

Filtrados fúngicos de *Trichoderma* con actividad nematocida contra *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood



Fungal filtrate of *Trichoderma* with nematocidal activity against *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood <http://opn.to/a/pgEuU>

Jairo Cristóbal-Alejo¹, Jiram Ivan Cetz-Chi¹, José Ma. Tún-Suárez¹, Felicia Amalia Moo-Koh¹, Fernando Antonio Peraza-Luna², Juan Candelero-De la Cruz^{2*}

¹TecNM/Instituto Tecnológico de Conkal, Km 16.3, antigua carretera Mérida-Motul. 97345, Conkal, Yucatán, México

²TecNM/Instituto Tecnológico de Tizimín, final aeropuerto Cupul s/n. 97700, Tizimín, Yucatán, México.

RESUMEN: El objetivo de este estudio fue evaluar *in vitro* la capacidad de 41 filtrados de aislados nativos de *Trichoderma* en la inhibición de la eclosión de huevos y la mortalidad de juveniles del segundo estadio (J_2) del nematodo agallador *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. Los aislados fúngicos crecieron en PDA a 30°C durante ocho días; se colocaron discos de 5 mm en el medio de cultivo líquido, 200 g papa y 20 g dextrosa. L⁻¹ de agua destilada. Se realizó una serie de filtrados con gasas estériles, inmediatamente se centrifugó el sobrenadante durante 5 min a 3000 rpm, papel Whatman número 1 y a través de un filtro miliporo de 0,45 µm. El ensayo *in vitro* se condujo en dos etapas, la primera fue adicionar 1 ml de cada filtrado fúngico en siracusas con 50 huevos del fitonematodo y se evaluó el efecto inhibitorio de la eclosión a las 72, 96 y 120 h de exposición; la segunda consistió en colocar en estos filtrados 25 juveniles de segundo estadio (J_2) de *M. incognita* y se estimó su actividad contra movilidad, mortalidad y reversibilidad a las 24 y 48 h. Los tratamientos los conformaron los 41 filtrados fúngicos y un testigo con agua destilada estéril, con cuatro repeticiones, distribuidas en un diseño completamente al azar. Los filtrados lograron hasta 91,1 % de inhibición de la eclosión de huevos del fitonematodo y hasta 92,24 % de mortalidad en los J_2 en los diferentes periodos de exposición a los filtrados fúngicos.

Palabras clave: biocontrol, fitonematodo, metabolitos secundarios, nematodos agalladores.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the *in vitro* properties of 41 *Trichoderma* native strains in egg hatching and mortality of the second stage (J_2) of root knot nematode *M. incognita*. *Trichoderma* strains were grown on PDA at 30°C for eight days, and then 5 mm discs were placed in the liquid culture medium containing 200 g potato and 20 g dextrose L⁻¹ distilled water. A series of filtrations were performed with sterile gauze, immediately centrifuged for 5 min at 3000 rpm, Whatman paper no. 1 and through a 0.45 µm milipore filter. The *in vitro* assay was conducted in two stages; the first was to add 1 ml of each fungal filtrate in siraccus with 50 eggs of the phytonematode and evaluated at 72, 96 and 120 h of exposure; the second consisted in adding these same filtrates with 25 second stage juvenils (J_2) of *M. incognita* and its antagonistic effect was evaluated at 24 and 48 h, and the reversibility effect. The treatments consisted of 41 fungal filtrates and one control with sterile distilled water, four replicates distributed in a completely random design. The results indicated that the filtrates achieved up to 91.10 % inhibition of egg hatching of the phytonematode and up to 92.24 % mortality of J_2 of *M. incognita* at different exposure times to the fungal filtrates.

Key words: biocontrol, phytonematode, root knot nematodes, secondary metabolites.

*Autor para correspondencia: Juan Candelero-de la Cruz. Email: candeleroacruz@hotmail.com

Recibido: 24/05/2017

Aceptado: 18/01/2018

INTRODUCCIÓN

Los nematodos del género *Meloidogyne* son endoparásitos sedentarios formadores de agallas radiculares, tienen una amplia distribución y están presentes en varias regiones agrícolas en el mundo. En México afectan un gran número de especies cultivadas (1,2). La presencia de estos organismos puede facilitar la penetración e infección de otros fitopatógenos, como hongos y bacterias, y causar mayores pérdidas de producción (3). En México se tienen registros de pérdidas anuales en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) del 20 al 52 % y, en ocasiones, han causado el abandono total de parcelas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) (4,5,6).

Para su control, en las últimas décadas se recurrió al uso excesivo de nematicidas químicos que resultaron inefectivos, especialmente cuando las poblaciones del nematodo son altas; además de que pueden generar poblaciones resistentes, sin mencionar los daños en la salud humana, al ambiente y la pérdida de la biodiversidad de las poblaciones antagonistas naturales contra fitoparásitos asociados a la rizosfera del suelo (7). A esta situación se suma la demanda por los consumidores de alimentos libres de agroquímicos y la exigencia de políticas internacionales para reducir las fuentes de contaminación ambiental a través de estrategias necesarias de control más amigables con el ambiente.

Ante este panorama, en los últimos años se intensificó la búsqueda de aislamientos microbianos con actividad nematicida para reducir el impacto negativo de estos contaminantes en los agroecosistemas. Entre los más estudiados, por sus efectos como agentes de biocontrol contra fitopatógenos de raíces y con origen en el suelo, se encuentran *Bacillus subtilis* Ehrenberg y Cohn, *Arthrobotrys oligospora* Fres., *Rhizophagus intraradices* (NC Schenck y GS Sm.) C. Walker y A. Schuessler (anteriormente *Glomus intraradices*) NC Schenck & GS Sms y especies de *Trichoderma* (8,9,10). Estas últimas se caracterizan por su habilidad competitiva de crecer y adaptarse en diversos tipos de sustratos y condiciones ambientales, cuya capacidad más señalada se asocia con la producción de metabolitos

secundarios (volátiles o no), de bajo peso molecular, que se liberan durante su establecimiento en la rizosfera (11,12).

En este sentido, durante el proceso de obtención de nuevos productos biológicos es esencial la selección de aislados promisorios, por lo que los estudios *in vitro* son fundamentales para estos propósitos. El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar la efectividad inhibitoria de eclosión de huevos y efecto nematicida en juveniles de segundo estadio de *M. incognita* de aislamientos nativos de *Trichoderma*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el laboratorio de Fitopatología del Instituto Tecnológico de Conkal (ITC), ubicado en Yucatán, a 20°06' latitud norte y 89°29' longitud Oeste.

Obtención del nematodo *M. incognita*

La población de nematodos utilizada en el estudio provenía de cultivos hortícolas. A través de las características de los patrones perineales de hembras adultas extraídas y otros caracteres morfotaxonomicos (13), se determinó que se trataba de la especie *M. incognita*.

Los huevos y juveniles (J₂) se obtuvieron de las raíces agalladas que se trasladaron al laboratorio; se lavaron con agua corriente para eliminar residuos de suelo, se cortaron y se depositaron en cajas Petri. Con ayuda de agujas de disección y microscopio estereoscópico (Leica Zoom 2000) se disectaron las raíces agalladas y se extrajeron las masas de huevos del fitoparásito, que se conservaron en refrigeración a 6°C y, posteriormente, se inocularon en plantas de 25 cm de altura para mantener la población del fitonematodo en una estructura de casa sombra.

El inóculo de *M. incognita* se obtuvo disectando las raíces para obtener masas de huevos. Para favorecer el desprendimiento de los huevos y eliminar microorganismos que pudieran dañar su viabilidad, se desinfestaron las masas con hipoclorito de sodio (NaClO) al 1 % durante 2 min y al finalizar se hicieron lavados sucesivos en tamices de malla números 300 y 400; se colocaron en estufa de cultivo a 29,6°C durante cuatro días para su eclosión (10,14).

Filtrados de *Trichoderma* spp.

Los aislados de *Trichoderma* spp. (Tabla 1) se obtuvieron del cepario del laboratorio de Fitopatología del ITC y se reactivaron en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) a 30°C durante ocho días; se inocularon discos de 5 mm con micelio fúngico en un medio de cultivo líquido a base de 300 y 20 g de papa y dextrosa, respectivamente, en un litro de agua destilada con un pH final de 6,8 y se dejaron crecer a 30°C sin agitación, durante 27 días. Al finalizar, se realizó una serie de filtrados; el primero con gasas estériles, inmediatamente se centrifugó el sobrenadante durante 10 min a 3000 rpm, el tercero con papel Whatman número 1 y el último utilizando filtro milipore de 0,45 µm. Los filtrados fúngicos se recolectaron en tubos Falcon de 50 ml de capacidad y se conservaron a 4°C en refrigeración (14).

Inhibición de la eclosión de huevos de *M. incognita* por filtrados de *Trichoderma* spp. en

El ensayo *in vitro* se condujo en dos etapas, la primera consistió en adicionar 1 ml de cada filtrado de los 41 aislados nativos del género *Trichoderma* en siracusas estériles;

posteriormente, se colocaron 50 huevos del nematodo agallador y se evaluó la inhibición de la eclosión de huevos a las 72, 96 y 120 h de exposición a los filtrados fúngicos.

Efecto de los filtrados de *Trichoderma* spp. contra juveniles (J₂) de *M. incognita*

En la segunda etapa se colocaron en las siracusas 25 juveniles de segundo estadio (J₂) de *M. incognita* y se evaluó el efecto nematostático de los filtrados a las 24 y 48 h. La inmovilización del nematodo se confirmó con la ayuda de un pincel con el que se estimuló al nematodo en su región cefálica, si no daba respuesta de movimiento al estímulo se consideró inviable (15,10). Al finalizar las evaluaciones, se realizó la prueba de reversibilidad que consistió en retirar, con ayuda de una jeringa, el filtrado y su reemplazo con agua destilada estéril. Después de 24 h se contabilizaron la movilidad y la mortalidad de los J₂.

Los filtrados fúngicos conformaron 41 tratamientos y un testigo con agua destilada estéril (Tabla 1), con cuatro repeticiones, distribuidas en un diseño experimental completamente al azar. Para la selección del mejor aislado con actividad de inhibición de

TABLA 1. Denominación y origen de los 41 aislados nativos de *Trichoderma* de suelo con¹ y sin² uso agrícola en 18 municipios del estado Yucatán, México. / *Denomination and origin of the 41 native Trichoderma isolates of soil with¹ and without² agricultural use in 18 municipalities of the state of Yucatan, Mexico.*

Municipios	Registros
Tizimín	Th01-01 ¹ , Th01-02 ¹ , Th02-04 ²
Panabá	Th03-05 ¹ , Th04-07 ²
Dzilám G.	Th05-07 ¹ , Th06-B6 ² , Th06-71 ²
Buctzotz	Th09-12 ¹ , Th09-13 ¹ , Th10-D86 ²
Dzidzantún	Th11-D110 ¹ , Th12-B85 ²
Yobain	Th13-20 ¹ , Th14-21 ²
Maxcanú	Th16-A94 ² , Th16-B92 ² , Th16-C107 ² , Th16-D106 ²
Halachó	Th18-30 ² , Th18-63 ²
Tzucacab	Th19-32 ¹ , Th20-35 ²
Peto	Th21-41 ¹ , Th22-43 ²
Tekax	Th23-68 ¹
Tadzhiu	Th25-52 ¹ , Th25-68 ¹ , Th26-53 ²
Akil	Th29-54 ¹ , Th29-55 ¹ , Th30-66 ²
Oxkutzcab	Th32-56 ²
Ticul	Th33-37 ¹ , Th33-58 ¹ , Th33-59 ¹
Sacalum	Th35-67 ¹ , Th35-70 ¹ , Th36-60 ²
Cuzamá	Th38-61 ²
Homún	Th40-62 ²
Testigo	Agua destilada estéril (ADE)

huevos y mortalidad de J_2 de *M. incognita*, se realizó un análisis de varianza y comparación de medias (Scott & Knott, $p \leq 0,05$) mediante el paquete estadístico InfoStat versión 2012 (16).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inhibición de la eclosión de huevos de *M. incognita* por acción de filtrados de *Trichoderma* spp.

Los filtrados fúngicos afectaron, significativamente ($p \leq 0,001$), la eclosión de huevos de *M. incognita* en los tres momentos de evaluación.

Al finalizar el estudio se confirmó la viabilidad de huevos del fitonematodo con el tratamiento testigo (agua destilada estéril), que presentó el porcentaje más alto de la eclosión de huevos del fitonematodo en los tres tiempos de evaluación (Tabla 2). Este hecho manifestó que los filtrados fúngicos de *Trichoderma* afectaron, negativamente, la viabilidad de los huevos del fitonematodo. Por lo que el efecto de inhibición se detectó a partir de las primeras 72 h, lo que significó igualdad de tratamientos de 40 filtrados, con más del 98,03 % de efectividad sobre este parámetro de estimación (Scott & Knott, $p \leq 0,05$). A las 96 h de exposición, solamente 33 filtrados fúngicos lograron mantener hasta 94,17 % de efectividad. Los resultados a las 120 h permitieron establecer criterios de selección de 33 aislados nativos de *Trichoderma* spp. en su capacidad de evitar, al menos, hasta 93,30 % de inhibición sobre la eclosión de huevos de *M. incognita*.

A las 120 h se evidenció la capacidad inhibitoria sobre la eclosión de huevo de, al menos, 33 filtrados fúngicos de *Trichoderma*, procedentes de suelo con y sin uso agrícola, al inhibirla eclosión de huevos de *M. incognita* del 94,74 al 100 %; este parámetro de estimación se considera fundamental en pruebas de control de nematodos agalladores, ya que representa la capacidad reproductora del nematodo, lo que podría traducirse en una disminución importante de este fitoparásito para condiciones de campo.

Estudios similares realizados por Algarate *et al.* (17) y Dávila y Clímaco (18) evidenciaron el efecto inhibitorio de especies nativas de *Trichoderma* spp., *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Zare y Gams, *Arthrobotrys* sp. y

Paecilomyces sp. Samson (10^6 conidias x ml^{-1}) cuando se expusieron huevos de *Meloidogyne* sp. 24, 48 y 72 h. Mientras que, en un estudio de micoparasitismo con especies de *Trichoderma*, *T. atroviride* P. Karst, *T. harzianum* Rifai y *T. viride* Pers., se observó el crecimiento de hifas y la destrucción completa de huevos de *M. incognita* raza 2 después de las 72 h en condiciones de laboratorio (4,19). También Cardona *et al.* (20), con la concentración de 100 % de filtrado crudo de *Purpureocillium* sp. (Cepa UdeA0106), lograron mantener baja la eclosión de huevos de este fitonematodo a partir de las 24 h y, de igual manera, observaron vacuolas alteradas, las cuales asociaron con la deformación de este estadio.

El efecto inhibitorio en la eclosión de huevos debe estar relacionado con enzimas hidrolíticas, ya que estudios *in vitro* demostraron que las especies de *Trichoderma* parasitan las capas de vitelina, quitina y lípidos que protegen al embrión del huevo, cuyo efecto micoparasitario se debe al incremento en la actividad de enzimas como quitinasas y proteasas (4,11).

Efecto de los filtrados de *Trichoderma* spp. contra juveniles (J_2) de *M. incognita*

Se mostraron diferencias significativas ($p \leq 0,001$) en el efecto de 41 filtrados fúngicos de *Trichoderma* spp., aislados de suelos con y sin uso agrícola, sobre el porcentaje de mortalidad.

Los filtrados de hongos benéficos se agruparon de acuerdo a la separación de las medias. Los resultados a las 24 h de evaluación se mostraron de la siguiente manera: el primer grupo se conformó por 12 aislados de *Trichoderma* spp., estadísticamente iguales (Scott & Knott, $p \leq 0,05$) que lograron inducir un efecto de inmovilidad con valores que oscilaron de 91,38 a 97,41 % de la inactividad en J_2 de *M. incognita*; le siguió un grupo de nueve aislados con 83,62 a 89,66 % de efectividad sobre este parámetro de estimación; por debajo de estos se encontraron ocho aislados de los hongos que lograron, al menos, hasta 59,48 % de inmovilidad; finalmente, el resto de los filtrados fúngicos indujo los valores menores a 16,38 %. En el tratamiento testigo (agua destilada estéril) se observó el porcentaje más alto de movilidad en los J_2 del nematodo agallador, lo que confirmó la viabilidad de estos. Transcurridas 48 h de exposición de filtrados

TABLA 2. Inhibición de la eclosión de huevos en *M. incognita* por efecto de los filtrados fúngicos de aislados mexicanos de *Trichoderma* spp. en diferentes tiempos de exposición / *Inhibition of hatching of eggs in M. incognita by the effect of the fungal filtrates of Trichoderma spp. at different exposure times*

Aislados	Tiempo de exposición (h)		
	72	96	120
	Inhibición de la eclosión de huevos*%		
Th02-04, Th36-60, Th03-05	100a	100a	100a
Th01-01, Th35-70, Th13-20	100a	100a	100a
Th01-02, Th30-66, Th14-21	100a	100a	100a
Th09-13, Th18-63, Th11-D110	100a	100a	100a
Th12-B85, Th22-43, Th19-32	100a	100a	100a
Th23-68, Th04-07, Th06-B6	100a	100a	100a
Th06-71	100a	100a	100a
Th10-D86	100a	100a	100a
Th35-67	100a	100a	100a
Th38-61	100a	100a	100a
Th16-A94, Th33-59	100a	100a	100a
Th40-62, Th33-37	100a	96,67a	96,67a
Th21-41	100a	95,00a	95,00a
Th29-55	100a	94,74a	93,30a
Th26-52	100a	94,17a	94,17a
Th20-35	100a	92,11b	92,11b
Th29-54	100a	89,17b	89,17b
Th26-53, Th33-58	100a	88,82b	85,83b
Th16-C107	100a	88,82b	87,50b
Th32-56	100a	87,50b	84,17b
Th16-D106	100a	85,00b	78,29c
Th05-07	99,17a	99,17a	99,17a
Th16-B92	98,34a	98,34a	98,34a
Th09-12, Th25-68	98,03a	98,03a	98,03a
Th18-30	79,41b	79,41b	79,41c
Testigo (ADE)	0,00c	0,00c	0,00d

Nota: medias con igual literal, en una misma columna, no difieren estadísticamente (Scott & Knott $p \leq 0,05$), ADE: agua destilada estéril, *Porcentaje de inhibición en la eclosión de 50 huevos de *M. incognita*.

fúngicos, ocho aislados conformaron el primer grupo, que causaron la inmovilidad de J_2 con rangos que oscilaron de 97,41 a 100 % de efectividad (Scott & Knott, $p \leq 0,05$). El segundo y el tercer grupo, con 11 y ocho registros de filtrados fúngicos, obtuvieron sobre este parámetro de estimación hasta 93, 10 y 90,50 % de efectividad, respectivamente. Por último, el cuarto grupo lo representó el aislado Th13-20 con 81,03 % de inactividad de J_2 en *M. incognita* (Tabla 3).

Los resultados del ensayo de la prueba de reversibilidad, después de 24 h sin exposición a los filtrados fúngicos, agruparon a los aislamientos en cinco grupos. El primero incluyó 23 filtrados, estadísticamente iguales (Scott & Knott, $p \leq 0,05$) con efecto nematocida de al menos el 92,24 % de mortalidad en los J_2 de *M. incognita*; le siguieron en efectividad los grupos 2 y 3, con tres filtrados cada uno, con 81,90 a 85,34 y de 70,69 a 73,27 % de mortalidad sobre este parámetro de estimación. El resto de los

TABLA 3. Inmovilidad y mortalidad de juveniles del segundo estadio (J_2) de *M. incognita* por efecto de los filtrados fúngicos de *Trichoderma* spp. a diferentes tiempos de exposición / *Mortality of juveniles of the second stage (J_2) of *M. incognita* by the effect of the filtrates of *Trichoderma* spp. at different exposure times.*

Aislados	Tiempo de exposición (h)		
	24	48	24
	Inmovilidad %		Reversibilidad* %
Th33-58	97,41a	97,41a	0,00a
Th40-62	97,41a	100a	66,38e
Th26-52	96,55a	96,55b	0,00a
Th25-68	94,83a	95,69b	0,00a
Th01-02	94,83a	98,27a	0,00a
Th02-04	94,83a	96,55b	0,00a
Th33-57	93,11a	93,10b	0,00a
Th35-70	93,11a	93,96b	0,00a
Th10-D86	93,11a	95,69b	0,00a
Th33-59	93,11a	97,41a	0,00a
Th22-43	93,11a	98,27a	3,45a
Th20-35	91,38a	95,69b	29,31c
Th32-56	89,66b	89,66c	0,00a
Th29-54	89,66b	94,83b	51,72d
Th30-66	88,79b	88,79c	0,00a
Th21-41	88,79b	93,96b	3,45a
Th26-53	87,07b	98,27a	5,18a
Th23-68	87,07b	86,21c	0,00a
Th16-C107	85,35b	90,5c	6,90a
Th14-21	85,34b	93,1b	0,00a
Th03-05	83,62b	84,48c	0,00a
Th12-B85	78,45c	87,9c	0,00a
Th29-55	71,55c	87,93c	41,38d
Th06-B6	67,24c	86,21c	46,56d
Th09-13	66,38c	86,21c	0,00a
Th35-67	66,38c	94,83b	7,76a
Th16-A94	63,79c	75,00e	82,76f
Th38-61	63,79c	100a	14,66b
Th09-12	59,48c	71,55e	20,69b
Th36-60	56,03d	93,1b	0,00a
Th13-20	54,31d	81,03d	60,35e
Th11-D110	47,41e	99,14a	18,10b
Th06-71	44,83e	50,86f	45,69d
Th01-01	44,83e	89,66c	63,80e
Th19-32	39,65e	51,72f	0,00a
Th16-B92	38,79e	50,86f	26,73c
Th18-63	22,41f	43,1g	50,00d
Th16-D106	16,38f	42,24g	93,97g
Th05-07	3,45g	51,72f	50,86d
Th18-30	0,00g	13,79i	59,49e
Th04-07	0,00g	20,69h	75,86f
Testigo (ADE)	0,00g	0,00i	0,00g

Nota: Medias con la misma literal dentro de columnas son iguales (Scott & Knott, $p \leq 0,05$), ADE: agua destilada estéril, *Porcentaje de recuperación de la movilidad o la mortalidad de 50 J_2 de *M. incognita*

grupos presentaron de 26,73 a 93,97 % de reversibilidad, después de retirar el filtrado y adicionar agua destilada. Estos resultados permitieron establecer un criterio para seleccionar aislados de *Trichoderma* promisorios para futuras investigaciones de control del nematodo. (Tabla 3)

En este estudio se confirmó que el origen de los filtrados fúngicos no influyó en el potencial efecto biológico de los mismos para disminuir la reproducción del nematodo agallador cuando provocaron inhibición de la eclosión de huevos. También, se demostró que la consecuencia del biocontrol de fitoparásitos por el género de *Trichoderma* depende más del tipo de sustrato como medio de cultivo que de la propia especie (19). En ensayos similares, el efecto potencial de los filtrados fúngicos de *Arthrobotrys* sp. Y *Paecylomyces* sp. mostraron actividad nematocida contra J₂ de poblaciones de *M. incognita* (18). Xalxo *et al.* (21) informaron un efecto *in vitro* de filtrados de *T. viride* de 65 a 93,75 % de mortalidad en J₂ de *Meloidogyne* spp. Estos efectos encontraron Pinzón *et al.* (10) y Candelero *et al.* (14) al obtener 100 % de mortalidad en los J₂ de este nematodo en las primeras 24 h de exposición de 14 filtrados fúngicos de *Trichoderma* provenientes de patosistemas silvestres. Asimismo, se confirmó en estudios *in vitro* que, a las 24 h de exposición de los filtrados toxigénicos de *T. asperellum* (cepa Ta. 90) en dilución 1/50, causó la mortalidad de J₂ de *M. incognita* hasta 90 % (4); esta cepa produjo quitinasas y β-1,3-glucanasas, enzimas relacionadas con la hidrólisis de la cutícula en los fitopatógenos incapaces de sintetizarlas durante su establecimiento (11,17). También, esta actividad inhibitoria de los filtrados se le ha atribuido a los metabolitos secundarios que actúan como nematocidas y que se han reportado en *T. harzianum* son: tricotecenos, trichodermina, suzukacilina, alameticina, dermadina, penicilina, trichotecenosa y tricorzinianos (12).

CONCLUSIONES

De los 41 filtrados fúngicos de *Trichoderma*, se confirmó que el origen de 33 aislados de suelos, con y sin uso agrícola, no influyó en su

actividad contra la inhibición de la eclosión de huevos, la motilidad ni la mortalidad sobre J₂ de *Meloidogyne incognita*.

El origen de 23 aislados fúngicos de *Trichoderma* no determinó el efecto nematocida sobre J₂ del fitonematodo agallador, después de evaluar el efecto de reversibilidad a las 48 h.

Se demuestra que las especies nativas de *Trichoderma* son agentes potenciales para emplearse como agente biocontrol del fitonematodo agallador.

Se sugiere realizar pruebas más contundentes *in vitro* que demuestren los mecanismos que inducen la inhibición de la eclosión de huevos, la mortalidad de juveniles del segundo estadio (J₂) de *M. incognita* y la efectividad biocontroladora en plantaciones comerciales.

REFERENCIAS

1. Cid del Prado Vera I, Tovar A, Hernández AJ. Distribución de especies y razas de *Meloidogyne* en México. Revista Mexicana de Fitopatología. 2001;19(1):32-39.
2. Carrillo FJA, García RSE, Allende MR, Márquez ZI, Cruz OJE. Identificación y distribución de especies del nematodo nodulador (*Meloidogyne* spp.) en hortalizas, en Sinaloa, México. Rev. Mexicana de Fitopatología. 2000;18(2):115-119.
3. Bauer ML. 1991. Fitopatología. Limusa. México. 117-120.
4. Hernández OD, Rodríguez MG, Peteira B, Miranda I, Arias Y, Martínez B. Efecto de cepas de *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckfeldt y Nirenberg sobre el desarrollo del tomate y *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. Rev. de Protección Veg.. 2015;30(2):139-147.
5. Velázquez VR. Nematodos agalladores afectando hortalizas y otros cultivos en el norte centro de México. Revista Mexicana de Fitopatología. 2001;19(1):107-109.
6. Herrera PE, Cristóbal AJ, Tun SJM, Góngora JJA, Lomas BCT. Nematofauna nociva (*Meloidogyne* spp.) en cultivos hortícolas tropicales: Distribución y perspectivas de manejo en Yucatán. Recursos genéticos

- microbianos en la zona Golfo-Sureste de México. 2011;1:138-150.
7. Pakeerathan K, Mikunthan G, Tharshani N. Effect of different animal manures on *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) on tomato. World Journal and Agric. Sci. 2009; (5):432-435.
 8. Moreno PL, Belmonte VJR, Núñez PHG, Guzmán MR, Mendoza CB. Sensibilidad *in vitro* de dos especies de *Sclerotinia* spp. y *Sclerotium cepivorum* a agentes de control biológico y fungicidas. Rev. Mexicana de Fitopatología. 2015;33:256-267.
 9. Arcos J, Zúñiga D. Efecto de rizobacterias en el control de *Rhizoctonia solani* en el cultivo de papa. Ecología Aplicada. 2015; 14(2): 95-101.
 10. Pinzón EL, Candellero CJ, Tun SJM, Reyes OV, Cristóbal AJ. Control de *Meloidogyne incognita* en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con la aplicación de *Trichoderma harzianum*. Rev. Fitosanidad. 2015; 19(1):5-11.
 11. González I, Infante D, Martínez B, Arias Y, González N, Peteira B. Induction of chitinases and glucanases in *Trichoderma* spp. strains intended for biological control. Biotecnología Aplicada. 2012;29:12-16.
 12. Zeilinger S, Omann M. *Trichoderma* biocontrol: signal transduction pathways involved in host sensing and mycoparasitism. Rev. Gene Regulation Systems Biology. 2007;1:227-234.
 13. Jepson, SB. 1987. Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Wallingford, UK: CAB International. 265 pp.
 14. Candellero DCJ, Cristóbal AJ, Reyes RA, Tún SJM, Gamboa AMM, Ruíz SE. *Trichoderma* spp. Promotoras del crecimiento en plántulas de *Capsicum chinense* Jacq. y antagónicas contra *Meloidogyne incognita*. PHYTON. International Journal of Experimental Botany. 2015;84(1):113-119.
 15. Cristóbal AJ, Tun SJM, Moguel CS, Marbán MN, Medina BL, Simá PP, Peraza SSR, Angulo GMM. *In vitro* sensitivity of *Meloidogyne incognita* to extracts from native yucatecan plants. Nematropica. 2006;36(1):89-97. <http://journals.fcla.edu/Nematropica/article/view/69732/67392>
 16. Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, González L, Tablada M, Robledo CW. InfoStat versión 2012. InfoStat Group, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
 17. Del Castillo AO, Collantes AC, Cox TG, Wilson KJ. Efecto de dos especies nativas de *Trichoderma* sobre huevos y juveniles de *Meloidogyne* sp. en condiciones de laboratorio. Revista Científica de Estudiantes REBIOLEST. 2014;2(1):24-36.
 18. Dávila L, Clímaco HJ. Evaluación de la actividad biocontroladora de *Arthrobotrys* sp. y *Paecilomyces* sp. sobre *Meloidogyne javanica* *in vitro* y bajo condiciones de invernadero en crisantemo (*Dendranthema grandiflora* Anderson). Rev. Agron. Colomb. 2005;23(1):91-101.
 19. Sharon E, Chet I, Viterbo A, Bar-Eyal M, Nagan H, Garr JS, Yitzhak St. Parasitism of *Trichoderma* on *Meloidogyne javanica* and role of the gelatinous matrix. Eur. Jour. Plant Pathology. 2007;118:247-258.
 20. Cardona BN, Pavas H., Fernández E. Efecto del filtrado crudo de *Purpureocillium* sp. (Cepa UdeA0106), sobre la eclosión de huevos y movilidad de juveniles de *Meloidogyne incognita-javanica*. Rev. Colomb. Biotecnol. 2014; 16(2):37-44.
 21. Xalxo PC, Karkun D, Poddar DN. Rhizospheric fungal associations of root knot nematode infested cucurbits: *in vitro* assessment of their nematicidal potential. J. Microbiology. 2013; 8(1):81-91.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.