFTA. Pp. 83. (En línea). Revisado el 9 de abril 2021. Disponible en: <http://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2009/04/estudio-demanda-en-nueva-york-y-oferta-dominicana.pdf>
- Marcano, I. 2014. Aislamiento y caracterización de bacterias de la rizosfera de banano (*Musa* sp.) en la República Dominicana y selección de cepas para el desarrollo de biofertilizantes (Doctoral dissertation, Universidad de León). (En línea). Revisado el 9 de abril 2021. Disponible en: https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/4157/tesis_df447c.PDF?sequence=1&isAllowed=y
- MA (Ministerio de Agricultura). 2020. Departamento de Economía Agropecuaria y Estadísticas. (En línea). Revisado el 9 de abril 2021. Disponible en: <http://agricultura.gob.do/category/estadisticas-agropecuarias/exportaciones-agropecuarias-2-exportaciones-agropecuarias-totales-y-por-producto/>
- Medina, F. 2016. Mecanismos de protección de *Trichoderma* sp. y patogenesis de *Fusarium oxysporum* en el Nardo (*Polianthes tuberosa*). Tesis: Maestro en Ciencias de la Floricultura. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco a. C. Guadalajara, Jalisco. 112 p. (En línea). Revisado el 9 de abril 2021. Disponible en: <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/373/1/Samuel%20Medina%20Fuentes.pdf>
- Meneses, A. 2003. Utilización de Hongos Endofíticos Provenientes de Banano Orgánico para el Control Biológico del nematodo barrenador *Radopholus similis* Cobb, Thorne. Tesis para optar por el título de Master en ciencias. CATIE. Turrialba, CR. 89 p. (En línea). Revisado el 9 de abril 2021. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0119E/A0119E.PDF>

Paris, M. 2016. Diversidad y distribución de hongos endófitos en endemismos canarios. Trabajo de fin de grado. Universidad de la Laguna. Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias, sección Biología e Instituto de Productos Naturales (ipna csic). 36 p. (En línea). Revisado el 9 de abril 2021. Disponible en:

<https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/6750/Diversidad%20y%20distribucion%20de%20hongos%20endofitos%20en%20endemismos%20canarios.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pocasangre, L.; Sikora, R.; Vilich, V.; Schuster, R. 2000. Encuesta sobre los hongos endofíticos del banano de América Central y el cribado para el control biológico del nematodo barrenador (*Radopholus similis*). La Revista Internacional sobre Banano y Plátano. Infomusa 1 (9): 3-5.

Riera, V. 2015. Caracterización molecular y de patogenicidad de *Colletotrichum spp.*, en bananas var Cavendish y pruebas de antagonismo con *Trichoderma spp.*, recolectadas en fincas bananeras de la región costa del Ecuador. Tesis: Ingeniería en Agroempresa. Universidad San Francisco de Quito, EC. 98 p. En línea). Revisado el 9 de abril 2021. Disponible en:

<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/4461/1/121550.pdf>

Román, J. 1978. Fitonematología Tropical. Estación Experimental Agrícola, Universidad de Puerto Rico - Mayagüez. Río Piedras, PR. 256 p.