



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

USO DE HONGOS DEL GÉNERO *TRICHODERMA* SPP. COMO
CONTROLADOR DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE BANANO

ROMERO ROMÁN JUNIOR MANUEL
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2018



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

USO DE HONGOS DEL GÉNERO *TRICHODERMA* SPP.
COMO CONTROLADOR DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE
BANANO

ROMERO ROMÁN JUNIOR MANUEL
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2018



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

EXAMEN COMPLEXIVO

USO DE HONGOS DEL GÉNERO *TRICHODERMA* SPP. COMO
CONTROLADOR DE NEMATODOS EN EL CULTIVO DE BANANO

ROMERO ROMÁN JUNIOR MANUEL
INGENIERO AGRÓNOMO

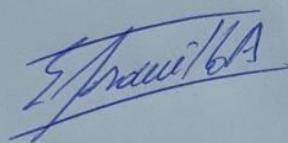
JARAMILLO AGUILAR EDWIN EDISON

MACHALA, 06 DE JULIO DE 2018

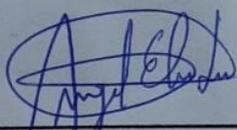
MACHALA
06 de julio de 2018

Nota de aceptación:

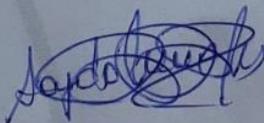
Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado Uso de hongos del género *Trichoderma spp.* como controlador de nematodos en el cultivo de banano, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



JARAMILLO AGUILAR EDWIN EDISON
0703178913
TUTOR - ESPECIALISTA 1



LUNA ROMERO ANGEL EDUARDO
0704361831
ESPECIALISTA 2



HERRERA REYES SAYDA NOEMI
0704082015
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: miércoles 11 de julio de 2018 - 14:44

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Junior Manuel Romero Roman-complexivo.docx (D40246134)
Submitted: 6/18/2018 5:26:00 PM
Submitted By: ejaramillo@utmachala.edu.ec
Significance: 7 %

Sources included in the report:

TRICHODERMA HARZIANUM (RADOPHOLUS SIMILIS).docx (D12752108)
http://www.ecured.cu/index.php/Trichoderma_spp
http://www.bioquirama.com/pdf/_MANUAL.pdf
<http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v60n2/v60n2a02.pdf>
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000100002
<http://www.sidalc.net/repdoc/a2016e/a2016e.pdf>
<http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/ECCBB/article/view/479/457>
http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Informe%20ejecutivo%20ESPAC_2016.pdf
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/1073/1/T-UTB-FACIAG-AGROP-000046.pdf>
<https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/009-c-banano.pdf>

Instances where selected sources appear:

14

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, ROMERO ROMÁN JUNIOR MANUEL, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Uso de hongos del género *Trichoderma* spp. como controlador de nematodos en el cultivo de banano, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

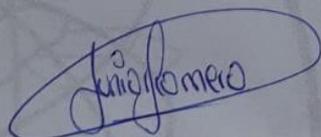
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 06 de julio de 2018



ROMERO ROMÁN JUNIOR MANUEL
0706721164

Resumen.

El cultivo de banano (*Musa spp.*), es uno de los más importantes a nivel mundial, llegando a ser considerado un alimento básico para las personas. Ecuador es el mayor exportador de banano en el mundo, aun cuando ocupa el cuarto o quinto puesto de mayores productores a nivel mundial esto debido a que los países de mayor producción destinan la misma principalmente al consumo interno. La superficie total cosechada de este producto en Ecuador es alrededor de 180.336 ha⁻¹ generando así una infinidad de empleos, ocupando un lugar importante en la economía del país. En la actualidad la principal forma de controlar las diferentes especies de nematodos que atacan a las plantaciones bananeras es mediante la aplicación de químicos (nematicidas), lo cual genera problemas de contaminación, biodegradación y altos costos. Por lo cual la presente investigación se enfocó en el uso de hongos del género *Trichoderma spp.*, como una alternativa natural para el control de las principales especies de nematodos en el cultivo de banano, obteniendo óptimos resultados ya que a través de los distintos experimentos revisados, se pudo determinar que la especie *Trichoderma atroviride*, actúa de forma excelente en el control de la especie *Radopholus similis* (nematodo barrenador), una de las especies de mayor importancia en el cultivo de banano. Existen muchos más ensayos e investigaciones que demuestran la efectividad del género *Trichoderma spp.*, sobre el control de nematodos fitoparásitos pero están en función de cultivares de ciclo corto.

Palabras clave: Banano, Hongos nematófagos, Nematodos fitoparásitos.

Abstract.

The cultivation of banana (*Musa* spp.), is one of the most important globally, arriving to make considered a staple food for people. Ecuador is the largest banana exporter in the world, even when the fourth or fifth largest producers at the global level this is due to the fact that the countries of increased production destined the same mainly for domestic consumption. The total area harvested this product in Ecuador is around 180,336 ha⁻¹ thus generating an infinite number of jobs, to occupy an important place in the economy of the country. At present, the main way to control the different species of nematodes that attack the banana plantations is through the application of chemicals (nematicides), which generates problems of pollution, biodegradation and high costs. By which this research focused on the use of fungi of the genus *Trichoderma* spp., as a natural alternative for the control of the main species of nematodes in banana, obtaining optimal results since through the various experiments reviewed, it was determined that the species *T. atroviride*, acts in an excellent way in the control of the species *Radopholus similis* (burrowing nematode), one of the species of greater importance in the cultivation of banana. There are many more essays and research demonstrating the effectiveness of the genus *Trichoderma* spp., on the control of nematodes but are a function of cultivars of short cycle.

Keywords: Bananas, nematophagous fungi, nematodes.

Índice.

1. Introducción.....	4
2. Marco teórico.....	6
2.1 Origen del banano.	6
2.2 Clasificación taxonómica del banano.....	6
2.3 Biología general de los nematodos fitoparásitos.....	6
2.3.1 Apariencia y estructura	6
2.3.2 Ciclo de vida.....	7
2.4 Principales especies de nematodos que atancan al cultivo de banano.	8
2.5 Clasificación de los hongos nematófagos según su modo de infectar.	9
2.5.1 Hongos atrapadores.....	9
2.5.2 Hongos endoparásitos.....	9
2.5.3 Hongos parásitos de huevos.....	9
2.5.4 Hongos productores de toxinas.....	9
2.6 Tipos de trampas producidas por los hongos nematófagos.....	10
2.7 Genero <i>Trichoderma spp.</i> , como agente biocontrolador.....	11
2.7.1 Estudio de casos.....	11
3. Materiales y métodos.....	21
4. Resultados.....	22
5. Conclusiones.....	23
6. Bibliografía.....	24

1. Introducción.

El banano (*Musa spp.*) se define como una planta herbácea gigante con pseudotallo aéreo que se origina de cormos carnosos, en los que se desarrollan numerosas yemas laterales (hijos). Las hojas tienen una distribución helicoidal y las bases foliares circundan el tallo (cormo) dando origen al pseudotallo. La inflorescencia es terminal y crece a través del centro del pseudotallo hasta alcanzar la superficie (Valarezo, 2015).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) entre 2000 y 2015 la producción mundial de banano creció a una tasa anual compuesta del 3,7%, alcanzando así un récord de 117,9 millones de toneladas en 2015, frente a los 68,2 millones de toneladas en el año 2000.

La producción de banano se encuentra predominantemente en Asia, América Latina y África, siendo así los países con mayor producción: India con 29 millones de toneladas anuales en promedio entre 2010 – 2015, y China con 11 millones de toneladas. La producción principalmente en ambos países está destinada al consumo interno. Otros grandes productores son Filipinas con un promedio anual de 9 millones de toneladas entre 2010 – 2015, Ecuador y Brasil con un promedio de 7 millones de toneladas.

La mayoría de las exportaciones de América Central y del Sur están dirigidas a los mercados de América del Norte, Europa occidental, Japón y la Federación de Rusia; las exportaciones de África y el Caribe se comercializan principalmente en el mercado europeo y las exportaciones de Filipinas en el mercado asiático. Los principales exportadores de bananos orgánicos son Colombia, Perú y la República Dominicana.

El principal exportador de banano es Ecuador, el cual representó un promedio anual de un tercio del volumen mundial total de exportaciones. Otros grandes exportadores son Filipinas con el 14%, Costa Rica con el 12 %, Guatemala y Colombia con el 11%, resultados obtenidos entre 2010 y 2016.

El mayor importador de banano es la Unión Europea, con un promedio anual del 29% del total de las importaciones mundiales entre 2010 y 2016, seguido por los Estados Unidos con el 27 %, La Federación de Rusia con el 8 %, Japón con el 6% y china con el 5%.

Con base en las cifras de exportación de 2016, la industria bananera mundial genera alrededor de 8 mil millones de dólares por año. Sin embargo, es importante señalar que solo el 15% de la producción de banano se comercializa en el mercado internacional.

En Ecuador el promedio anual de producción de banano por hectárea es de 36.21 toneladas. Las provincias de Los Ríos, Guayas y El Oro suman el 84.9% de la superficie total cosechada de este producto (180.336 ha⁻¹), siendo la provincia de Los Ríos la de mayor participación

con 34.35% de la superficie y una producción del 43.23% de toneladas métricas de banano cosechas a nivel nacional (Salazar, Villafuerte, Cuichán, Orbe, & Márquez, 2016).

Las principales plagas y enfermedades que atacan al cultivo de banano son: Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), Moko bacteriano (*Ralstonia solanacearum* Smith), Mal de panamá (*Fusarium oxysporium* sp. Cubense), *Erwinia* sp., Virus del mosaico del banano (CMV), Virus del estriado del banano (BSC), Picudo rayado (*Metamasius hemipterus*), Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), Nematodos (Vegas Rodríguez, 2013).

Los nematodos fitoparásitos son la plaga más dañina en el cultivo de banano y se encuentran ampliamente distribuidos. Estas especies están relacionadas con la alteración y destrucción del sistema radicular, el cual cumple la función de absorción y anclaje, algunos géneros de nematodos son lesionadores, lo que provoca el volcamiento de las plantas y se asocia con pérdidas económicas anuales aproximadas al 20% (Marín, Sutton, & Barker, 2002).

Objetivo de la presente investigación.

- Recopilar información científica acerca del género *Trichoderma* spp. como biocontrolador de nematodos en el cultivo de banano.

2. Marco teórico.

2.1 Origen del banano.

El banano tuvo su origen en el sudeste de Asia y del pacifico, en cuyos bosques aún se pueden encontrar ejemplares diploides no comestibles y con semillas. A lo largo de la historia varias subespecies diploides de *Musa acuminata* Colla se cruzaron de forma espontánea dando lugar a la producción de numerosos híbridos, algunos tenían un genoma triploide y eran partenocárpicos. Los pobladores locales descubrieron que tales plantas tenían frutos comestibles y podían ser propagadas vegetativamente por retoños y de esta manera seleccionaron los cruces superiores comestibles de *Musa acuminata* Colla para cultivarlos. Los triploides seleccionados de *Musa acuminata* Colla, llegaron hasta la India y Filipinas, donde crecía en forma silvestre otra especie *Musa balbisiana* Colla, diploide y seminífera que dio lugar nuevamente a una hibridación interespecífica entre *Musa acuminata* Colla y *Musa balbisiana* Colla, de esta hibridación se puede decir que provienen casi todas las especies de bananos cultivados en la actualidad (Robinson & Galán, 2011).

2.2 Clasificación taxonómica del banano.

Todas las especies de bananos comerciales pertenecen a la familia musácea, la cual se encuentra subdividida en tres subfamilias: Musoideae, Strelitroideae y Heliconoideae. La subfamilia Musoideae se divide en los géneros: *Ensete* Horan y *Musa* Linneo. El primero agrupa a hierbas monocarpicas, que se caracteriza por la ausencia de retoños y por no producir frutos comestibles, el segundo está constituido por cuatro secciones (Australimusa, Callimusa, Rhodochlamys y Eumusa). Las especies de Rhodochlamys y Callimusa son principalmente de importancia ornamental, mientras que las especies de Eumusa y Australimusa son las que producen frutos comestibles. La sección Eumusa es la de mayor importancia económica ya que la mayor parte de los cultivares de banana son producto de la evolución de esta sección del género *Musa* Linneo (Giraldo, Ligarreto, Cayón, & Melo, 2011).

2.3 Biología general de los nematodos fitoparásitos.

2.3.1 Apariencia y estructura. _ son vermiformes, con un tamaño que oscila entre 0,25 mm a 1,0 mm de longitud, aunque algunos alcanzan hasta los 4,0 mm. Las hembras de algunas especies pierden su forma de verme conforme maduran, se ensanchan y adoptan una forma de pera. Como todos los animales, los nematodos poseen un sistema circulatorio, respiratorio y digestivo. Los nematodos fitoparásitos poseen una estructura especializada llamada estilete la cual tiene una forma de lanza, el nematodo

utiliza el estilete para inyectar enzimas dentro de las células y tejidos vegetales y extraer su contenido (Coyne, Nicol , & Claudius, 2009).

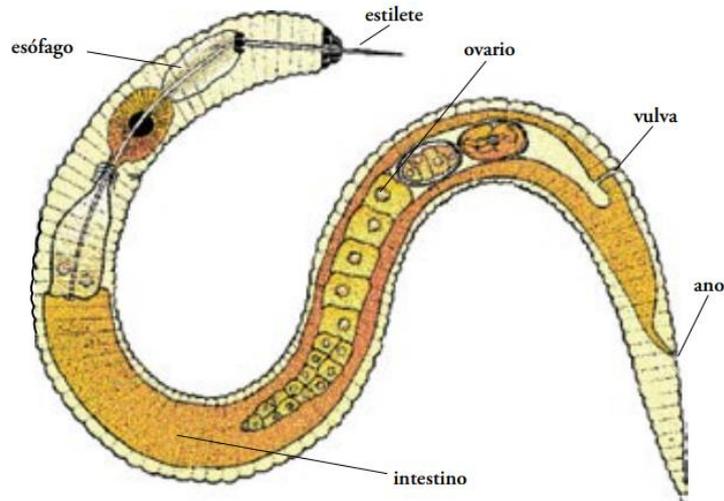


Figura 1. Estructura típica de un nematodo fitoparásito
Fuente: (Coyne, Nicol , & Claudius, 2009).

2.3.2 Ciclo de vida. se divide típicamente en seis estadios: huevo, cuatro estadios juveniles y adulto. La duración de cada uno de estos estadios depende de la especie y otros factores tales como: temperatura, humedad y la planta huésped. Los nematodos pueden sobrevivir en condiciones desfavorables ya sea por sequedad o mucha humedad, más sin embargo la supervivencia de las distintas especies varía según el estadio del ciclo de vida en el que se encuentren (Coyne, Nicol , & Claudius, 2009).

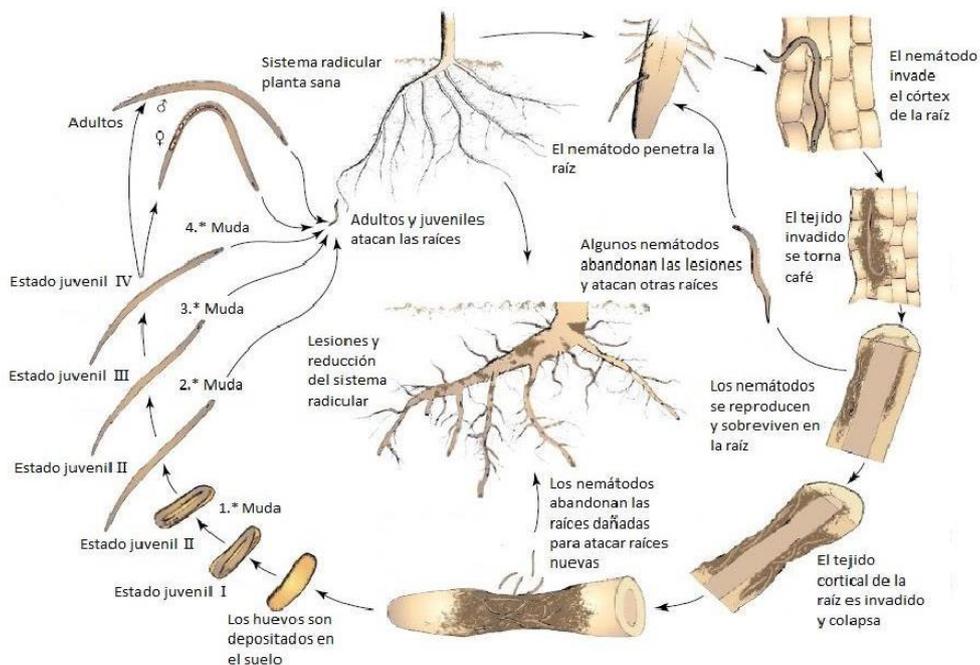


Figura 2. Ciclo biológico del género *Pratylenchus* spp.
Fuente: (González, 2013).

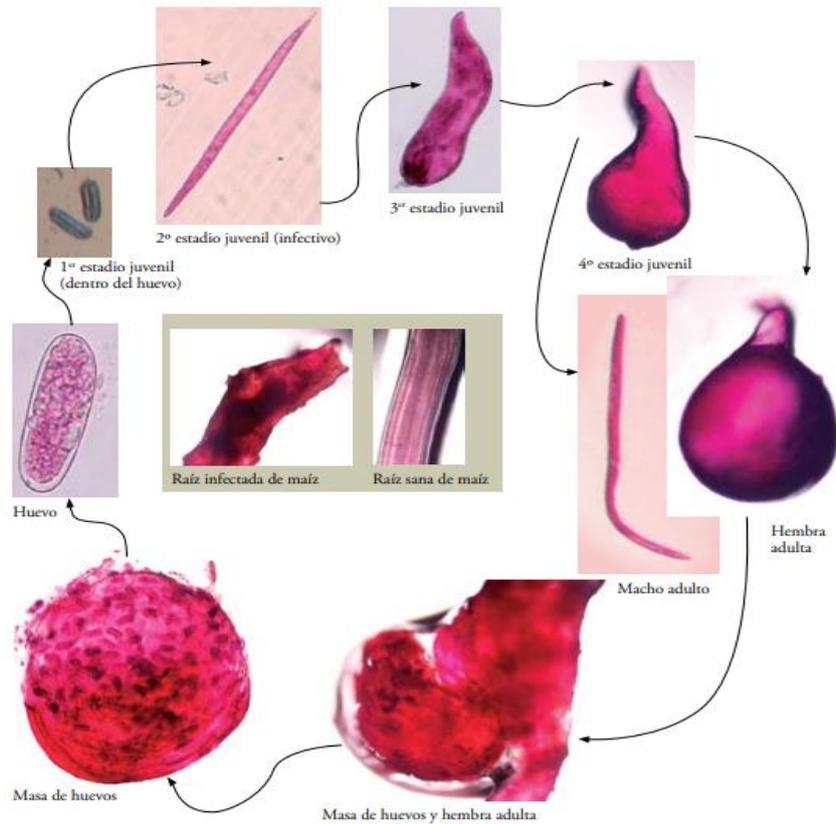


Figura 3. Ciclo biológico del género *Meloidogyne* sp.
Fuente: (Coyne, Nicol , & Claudius, 2009).

2.4 Principales especies de nematodos que atacan al cultivo de banano.

Se han reportado aproximadamente 150 especies de nematodos asociados al género *Musa spp.*, sin embargo los de mayor importancia son: *Radopholus similis* Cobb y las especies pertenecientes a los géneros: *Pratylenchus spp.*, *Helicotylenchus spp.* y *Meloidogyne spp.* (Rosales, Tripon, & Cerna, 1998).

Radopholus similis es un endoparásito migratorio que ocasiona los daños más severos en las plantaciones de banano atacando el rizoma y raíces principales, cuando recién ataca forma lesiones pequeñas de color rojo vinoso y a medida que se alimenta, las lesiones se vuelven necróticas por el ingreso de organismos patógenos (hongos y bacterias), esto impide la absorción normal de agua y nutrientes, lo que causa plantas raquíticas, cloróticas, racimos pequeños y volcamiento de las plantas (Triviño & Farias , 2004)

Los nematodos lesionadores del genero *Pratylenchus spp.* son endoparásitos migratorios y han sido registradas ocho especies que afectan las raíces de *Musa spp.* siendo *Pratylenchus coffeae*, la especie más ampliamente distribuida en todo el mundo causando en las raíces principales, daños similares a los de *Radopholus similis* (Mayary & Castaño, 2009).

Los nematodos de espiral del genero *Helicotylenchus spp.* especialmente *Helicotylenchus multicinctus*, son considerados ectoparásitos, causan lesiones superficiales de color café

rojizo en la raíz y el rizoma del banano causando retraso en el ciclo vegetativo y reducción de rendimiento (Rosales et al., 1998).

Los nematodos nodulares del genero *Meloidogyne spp.* son endoparásitos que pueden causar deformaciones considerables y el acortamiento de las raíces. Sin embargo debido a que no provoca el volcamiento de la planta no es considerado tan importante como las demás especies lesionadoras, las especies más conocidas son: *Meloidogyne incognita* y *Meloidogyne javanica* (Marín et al., 2002).

2.5 Clasificación de los hongos nematófagos según su modo de infectar.

2.5.1 Hongos atrapadores._ estos forman distintos órganos de captura a partir de la especialización de sus hifas. Existen dos mecanismos diferentes en la función de las trampas: adhesivos y mecánicos, sea cual sea el mecanismo el hongo penetra la cutícula del nematodo por la trampa, formando el bulbo de infección dentro del nematodo a partir del cual las hifas tróficas crecen dentro del cuerpo y digieren sus contenidos. Los géneros comunes de hongos atrapadores de nematodos son *Arthrobotrys* y *Monacrosporium* (Mendoza & Valero, 2009).

2.5.2 Hongos endoparásitos._ a menudo son parásitos obligados, su forma de infección es mediante esporas (zoospora y conidio), las cuales pueden ser ingeridas o se adhieren a la cutícula del nematodo estas estructuras germinan dentro del nematodo para finalmente invadirlo completamente. Por ejemplo las zoosporas de (*Catenaria spp.*) se enquistan sobre el nematodo y penetra su cutícula, conidios adhesivos de (*Drechmeria coniospora*) o los conidios ingeridos de *Harposporium spp.* (Mendoza & Valero, 2009).

2.5.3 Hongos parásitos de huevos._ estos hongos producen apresorios que son estructuras de infección en los extremos de las hifas que se adhieren a la cubierta del huevo, la cual es penetrada para posteriormente infectar el huevo de nematodo. Los géneros más comunes de este grupo son *Pochonia spp.* y *Paecilomyces spp.* (Lopez & Jansson, 2001).

2.5.4 Hongos productores de toxinas._ estos hongos secretan una toxina que inmoviliza a los nematodos antes de la penetración de las hifas a la cutícula. El hongo más común de este grupo es el descomponedor de madera (*Pleurotus ostreatus*) y otros *Pleurotus spp.* (Lopez & Jansson, 2001).

2.6 Tipos de trampas producidas por los hongos nematófagos.

- a) **Botones adhesivos.**_ son estructuras en formas de pequeños bulbos en los que se produce una sustancia adhesiva en la cual el nematodo queda capturado (Mendoza & Valero, 2009).
- b) **Ramas adhesivas.**_ son estructuras en forma de columna o dedos, en donde al igual que la trampa anterior el nematodo queda adherido (Mendoza & Valero, 2009).
- c) **Anillos simples.**_ son producidos por ramas erguidas que se forman a partir de una hifa postrada, la rama crece y se curva formando un anillo compuesto por tres células (Mendoza & Valero, 2009).
- d) **Redes adhesivas escalariformes.**_ son estructuras que inician su desarrollo al igual que las ramas adhesivas, pero se anastomosan en su parte superior. Los nematodos son capturados por adhesión (Mendoza & Valero, 2009)
- e) **Redes adhesivas.**_ es el mecanismo de captura más común y está formado por redes de anillos tridimensionales, cubiertos por material adhesivo sobre su superficie. Se forma a partir de una rama erecta que emerge de la hifa vegetativa, curveándose y fusionándose luego con ramas similares adyacentes y así hasta formar una red (Mendoza & Valero, 2009).
- f) **Anillos constrictores.**_ se forma de la misma manera que los anillos simples solo que las ramas son más cortas y más gruesas. Cuando un nematodo penetra en el interior del anillo, sus tres células se hinchan aprisionándolo (Mendoza & Valero, 2009).

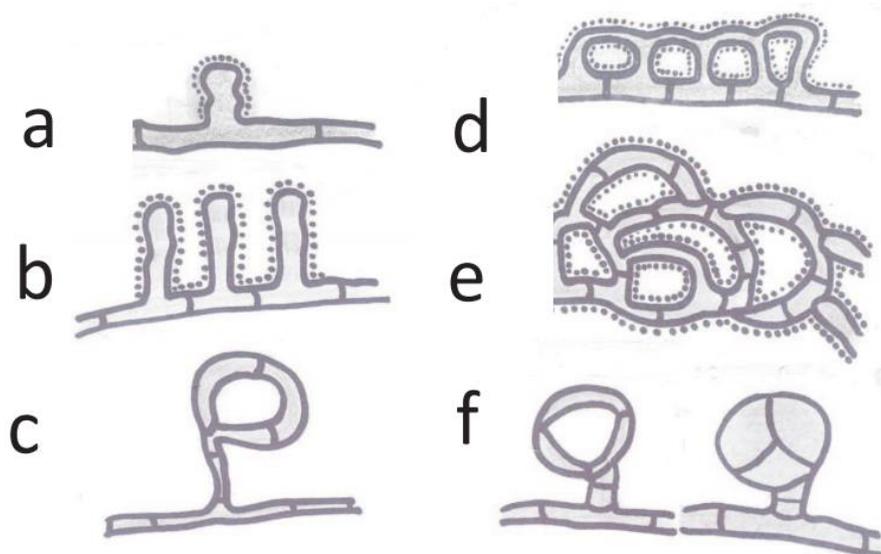


Figura 1. Aspectos de órganos de captura de hongos nematófagos: (a. Botón adhesivo); (b. Ramas adhesivas); (c. Anillos simples); (d. Redes escalariformes); (e. Redes Adhesivas); (f. Anillos constrictores).

Fuente: (Mendoza & Valero, 2009).

2.7 Género *Trichoderma spp.*, como agente biocontrolador.

El género *Trichoderma spp.*, fue introducido a la literatura por Persoon en 1794, para clasificar cuatro especies que actualmente se consideran no relacionadas entre sí, estas son: *Trichoderma viride* Pers., *Xylohypha nigresce* Pers., *Sporotrichum aureum* Link, y *Trichotecium roseum* Pers. (Romero , Huerta, Damián, Domínguez, & Arellano , 2009). *Trichoderma spp.*, es un hongo aerobio facultativo y no patógeno de plantas, que se encuentra de manera natural en diferentes suelos agrícolas, especialmente en aquellos que contienen materia orgánica o desechos vegetales en descomposición. Su desarrollo es favorecido por la presencia de altas densidades de raíces, las cuales son colonizadas rápidamente (Salazar, Aponte , Sanabria, Guzmán , & Alcano , 2012). Actualmente se utilizan para el control de un amplio número de patógenos del suelo dada su versatilidad, adaptabilidad y fácil manipulación. En la acción biocontroladora de *Trichoderma spp.*, se han descrito diferentes mecanismos de acción, entre los principales encontramos la competencia por espacio y nutrientes, micoparasitismo y la antibiosis (Infante, González, Reyes, & Martínez, 2009). Estos hongos también pueden actuar como agentes promotores de crecimiento en plantas, en la germinación de semillas y producción de flores (Menezes, Lupatini, Antonioli, & Manzoni , 2010).

2.7.1 Estudio de casos.

a) **Hongos endofíticos como agentes biológicos de control de fitonemátodos en banano** (Pocasangre, Menjivar, Alexandra , Riveros , Rosales , & Sikora, 2006).

Ubicación: La presente investigación fue realizada en la finca FORMOSA, la cual cuenta con un área de 293 ha. Ubicada a una altura de 67 msnm, en el cantón de Pococí perteneciente a la Provincia de Limón en Costa Rica.

Material vegetal: Se utilizaron para el experimento vitroplantas del subgrupo Cavendish, del clon Valery. Las plantas fueron suministradas a seis semanas de endurecimiento colectivo en bandejas plásticas en el vivero.

Hongos endófitos: Se seleccionaron cuatro aislamientos de hongos endófitos de actividad biocontroladora conocida contra *Radopholus similis*. Dos aislamientos de *Trichoderma atroviride* provenientes de suelos de Guatemala y Costa Rica, los otros hongos fueron cepas no patogénicas de *Fusarium oxysporum* recolectados en suelos de Sixaola y Talamanca (Costa Rica). Estos aislamientos fueron conservados en incubadoras a 24 °C. Para la producción de inóculo los hongos endofíticos fueron cultivados en PDA al 100% durante dos semanas, posteriormente en condiciones asépticas se removieron las esporas agregando 25 ml de agua estéril, para luego hacer un rayado con una espátula de 3 cm de ancho. La solución

obtenida del rayado en la caja Petri fue filtrada por medio de gasas y decantada en un vaso de precipitación de 250 ml para obtener la suspensión de esporas. De cada suspensión se hizo un conteo de esporas por medio de un hematocitómetro de Neubauer, para medir la concentración de esporas, para ser ajustada a una concentración de 1.0×10^6 conidias/ml.

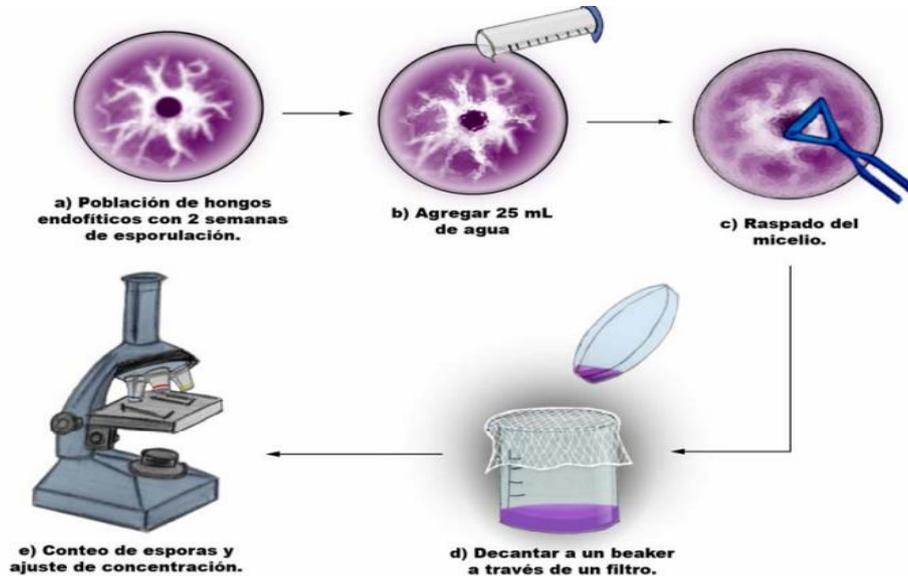


Figura 1. Protocolo para la preparación de inóculo de hongos.
Fuente: (Ramos, 2006).

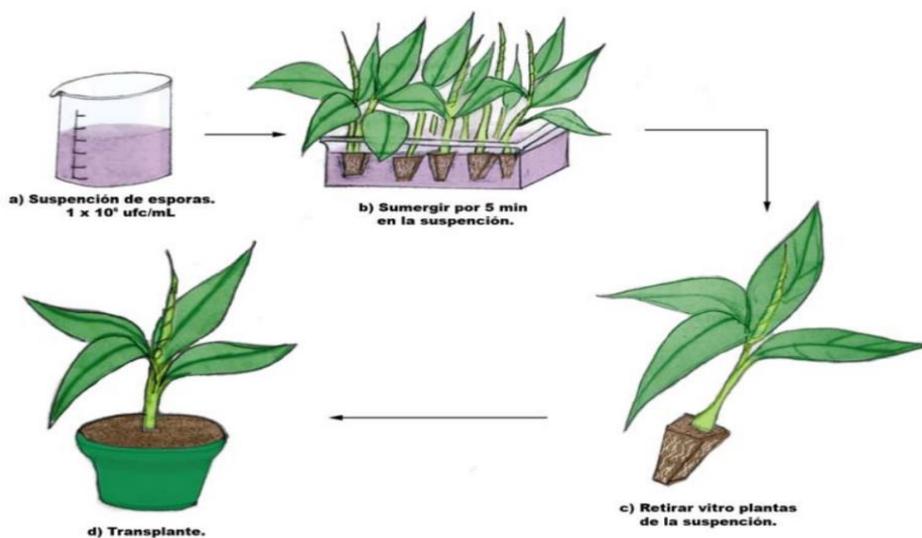


Figura 2. Protocolo de inoculación de vitroplantas de banano.
Fuente: (Ramos, 2006).

Descripción de los tratamientos: En las suspensiones concentradas 1.0×10^6 conidias/ml de los hongos aislados *Trichoderma atroviride* (MT-20 y S-2) y *Fusarium oxysporum* (S-9 y P-12), se sumergió el sistema radical de las vitro-plantas de banano durante 5 minutos. El testigo comercial (T5) consistió en la rotación de los siguientes nematicidas durante el ciclo de producción. La primera aplicación fue de Namacur 15G, 23.3 g/planta 15 días después de

la siembra en campo. La segunda y la tercera aplicación se realizaron a intervalos de tres meses después de la primera utilizando 23.3 g de Mocap 15G y 20 g de Counter 15G por planta respectivamente. El testigo (T6), consistió en plantas no protegidas.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos manejados en el estudio de hongos endofíticos como biocontroladores de *Radopholus similis* en banano.

Tratamiento	Código	Origen	Ingrediente activo
T1	MT-20	Guatemala	<i>Trichoderma atroviride</i>
T2	S-2	Sixaola	<i>Trichoderma atroviride</i>
T3	S-9	Sixaola	<i>Fusarium oxysporum</i>
T4	P-12	Talamanca	<i>Fusarium oxysporum</i>
T5	<u>Testigo</u>		
	<u>comercial</u>		
	Nemacur 15G		Fenamifos
	Mocap 15G		Ethoprofos
	Counter 15G		Terbufos
T6	Testigo absoluto		Plantas no inoculadas, sin nematicidas

Tabla 2. Efecto de hongos endofíticos sobre el biocontrol de *Radopholus similis* y la sanidad radical del cultivo de banano en la finca FORMOSA.

Tratamiento	Descripción	Raíz		Raíz		<i>Radopholus similis</i> /100g de raíz	
		funcional (g)		muerta (g)			
T1	MT-20	77.774	ab	14.910	b	18.234	ab
T2	S-2	84.471	a	7.423	c	13.468	c
T3	S-9	68.983	bc	22.640	a	25.251	a
T4	P-12	67.930	bc	11.157	bc	15.918	ab
T5	Químico	70.491	bc	20.011	a	28.113	a
T6	Absoluto	62.021	c	14.354	b	28.677	a

* Promedios acompañados de letras diferentes en la misma columna denotan diferencias significativas según prueba de Duncan al 55 de probabilidad.

Estos resultados sugieren que con una única inoculación del hongo endófito del T2, se protege la planta contra el ataque de fitonemátodos por un periodo de 9 meses, sustituyendo las tres aplicaciones de nematicidas en plantaciones de renovación.

b) Efecto de *Trichoderma atroviride*, *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* sobre huevos de *Meloidogyne sp.* en condiciones de laboratorio (Mendoza, Wilson, & Colina, 2013).

Hongos endófitos: a partir de cada cultivo puro respectivo de *Trichoderma atroviride*, *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*, se procedió a resembrar en tubos de ensayo conteniendo Papa Dextrosa Agar (PDA), los cuales fueron incubados a 25°C durante 7 días, obteniéndose así un cultivo joven de *T. atroviride*, *T. harzianum* y *T. viride*. A partir del cultivo puro de cada hongo, mediante la cámara de Neubauer se preparó una suspensión de 1.0×10^6 conidios/ml.

Obtención de huevos de *Meloidogyne sp.*: Las masas de huevos fueron extraídas de raíces de Sacha Inchi que se encontraban infectadas con *Meloidogyne sp.* Los nódulos presentes fueron cortados y llevados al estereoscopio para la extracción de masas de huevos, estas fueron colocadas en frascos de penicilina que contenían una solución de hipoclorito de sodio al 3 % para su lavado, se agitó por 5 minutos aproximadamente. Luego se enjuagaron 5 veces consecutivas con agua destilada para eliminar trazas residuales de hipoclorito de sodio. En seguida se procedió al conteo del número de huevos de *Meloidogyne sp.*

Inoculación de huevos de *Meloidogyne sp.*: Se colocó 2ml de suspensión de cada tratamiento experimentales en pocillos, por separado, luego se inoculó 1ml de agua destilada con aproximadamente 100 huevos de *Meloidogyne sp.* a cada tratamiento.

Lectura: La evaluación se realizó a las 24, 48 y 72 horas después de la inoculación, realizándose observaciones al microscopio a 40X respectivamente.

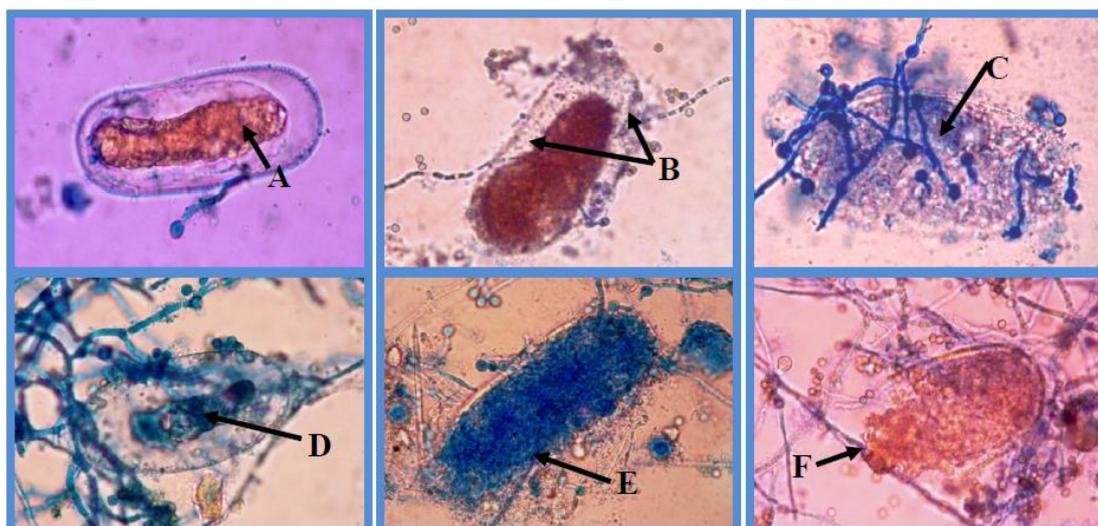


Fig. 1. Observación microscópica (40 x) de la secuencia de destrucción que sufren los huevos de *Meloidogyne sp.* frente a *Trichoderma atroviride*, a las 24, 48 y 72 horas de incubación: A. Adherencia de hifa, B. Penetración de hifa, C. Colonización de hifas, D. Deformación de embrión, E. Desintegración de pared y F. Ruptura de huevo.

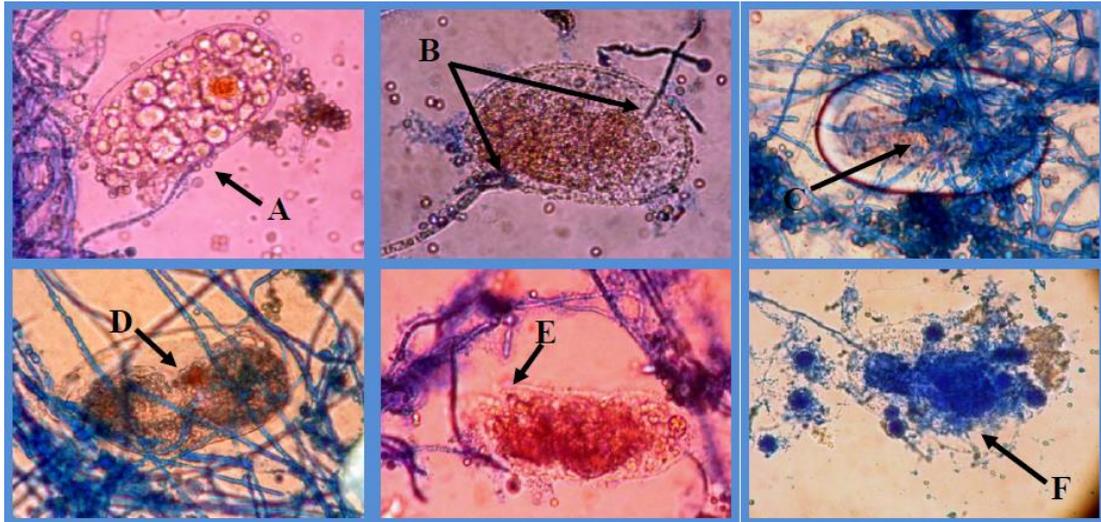


Fig. 2. Observación microscópica (40 x) de la secuencia de destrucción que sufren los huevos de *Meloidogyne sp.* frente a *Trichoderma harzianum*, a las 24, 48 y 72 horas de incubación: A. Adherencia de hifa, B. Penetración de hifa, C. Colonización de hifas, D. Deformación de embrión, E. Desintegración de pared y F. Ruptura de huevo.

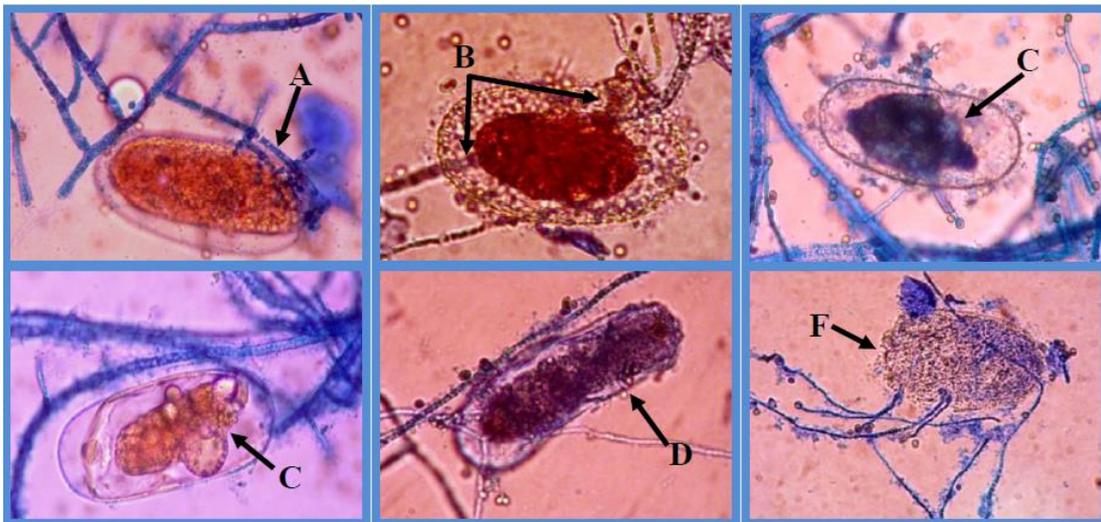


Fig. 3. Observación microscópica (40 x) de la secuencia de destrucción que sufren los huevos de *Meloidogyne sp.* frente a *T. viride*, a las 24, 48 y 72 horas de incubación: A. Adherencia de hifa, B. Penetración de hifa, C. Colonización de hifas, D. Deformación de embrión, E. Desintegración de pared y F. Ruptura de huevo.

- c) **Especies nativas de *Trichoderma spp.* y su actividad antagónica contra *Meloidogyne incognita* en *Solanum lycopersicum* L.** (Cetz, Alejo, Tún, Peraza, & De la Cruz, 2018).

Área de estudio: El estudio se realizó en el laboratorio de Fitopatología y en área de investigación del Instituto Tecnológico de Conkal, en Yucatán (México), coordenadas 20° 06´ latitud norte y 89° 29´ longitud oeste.

Obtención de huevos y J2 de *Meloidogyne incognita*: Se tomaron raíces infectadas de *M. incognita* de plantaciones comerciales de *S. lycopersicum* L. para obtener las masas de huevos y eliminar microorganismos que pudieran dañar su viabilidad, se desinfectaron con hipoclorito de sodio (NaClO) al 1% durante 2 min y al finalizar se realizaron lavados sucesivos con agua potable en tamices de malla número 300 y 400. Se colocaron en estufa de cultivo a 28 °C para su eclosión. Se realizaron cortes perineales de las hembras, confirmado mediante el patrón perineal la identificación de la especie.

Inoculación *Trichoderma spp.* en semillero: Se obtuvieron de zonas sin actividad agrícola 41 aislados de *Trichoderma spp.* mediante la técnica de filtración de partículas. El estudio preliminar seleccionó a tres aislamientos registrados como Th33-58, Th26-52 y Th10-D86, estos se cultivaron en medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA) a 28 °C durante ocho días. El estudio de estos aislados seleccionados comenzó con la siembra de semilla tomate cv. Río Grande en charolas de poliestireno de 200 cavidades (semillero) en sustrato comercial (Cosmo Peat®). Cada semilla se inoculó a una concentración de 1×10^6 conidias ml del hongo, al momento de la siembra y 15 días después de la germinación. Las cepas indicadas se identificaron molecularmente con la extracción de DNA, a partir de cultivos monospóricos con el Kit ZR Fungal/Bacterial DNA MiniPrep TM.

Los productos de PCR (Reacción en cadena de la polimerasa) se enviaron a secuenciar a la empresa MacroGen USA, se analizaron y compararon con el banco de genes de NCBI (National Center for Biotechnology Information) y con ayuda del programa Blast. Los resultados de la identificación con una homología entre 99-100% fue la siguiente: *T. harzianum* (Th10-D86), *T. simmonsii* (Th33-58) y *T. virens* (Th26-52).

Inoculación de huevos de *M. incognita* en plantas de tomate: El trasplante se realizó a los 30 días después de la germinación, en bolsas de plástico para vivero (capacidad de 3 kg) y suelo previamente homogenizado. Se inocularon 10 ml por planta de la solución final fúngica y 18, 500 huevos de *M. incognita* con el mismo volumen de agua alrededor del cuello. Se realizaron aplicaciones con la misma concentración inicial (1×10^6 conidias ml), una al momento, a los siete y 15 días después del trasplante.

Descripción de los tratamientos: Los tratamientos incluyeron tres aislados de *Trichoderma spp.*; *T. harzianum* (Th10-D86), *T. simmonsii* (Th33-58) y *T. virens* (Th26-52), dos testigos; un producto comercial, Fithán (*Trichoderma spp.*) y un testigo sin inoculante fúngico; cada tratamiento incluyó 10 repeticiones, con 10 plantas como unidad experimental, distribuidas en un diseño completamente al azar, durante 40 días en condiciones protegidas.

Tabla 1. Efecto antagónico de especies de *Trichoderma spp.* en el control de *Meloidogyne incognita*.

Tratamientos	Severidad en raíz (%)		Número de huevos por un gramo de raíz		Número de hembras por un gramo de raíz	
Testigo	84.40	a	8161.70	a	226.60	a
<i>T. harzianum</i> (Th10-D86)	53.00	b	3200.80	b	155.90	b
<i>T. simmonsii</i> (Th33-58)	45.50	b	2997.60	c	107.90	c
<i>T. virens</i> (Th26-52)	26.00	c	912.90	d	94.40	c
Fithán ®	22.00	c	887.10	d	77.70	c

* Nota: barras con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

El testigo comercial (Fithan ®) conformado por un consorcio de *Trichoderma spp.* y la especie *T. virens* (Th26-52) tuvo el mejor efecto (Tukey, ≤ 0.05) antagónico, al permitir rangos que oscilaron de 26 a 28% de formación de agallas.

Le siguen en efectividad biológica las especies *T. simmonsii* (Th33-58) y *T. harzianum* (Th10-D86), hasta con 53% de formación de agallas.

d) Incompatibilidad interespecífica de especies de *Trichoderma spp.* contra *Meloidogyne incognita* en *Solanum lycopersicum* L. (Moo, Reyes, Tun, Gamboa, Islas , & Critóbal, 2018).

Obtención de aislados de *Trichoderma*: Los aislados de *Trichoderma spp.* en estudio se obtuvieron de la colección del laboratorio de Fitopatología del Instituto Tecnológico de Conkal, en total fueron 10 aislados provenientes de la rizosfera de suelos con (Th02-04, Th20-07, Th26-52, y Th32- 09) y sin actividad agrícola (Th09-06, Th27-08, Th33-58, Th33-59, Th43-13, Th43-14). Estos hongos se reactivaron en medio de cultivo Papa-Dextrosa-Agar (PDA) y se mantuvieron a 25 °C por ocho días.

Identificación molecular de aislados de *Trichoderma spp.*: Para las identificaciones específicas de los aislados fúngicos se hicieron extracciones de ADN, a partir de micelio fúngico con tres días de crecimiento, con el Kit zr Fungal/Bacterial dna MiniPrep tm. La Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR). Los productos de PCR se enviaron a secuenciar a la empresa MacroGen usa, las secuencias obtenidas se analizaron y compararon con el banco de genes de NCBI (National Center for Biotechnology Information) y con ayuda del programa Blast. Adicionalmente, se comparó con el International subcommission on Trichoderma and Hypocrea Taxonomy en el programa TrichoBlast, posteriormente las secuencias fueron depositadas al banco de genes del GenBank.

Evaluación de aislados incompatibles de *Trichoderma spp.* en el control de *Meloidogyne incognita* en *Solanum lycopersicum* L.: Para la evaluación de los aislados incompatibles en el control de *Meloidogyne incognita*, con cada uno de los enfrentamientos duales seleccionados in vitro, se preparó una suspensión de conidios de 1×10^6 conidios ml. Como modelo de estudio se utilizaron semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) del tipo Saladette cv. Río Grande, las cuales se depositaron en charolas de poliestireno de 200 cavidades que contenían sustrato comercial Cosmopeat®. En cada cavidad de la charola y directamente al sustrato se inoculó 1 ml de las soluciones de conidios, de cada uno de los enfrentamientos. Las inoculaciones se realizaron al momento de la siembra, ocho y 15 días posteriores a la germinación de las semillas.

Identificación molecular de aislados de *Trichoderma spp.*: Los resultados obtenidos de las comparaciones de las secuencias de nucleótidos permitieron realizar las asignaciones de las especies correspondientes a cada uno de los 10 aislados, con un porcentaje de homología del 99-100% con las secuencias de referencias. Los aislados correspondieron a cinco especies: *Trichoderma citrinoviride* (Th33-58), *T. ghanense* (Th02-04 y Th26-52), *T. harzianum*

(Th20-07, Th43-14 y Th33-59), *T. simmonsii* (Th09-06) y *T. virens* (Th27-08, Th32-09 y Th43-13) (Tabla 1).

Tabla 1. Identificación de *Trichoderma spp.*, aislados de Yucatán

Clave de aislado	Identificación molecular			
	Especie	% de homología	% de cobertura	Secuencia de referencia del GenBank
Th33-58	<i>T. citrinoviride</i>	99	99	X93957
Th 02-04	<i>T. ghanense</i>	99	99	JN564003
Th 26-52	<i>T. ghanense</i>	99	99	LN846701
Th 20-07	<i>T. harzianum</i>	99	99	LN846710
Th 43-14	<i>T. harzianum</i>	99	99	LN846710
Th 33-59	<i>T. harzianum</i>	100	99	FR872742
Th 09-06	<i>T. simmonsii</i>	99	99	KX632493
Th 27-08	<i>T. virens</i>	100	99	KI739790
Th 32-09	<i>T. virens</i>	99	99	KT599099
Th 43-13	<i>T. virens</i>	99	99	KI739790

Incompatibilidad de *Trichoderma spp.*: Con los 10 aislados fúngicos se generaron 45 enfrentamientos duales, de los cuales solo 15 manifestaron la misma capacidad de competencia ya que crecieron de manera proporcional en el área de la caja de Petri, de éstos 11 presentaron barrera de defensa entre 0.1-0.6 cm, donde, ocho tuvieron la barrera en el centro de la caja (mayor competencia por espacio), y cuatro presentaron coloración en el medio de cultivo con un rango de barrera de defensa de 0.5 a 0.6 cm. Con base a esta evaluación, se seleccionaron cuatro enfrentamientos incompatibles para la evaluación in vivo contra *Meloidogyne incognita*. Estos corresponden a: *T. virens* (Th27-08)/*T. harzianum* (Th33-59), *T. citrinoviride* (Th33-58)/*T. harzianum* (Th33-59), *T. virens* (Th43-13)/*T. ghanense* (Th26-52), *T. simmonsii* (Th09-06)/*T. harzianum* (Th33-59) (Figura 1).

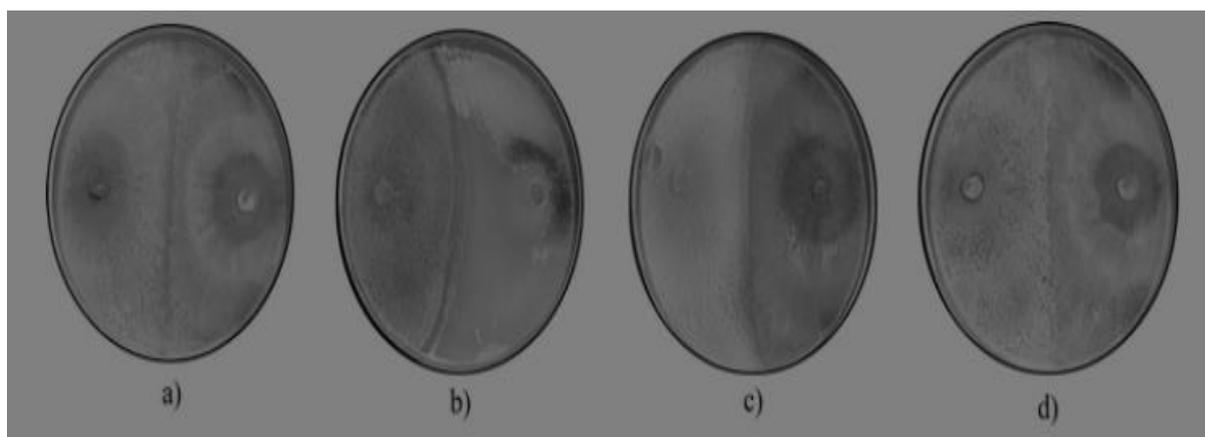


Figura 1. Enfrentamientos incompatibles seleccionados para la evaluación contra *Meloidogyne incognita*: a) *Trichoderma simmonsii* (Th09-06)/*T. harzianum* (Th33-59); b) *T. virens* (Th43-13)/*T. ghanense* (Th26-52); c) *T. citrinoviride* (Th33-58)/*T. harzianum* (Th33-59); d) *T. virens* (Th27-08)/*T. harzianum* (Th33-59).

Efecto de aislados incompatibles en el control de *Meloidogyne incognita*: Para la variable número de huevos por g de raíz licuada, la interacción de *T. simmonsii* (Th09-06) /*T. harzianum* (Th33-59) mostró un 59.3% en la reducción de huevos, a la que le siguió, *T. virens* (Th43-13) /*T. ghanense* (Th26-52) y *T. virens* (Th27-08) /*T. harzianum* (Th33-59) con 52.8 y 25.7%, respectivamente. En el número de hembras por g de raíz teñida, *T. simmonsii* (Th09-06) /*T. harzianum* (Th33-59), *T. virens* (Th27-08) /*T. harzianum* (Th33-59) y *T. virens* (Th43-13) /*T. ghanense* (Th26-52) mostraron 90.1, 88.1 y 31.5%, respectivamente.

Tabla 2. Efecto de las interacciones incompatibles de *Trichoderma spp.* en el control de *Meloidogyne incognita*.

Tratamientos	Severidad (%) del daño radical	Número de huevos por gramo de raíz licuada	Número de hembras por gramo
<i>T. virens</i> (Th27-08) / <i>T. harzianum</i> (Th33-59)	8.1 b	247.9 b	14.8 c
<i>T. citrinoviride</i> (Th33-58)/ <i>T. harzianum</i> (Th33-59)	2.8 d	65.9 e	7.6 d
<i>T. virens</i> (Th43-13) / <i>T. ghanense</i> (Th26-52)	3.9 d	157.6 c	88.1 b
<i>T. simmonsii</i> (Th09-06) / <i>T. harzianum</i> (Th33-59)	5.7 c	135.8 d	12.8 c
Testigo	16.5 a	333.8 a	128.7 a

3. Materiales y métodos.

3.1 Materiales.

Los datos de la presente investigación se recopilaron de artículos científicos indexados de diferentes bases de datos: latindex, scielo, scopus, science. Además de tesis de grado y postgrado de universidades nacionales e internacionales.

3.2 Método.

Para facilitar la comprensión de la información se procedió a elaborar un cuadro que contiene los siguientes ítems:

- Nombre del artículo.
- Lugar de estudio.
- Nombre de la revista.
- Año de publicación.
- Hongo biocontrolador.
- Concentración de suspensión.
- Nematodo fitopatógeno.
- Cultivo.
- Respuesta (regular - buena - excelente).

4. Resultados.

Nombre del artículo	Lugar de estudio	Nombre de la revista	Año de publicación	Hongo biocontrolador	Concentración de suspensión	Nematodo fitopatógeno	Cultivo	Respuesta
Hongos endofíticos como agentes biológicos de control de fitonemátodos en banano	Costa Rica	Musalit	2006	<i>T. atroviride</i>	1 x 10 ⁶ conidias/ml	<i>Radopholus similis</i>	Banano	Buena
Efecto de <i>Trichoderma atroviride</i> , <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Trichoderma viride</i> sobre huevos de <i>Meloidogyne sp.</i> en condiciones de laboratorio	Perú	REBIOLEST	2013	<i>T. atroviride</i>	1 x 10 ⁶ conidias/ml	<i>Meloidogyne sp.</i>	Laboratorio	Excelente
				<i>T. harzianum</i>				Excelente
				<i>T. viride</i>				Excelente
Especies nativas de <i>Trichoderma spp.</i> y su actividad antagónica contra <i>Meloidogyne incognita</i> en <i>Solanum lycopersicum L.</i>	México	UAA	2018	<i>T. harzianum</i>	1 x 10 ⁶ conidias/ml	<i>Meloidogyne incognita</i>	Tomate	Buena
				<i>T. simmonsii</i>				Buena
				<i>T. virens</i>				Excelente
Incompatibilidad interespecífica de especies de <i>Trichoderma spp.</i> contra <i>Meloidogyne incognita</i> en <i>Solanum lycopersicum L.</i>	México	ResearchGate	2018	<i>T. virens/T. harzianum</i>	1 x 10 ⁶ conidias/ml	<i>Meloidogyne incognita</i>	Tomate	Regular
				<i>T. citrinoviride/ T. harzianum</i>				Excelente
				<i>T. virens/T. ghanense</i>				Buena
				<i>T. simmonsii/T. harzianum</i>				Buena

* Respuesta: Regular (25–50%) – Buena (51-75%) – Excelente (76-100%).

5. Conclusiones.

- Las especies *T. atroviride*, *T. harzianum* y *T. viride* a suspensiones concentradas de 1.0×10^6 conidios/ml destruyen los huevos de *Meloidogyne sp.*, en una secuencia de parasitismo que concluye con la completa destrucción a las 72 horas.
- Los agentes biocontroladores de fitonemátodos en base a los resultados obtenidos de la investigación, podrían reemplazar tranquilamente a los nematicidas comerciales.

6. Bibliografía.

- Cetz, J., Alejo, J., Tún, J., Peraza, F., & De la Cruz, J. (2018). *Especies nativas de Trichoderma spp. y su actividad antagónica contra Meloidogyne incognita en Solanum lycopersicum L.* Recuperado el 13 de Junio de 2018, de <https://revistas.uaa.mx/index.php/investycien/article/view/136/125>
- Coyne, D., Nicol, J., & Claudius, C. (2009). *Nematología práctica: Una guía de campo y laboratorio.* Recuperado el 9 de Junio de 2018, de http://www.bioquirama.com/pdf/_MANUAL.pdf
- FAO. (s.f.). *Food and Agriculture Organization of the United Nations.* Obtenido de <http://www.fao.org/economic/est/est-commodities/bananas/bananafacts/en/#.WwtdREgvyM8>
- Giraldo, M., Ligarreto, G., Cayón, G., & Melo, C. (2011). *Análisis de la variabilidad genética de la colección colombiana de musáceas usando marcadores isoenzimáticos.* Recuperado el 30 de Mayo de 2018, de <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v60n2/v60n2a02.pdf>
- González, U. (Diciembre de 2013). *Diversidad de nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de maíz en el municipio de Guasave, Sinaloa.* Recuperado el 13 de Junio de 2018, de <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/13160/Ulises%20Gonzalez%20Guitron..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Infante, D., González, N., Reyes, Y., & Martínez, B. (Abril de 2009). *MECANISMOS DE ACCIÓN DE Trichoderma FRENTE A HONGOS FITOPATÓGENOS.* Recuperado el 13 de Junio de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000100002
- Lopez, L., & Jansson, H. (Junio de 2001). *Biodiversidad del suelo : control biológico de nematodos fitopatógenos por hongos nematófagos.* Recuperado el 9 de Junio de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/39436054_Biodiversidad_del_suelo_control_biologico_de_nematodos_fitopatogenos_por_hongos_nematofagos
- Marín, D., Sutton, T., & Barker, K. (2002). *Diseminación del banano en Latino america y el Caribe y su relación con la presencia de Radopholus similis.* Recuperado el 27 de Mayo de 2018, de Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica): <http://www.sidalc.net/repdoc/a2016e/a2016e.pdf>
- Mayary, J., & Castaño, Z. (2009). *Incidencia de nematodos en plátano en distintos estados fenológicos.* Recuperado el 30 de Mayo de 2018, de <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v27n2/v27n2a12.pdf>

- Mendoza, G., Wilson, J., & Colina, J. (2013). *Efecto de Trichoderma atroviride, Trichoderma harzianum y Trichoderma viride sobre huevos de Meloidogyne sp. en condiciones de laboratorio*. Recuperado el 13 de Junio de 2018, de <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/ECCBB/article/view/479/457>
- Mendoza, P., & Valero, R. (Diciembre de 2009). *USO DE HONGOS NEMATÓFAGOS: UNA HERRAMIENTA BIOTECNOLÓGICA PARA EL CONTROL DE NEMATODOS PARÁSITOS DEL GANADO*. Recuperado el 9 de Junio de 2018, de <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3142/FolletoTecnicoN7.pdf?sequence=1>
- Menezes, J., Lupatini, M., Antonioli, I., & Manzoni, C. (2010). *La variabilidad genética en su región de ADNr de los aislados de Trichoderma spp. (Biocontrol) y Fusarium oxysporum f. sp. chrysanthemi*. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542010000100017
- Moo, F., Reyes, A., Tun, J., Gamboa, M., Islas, I., & Critóbal, J. (2018). *Incompatibilidad interespecífica de especies de Trichoderma contra Meloidogyne incognita en Solanum lycopersicum*. Recuperado el 13 de Junio de 2018, de https://www.researchgate.net/profile/Felicia_Moo/publication/325483474_INCOMPATIBILIDAD_INTERESPECIFICA_DE_ESPECIES_DE_Trichoderma_CONTRA_Meloidogyne_incognita_EN_Solanum_lycopersicum_L/links/5b10aa514585150a0a5e179a/INCOMPATIBILIDAD-INTERESPECIFICA-DE-ES
- Pocasangre, L., Menjivar, R., Alexandra, Z., Riveros, A., Rosales, F., & Sikora, R. (Octubre de 2006). *HONGOS ENDOFÍTICOS COMO AGENTES BIOLÓGICOS DE CONTROL DE FITONEMATODOS EN BANANO*. Recuperado el 12 de Junio de 2018, de www.musalit.org/viewPdf.php?file=IN060654_spa.pdf&id=10473
- Ramos, L. (Noviembre de 2006). *Efecto de Hongos Endofíticos sobre Promoción de Crecimiento en Vitro plantas de Banano y Piña*. Recuperado el 13 de Junio de 2018, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/932/1/T2302.pdf>
- Robinson, J., & Galán, V. (2011). *PLÁTANOS Y BANANAS*. Recuperado el 30 de Mayo de 2018, de https://books.google.com.ec/books?id=mAv3EQAcgZ8C&pg=PA1&lpg=PA1&dq=subespecies+diploides+de+Musa+acuminata+Colla&source=bl&ots=7AqZuvW-YX&sig=YDwxbf2XAHbPRSTOVcQHvIFoP1Q&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjJxsn6_KvbAhWqz4MKHUIYAoMQ6AEIRzAC#v=onepage&q=subespecies%20d

- Romero , O., Huerta, M., Damián, M., Domínguez, F., & Arellano , D. (2009). *Características de Trichoderma harzianum, como agente limitante en el cultivo de hongos comestibles*. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-34752009000200015
- Rosales, F., Tripon, S., & Cerna, J. (Julio de 1998). *Producción de banano orgánico y ambientalmente amigable*. Recuperado el 30 de Mayo de 2018, de <https://books.google.com.ec/books?id=TL0PE62Na9gC&pg=PA138&lpg=PA138&dq=principales+especies+de+nematodos+que+atacan+al+banano&source=bl&ots=kKkaCRxsQA&sig=CCl40DDxD9ZXSFiom5RFa4rHxr0&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiDhqfNna7bAhUow1kKHeNQA8I4ChDoAQhHMAU#v=onepage&q>
- Salazar, D., Villafuerte, W., Cuichán, M., Orbe, D., & Márquez, J. (2016). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2016*. Recuperado el 25 de Mayo de 2018, de INEC: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Informe%20ejecutivo%20ESPAC_2016.pdf
- Salazar, L., Aponte , G., Sanabria, N., Guzmán , J., & Alcano , M. (2012). *Importancia de las especies de Trichoderma para el control de Macrophomina phaseolina en las áreas agrícolas del estado Aragua, Venezuela*. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2012000100001
- Triviño, C., & Farias , E. (Agosto de 2004). *Hongos beneficios para el control del nematodo lesionador de raíces de banano Radophylus similis*. Recuperado el 30 de Mayo de 2018, de INIAP: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Hongos%20ben%C3%A9ficos%20para%20el%20control%20del%20nematodo%20lesionador%20de%20ra%C3%ADces%20de%20banano%20Radopholus%20similis..pdf>
- Valarezo, A. (2015). *Detección temprana de mutantes de banano tolerantes o resistentes a Sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis, Morelet) en condiciones de vivero*. Recuperado el 29 de Mayo de 2018, de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/1073/1/T-UTB-FACIAG-AGROP-000046.pdf>
- Vegas Rodríguez, U. (2013). *Manejo Integrado de Banano Orgánico*. Recuperado el 27 de Mayo de 2018, de Agrobanco: <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/009-c-banano.pdf>