

Uso del hongo *Trichoderma* spp. para el manejo de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood en tomate

Use of the *Trichoderma* spp. fungi for the management of *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood in tomato

Ramón Liriano González¹, Oliver Mirabal Gutiérrez², Rubén Rodríguez Barrera³ y Mabel Viltres Brizuela⁴

¹ Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Carretera a Varadero; Matanzas, Cuba

² Aeropuerto Internacional de Varadero “Juan Gualberto Gómez”. Varadero; Matanzas, Cuba

³ Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (LAPROSAVE), Matanzas, Cuba

⁴ Granja Urbana Jagüey Grande, Jagüey Grande, Matanzas, Cuba

E-mail: ramon.liriano@umcc.cu

RESUMEN. Con el objetivo de evaluar la efectividad de las cepas de *Trichoderma* spp A – 53, A – 34 y Ts – 3 que se reproducen en los Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE) de la provincia de Matanzas, para el manejo del nematodo *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood se montó un experimento en condiciones de producción en la unidad “Zeopónico” perteneciente a la Granja Urbana del municipio de Cárdenas, sobre sustrato compuesto por suelo: ferralítico rojo y materia orgánica; en el cultivo del tomate variedad Vyta. El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar. Se evaluó el grado de infestación inicial, se identificó la especie *Meloidogyne* spp., se determinó la efectividad técnica, así como el comportamiento del rendimiento y sus componentes. Los resultados obtenidos demuestran que *Trichoderma* spp. constituye una alternativa biológica para el manejo de *Meloidogyne incognita*, bajo condiciones de organopónico, disminuyendo las cepas de *Trichoderma* spp evaluadas el nivel de infestación de *M. incognita*, resultando la dosis de 30 kg/ha la más efectiva, comportándose las cepas A – 53 y Ts – 3 como las de mayor eficiencia.

Palabras clave: *Meloidogyne incognita*, tomate, *Trichoderma* spp.

ABSTRACT. The aim of the present work was to evaluate the effect of *Trichoderma* spp A – 53, A – 34 y Ts – 3 strains, which are reproduced in the Center for Reproduction of Entomo-phagos and Entomo-pathogens (Matanzas province), for the management of the *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood nematode. The experiment was carried out in production conditions in the “Zeopónico” unit which belongs to the Urban Farm of Cardenas municipality, using a substrate consisting of red-ferralitic soil plus organic matter and tomatoes, in Vyta tomato variety. The experimental design that was used was at random blocks. The initial infection rate was assessed, the *Meloidogyne* spp. specie was identified, the technical effect was determined, as well as the results of yield components. Results showed that *Trichoderma* spp. is a promissory biological alternative for the management of *Meloidogyne incognita*, under organoponic conditions. The infection level of *M. incognita* decreased after treatment with *Trichoderma* spp. The best response was reported by the dosis of 30 Kg/ha and the strains A – 53 y Ts – 3 showed the higher efficiency.

Key words: *Meloidogyne incognita*, tomatoes, *Trichoderma* spp.

INTRODUCCIÓN

La Agricultura Urbana en Cuba avanza en la solución de un problema de alta sensibilidad para la población, como el abasto de hortalizas frescas durante todo el año (Fernández *et al.*, 2005), que constituyen parte esencial de la dieta por su alto contenido en vitaminas y minerales; donde el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es la principal

hortaliza por su producción y alta demanda en el mercado.

En el mundo de hoy, los nematodos fitoparásitos afectan considerablemente a las hortalizas y en numerosas ocasiones son considerados como la principal causa de las pérdidas en las cosechas.

Meloidogyne incognita (Kofoid y White) Chitwood es la especie de mayor distribución en el archipiélago cubano y sin lugar a dudas la de mayor importancia en los cultivos hortícolas. Sus daños varían desde la disminución de los rendimientos hasta la pérdida total del cultivo (Netscher y Sikora, 1990).

El combate de los nematodos no es tarea fácil y en la agricultura alternativa es particularmente difícil. En el caso de Cuba, numerosas experiencias con organismos biocontroladores, han demostrado su efectividad en la reducción de poblaciones de *M. incognita*, entre estos organismos se destaca el hongo antagonista *Trichoderma* spp. Varios aislamientos de *Trichoderma harzianum* Rifai y *Trichoderma viride* Pers se han utilizado con éxito en una gran variedad de cultivos para el manejo de patógenos que se transmiten por el suelo, las semillas, patógenos foliares y hasta de productos almacenados. La rápida velocidad de crecimiento, esporulación abundante y rango amplio de sustratos sobre los que puede crecer, hace que sea muy eficiente como saprófito y cuando se usa como agente biológico (Martínez et al, 2007). El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la efectividad de *Trichoderma* spp. en el manejo de *Meloidogyne incognita*. (Kofoid y White) Chitwood en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en condiciones de Agricultura Urbana.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la finca 5 de la unidad de producción “Zeopónico” perteneciente a la Granja Urbana del municipio de Cárdenas, provincia de Matanzas, en condiciones de organopónico. Para el ensayo se escogió el cultivo del tomate variedad Vyta.

Tratamientos a evaluar

Se evaluaron las cepas A – 53 y A – 34 de *T. harzianum* y la cepa Ts – 3 de *T. viride* reproducidas en los Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE) de la provincia de Matanzas, las que se aplicaron en tres momentos, el primero previo al establecimiento del cultivo y los otros dos con una frecuencia de 20 días a tres dosis diferentes (tabla 1).

El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar.

Evaluaciones realizadas

- Infestación inicial

El nivel de infestación inicial en el sistema radical se determinó en 10 plantas de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) utilizadas como planta indicadora y seleccionadas al azar en cuatro canteros, según los criterios de Taylor y Sasser (1978), García y Fernández (1983) y García et al. (1984). (Observar figura 1, tabla 2).

Tabla 1. Cepas, dosis evaluadas y concentración de esporas (esp/mL)

Tratamientos	Cepas y dosis evaluadas	Concentración de esporas (esp/mL)
T – 01	Testigo sin tratar	-
T – 02	Th A – 53 10 kg/ha	1,2 x 10 ⁹
T – 03	Th A – 34 10 kg/ha	2,1 x 10 ⁹
T – 04	Tv Ts – 3 10 kg/ha	5,6 x 10 ⁸
T – 05	Th A – 53 30 kg/ha	1,2 x 10 ⁹
T – 06	Th A – 34 20 kg/ha	2,1 x 10 ⁹
T – 07	Tv Ts – 3 20 kg/ha	5,6 x 10 ⁸
T – 08	Th A – 53 20 kg/ha	1,2 x 10 ⁹
T – 09	Th A – 34 30 kg/ha	2,1 x 10 ⁹
T – 10	Tv Ts – 3 30 kg/ha	5,6 x 10 ⁸

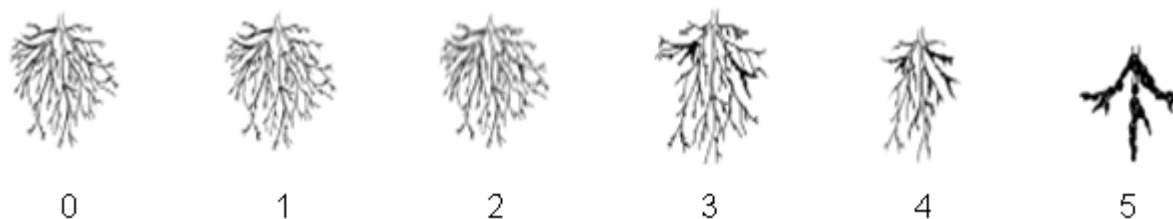


Figura 1. Índice de infestación por agallas de nematodos

Tabla 2. Sistema de escala de daños

Grado	Observación
0	Raíces sin nódulos.
1	Desde pequeños nódulos difíciles de descubrir hasta pequeños nódulos en cantidades numerosas distribuidos en todas las raicillas.
2	Desde gran número de pequeños nódulos radicales (algunos de ellos pueden estar ya encadenados entre sí) que caracterizan el aspecto de la raigambre, sin inhibir seriamente sus funciones, hasta la presencia adicional de algunos nódulos grandes, pero la mayor parte de la raigambre funciona normalmente.
3	Desde un 10 % de raigambre altamente contaminada e incapacitada hasta un 25 % de la raigambre incapacitada para funcionar.
4	Desde un 26 % de la raigambre hasta el 50 % de la raigambre contaminada de nódulo incapacitada para funcionar, no obstante la planta conserva aun su aspecto verde.
5	Desde el 50 % de la raigambre contaminada hasta una raigambre completamente contaminada, quedando putrefacta una parte de ella. La planta muestra síntomas externos del daño.

La intensidad de la afectación por *Meloidogyne* spp. o grado medio de infestación se determinó según la fórmula:

$$Ia = \frac{a}{N} (axb)$$

$$N - n$$

Donde:

a = grado de infestación radical según escala de 5 grados.

b = Número de plantas observadas por cada grado de Infestación.

N = Total de plantas observadas.

n = Total de plantas sanas.

- Identificación de la especie de *Meloidogyne* spp. presente en los canteros del organopónico

Para la identificación de la especie de nematodo presente, se tomaron muestras de las raíces afectadas en cada tratamiento, las cuales fueron colocadas en bolsas de nylon bien identificadas y trasladadas al Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (LAPROSAV), en Matanzas, para su identificación según los criterios de Esser *et al.* (1981).

- Efectividad técnica de los tratamientos

Al concluir el ciclo del cultivo, se determinó el índice de infestación al sistema radical de 10 plantas tomadas al azar, a través de la escala de daños según los criterios de Taylor y Sasser (1978), García y Fernández (1983) y García *et al.* (1984).

Con los datos obtenidos se determinó la efectividad técnica de los tratamientos utilizando la fórmula de Henderson-Tilton:

$$\% \text{ Eficacia} = (1 - Td/Cd \times Ca/Ta) \times 100$$

Donde:

Ta = Infestación en parcela tratada antes del tratamiento
Td = Infestación en parcela tratada después del tratamiento

Ca = Infestación en parcela testigo antes del tratamiento

Cd = Infestación en parcela testigo después del tratamiento

- Evaluación del rendimiento y sus componentes

Se evaluó el rendimiento y sus componentes en el cultivo del tomate: número de racimos por planta, número de frutos por racimo, así como el diámetro polar y ecuatorial con el auxilio de un pie de rey a 10 plantas tomadas al azar y se registró la producción total obtenida mediante el pesaje en una balanza comercial de todos los frutos.

Los resultados obtenidos en el experimento fueron procesados estadísticamente mediante Análisis de varianza doble y la prueba de comparación múltiple de Duncan para un 95 % de significación, utilizando el paquete estadístico de STATGRAPHICS Plus 5.0.

- Evaluación económica

Se evaluaron los indicadores valor de la producción (\$/ha), costo por peso (\$), costo unitario (\$/tn), ganancia (\$/ha) y rentabilidad (%), según los criterios de Vega (2001).

RESULTADOS Y DISCUSION

- Infestación inicial

El grado de infestación inicial presentado por el nematodo *M. incognita* osciló entre 3,1 y 4,7, es decir de medio a alto.

- Identificación de la especie de *Meloidogyne* spp. presente en los canteros del organopónico

La identificación de la especie en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de la provincia de Matanzas, indica que la misma corresponde a *M. incognita*, coincidiendo con Fernández *et al.* (1996) y Rodríguez y Cardoso (1996), quienes afirman que esta es la especie predominante en la Agricultura Urbana de la provincia.

- Efectividad técnica de los tratamientos

En la tabla 3, se presenta el índice de infestación de *M. incognita* y la efectividad de *Trichoderma*

spp. en la reducción de los daños en el sistema radical, observándose que todos los tratamientos presentaron diferencias significativas en el índice de infestación respecto al testigo; las tres cepas a las dosis de 30 kg/ha y la A – 53 a 20 kg/ha mantienen una tendencia discretamente superior, lo cual puede ser producto de la capacidad agresiva de la cepa, que permitió una mayor penetración de las hifas con una respuesta superior de parasitismo al nematodo, influyendo en la disminución del índice de infestación, provocando un mayor número de raíces funcionales, incrementos en la absorción y traslocación de los

Tabla 3. Índice infestación de *M. incognita* y efectividad técnica de *Trichoderma* spp. en el cultivo del tomate

	Tratamientos	Índice de infestación	Efectividad técnica
T – 05	Th A – 53 30 kg/ha	0,8 ^a	59,72 ^d
T – 10	Tv Ts – 3 30 kg/ha	0,82 ^a	63,63 ^d
T – 09	Th A – 34 30 kg/ha	1,10 ^{ab}	51,99 ^{cd}
T – 08	Th A – 53 20 kg/ha	1,10 ^{ab}	52,08 ^{cd}
T – 07	Tv Ts – 3 20 kg/ha	1,33 ^{bc}	42,58 ^{bc}
T – 06	Th A – 34 20 kg/ha	1,60 ^{cd}	30,53 ^{ab}
T – 04	Tv Ts – 3 10 kg/ha	1,67 ^d	28,41 ^a
T – 02	Th A – 53 10 kg/ha	1,88 ^d	18,36 ^a
T – 03	Th A – 34 10 kg/ha	1,88 ^d	18,14 ^a
T – 01	Testigo sin tratar	2,32 ^e	-
		Sx 0,107	Sx 4,65

a, b, c, d, e = letras desiguales denotan diferencias significativas para p < 0,005.

nutrientes y un superior crecimiento vegetativo, de igual forma las tres cepas antes mencionadas mostraron la mayor efectividad técnica, coincidiendo con los resultados obtenidos por Rodríguez *et al.* (2006) y Vargas (2008) en que cuando se utiliza *T. harzianum* y *T. viride* para el manejo de *M. incognita* la efectividad técnica es superior a un 50 %.

- Evaluación del rendimiento y sus componentes

Al analizar el rendimiento y sus componentes, se observa en la tabla 4, que el número de frutos por racimo, diámetro polar y ecuatorial de todos los tratamientos evaluados manifestaron diferencias significativas con el testigo.

Al evaluar el número de racimos por planta y el rendimiento obtenido, se observa que a excepción de la cepa A – 34 a la dosis de 10 kg/ha, todos los tratamientos mostraron diferencias significativas con respecto al testigo, presentándose una

tendencia moderadamente superior en las cepas A – 53 y Ts – 3 a las dosis de 30 kg/ha lo cual consideramos está dado por la efectividad técnica sobre el índice de agallamiento de *M. incognita* que provocó la disminución del mismo y por consiguiente indujo un incremento de las raíces funcionales, lo que permitió una mejor absorción de los nutrientes e influyó en un mayor desarrollo del crecimiento vegetativo, floración, fructificación y rendimientos finales; coincidiendo con los resultados obtenidos por Del Busto *et al.* (2005) y Pérez (2006), quienes obtuvieron incrementos sostenidos en los rendimientos de las plantaciones empleando *T. harzianum* y *T. viride* en el manejo de este nematodo y Sánchez *et al.* (2004) al exponer que la utilización de *T. harzianum* como bionematicida produce incrementos en cuanto al número, diámetro y peso de los frutos.

- Evaluación económica

En la tabla 5, se observa que los tratamientos 5 (Th A – 53 a 30 kg/ha), 8 (Th A – 53 a 20 kg/ha)

Tabla 4. Rendimiento y sus componentes

Tratamientos	Racimos por planta	Frutos por racimo	Diámetro Ecuatorial (cm)	Diámetro polar	Rendimiento (t/ha)
T – 01	4,92 ^a	5,02 ^a	4.43 ^a	3,72 ^a	20,5 ^a
T – 02	5,82 ^c	5,7 ^b	4.61 ^{bc}	3,91 ^{bcd}	23,6 ^{bc}
T – 03	5,15 ^{ab}	5,79 ^{bc}	4.61 ^{bc}	3,87 ^{bc}	22,3 ^{ab}
T – 04	5,43 ^b	5,67 ^b	4.59 ^b	3,84 ^b	25,3 ^c
T – 05	6,87 ^e	6,91 ^f	4.90 ^e	4,07 ^{ef}	34,2 ^e
T – 06	5,87 ^c	6,42 ^{de}	4.72 ^{cd}	3,96 ^{cd}	25,9 ^c
T – 07	6,35 ^d	6,2 ^{cd}	4.89 ^d	3,99 ^{de}	28,7 ^d
T – 08	6,42 ^d	6,55 ^{def}	4.72 ^{cd}	3,99 ^{de}	31,9 ^e
T – 09	6,37 ^d	6,53 ^{def}	4.80 ^e	4,12 ^f	28,8 ^d
T – 10	6,73 ^{de}	6,72 ^{ef}	4.90 ^e	4,12 ^f	32,2 ^e
Sx	0.13164	0.151104	0.0420229	0,031467	0.085

a, b, c, d, e = letras desiguales denotan diferencias significativas para $p < 0,005$.

Tabla 5. Evaluación Económica

Tratamientos	Valor de la Producción (\$/ha)	Costo por peso \$	Costo Unitario (\$/t)	Ganancia (\$/ha)	Rentabilidad (%)
T – 01	79,54	0,83	3,21	14,01	78,54
T – 02	91,697	0,72	2,81	25,94	90,7
T – 03	86,653	0,76	2,95	20,9	85,65
T – 04	98,035	0,68	2,62	32,28	97,03
T – 05	132,825	0,5	1,95	66,53	131,83
T – 06	100,621	0,66	2,56	34,6	99,62
T – 07	111,227	0,6	2,32	45,2	110,23
T – 08	123,901	0,54	2,09	57,88	122,9
T – 09	111,744	0,6	2,32	45,45	110,74
T – 10	125,001	0,54	2,09	58,71	124

y 10 (Tv Ts – 3 a 30 kg/ha) muestran los mejores resultados en cada uno de los indicadores económicos evaluados. Se destacó el tratamiento 5 con una ganancia de 66,53 \$/ha y una rentabilidad de 131,83 %. Estos tratamientos a su vez presentaron los menores índices de infestación de *M. incognita* y la mayor efectividad técnica de *Trichoderma* spp., coincidiendo con Pérez (2006) y Vargas (2008), al señalar que una mayor efectividad técnica, provoca la disminución del índice de infestación en el sistema radical, lo que permite un incremento en los rendimientos finales, una reducción del costo por peso e incrementos en el valor de la producción, la ganancia y la rentabilidad.

Los resultados alcanzados demuestran que las cepas evaluadas constituyen una alternativa para

el manejo sostenible de nematodos formadores de agallas en condiciones de Agricultura Urbana en la provincia de Matanzas.

CONCLUSIONES

1. *Trichoderma* spp. constituye una alternativa biológica para el manejo de *Meloidogyne incognita*, bajos condiciones de organopónico.
2. Las cepas A – 53, Ts – 3 y A – 34 a una dosis de 30 kg/ha y la A – 53 a 20 kg/ha mostraron los mejores resultados de efectividad técnica.
3. Los tratamientos evaluados evidenciaron sostenibilidad económica, resultando el tratamiento 5 el de mejor comportamiento con una ganancia de 66,53 \$/ha y una rentabilidad de 131,83 %.

BIBLIOGRAFÍA

1. CIBA-GEIGY: *Manual para ensayos de campo en Protección Vegetal*, Edición Werner Püntener, Suiza, p. 33, 1981.
2. Del Busto, A.; Liudmila Palomino; Lekeisha Sabrina; L. León; R. Cruz y Y. Santana: Evaluación de la eficiencia de alternativas ecológicas para el control de nematodos del género *Meloidogyne* sp., en las casas de cultivo de la Empresa de Cítrico “Capitán Tomás”. [en línea] 2005. Disponible en: <http://www/buscagro.com/biblioteca> [Consulta: enero 18 2010].
3. Esser, R.P.; V.G. Perry y A.L. Taylor: Compendio Diagnóstico del género *Meloidogyne* (Nematoda: Heterodidae). Edición INISAV, p. 14, 1981.
4. Fernández, E.; Blanca Bernal; L. Vázquez; Hortensia Gandarilla; R. Hernández; Gloria González; Succel Echevarria; Zenaida Amat; Teresa Vázquez y J.L. Fajardo: Manejo Integrado de Plagas en los organopónicos, Boletín Técnico. INISAV, pp. 3-12, 1996.
5. Fernández, E., Blanca Bernal y L. Vázquez: Manejo de Plagas en la Agricultura Urbana. [en línea] 2005. Disponible en: <http://www.aguascalientes.gob.mx/codagea/produce/AGRIURBA.html> [Consulta: septiembre 12 2010].
6. García, O. y E. Fernández: Metodología para determinar el comportamiento varietal de cultivos agrícolas a los nematodos parásitos, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, La Habana, p. 8, 1983.
7. García, O.; E. Fernández y J. Pérez: “Modulación matemática y método para evaluar pérdidas económicas producidas por *Meloidogyne* spp. en cultivos temporales”, *Ciencia y Técnica en la agricultura. Protección de Plantas*, 7 (2):79-90, 1984.
8. García, O. y A. Shestepenov: Indicaciones metodológicas para la detección y evaluación de las infestaciones de nematodos parásitos en cultivos agrícolas. Información técnica, Edición MINAGRI, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, 11 (4): 3-6, 1979.
9. Martínez, E.; G. Barrios; L. Rovesti y R. Santos: Manejo Integrado de Plagas. Tarragona España: Edición Grup Bou, p. 420, 2007.
10. Netscher, C. y R.A. Sikora: Nematode parasites of vegetables, in *Plant Parasite Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. M. Luc. R.A. Sikora and J. Bridge (Eds.), CAB International, pp. 237-283, 1990.
11. Pérez, J.M.: *Trichoderma*, alternativa para el control biológico de nematodos dentro de una agricultura sostenible. *Fitosanidad*, 10 (2): 165, 2006.
12. Rodríguez, R. C. y Esther M. Cardoso: Nematofauna existente en los organopónicos de la provincia de Matanzas. Jornada Provincial de Lucha Biológica y Expo CREE, Matanzas, julio 10-12, 1996.
13. Rodríguez, R.C.; Odalys Corbea; R. Barroso y Esther M. Cardoso: Evaluación de la efectividad de *Trichoderma harzianum* para el control de *Meloidogyne incognita* en la Agricultura Urbana de la provincia de Matanzas, Cuba, 10 (2): 166, 2006.
14. Sánchez, C.; I. Martínez, M. y M. Quesada: Metodología para el manejo de *Meloidogyne incognita* (*Chitwood, 1949*) en el pepino en condiciones de túneles de cultivo protegido. [en línea] junio 2004. Disponible en: <http://innovación.lastunas.cu/vol12No3/index.htm>. [Consulta: mayo 15 2010]
15. Taylor, A. L. and J.N. Sasser: Biology, identification and control of Root - Knot nematodes (*Meloidogyne* spp). A cooperative publication of the Dpto of Plant Pathology North Caroline State University and the United States Agency for International Development, p. 111, 1978.
16. Vargas, U.: Posibilidades de control de nemátodos del género *Meloidogyne* en casas de cultivos protegidos. Matanzas, 76 h, Tesis en opción al título de Master en Sanidad Vegetal, Universidad Agraria de La Habana, 2008
17. Vega, J.A.: Elementos de economía en el Sector Agropecuario. UNAH, Libro en soporte magnético, 2001.

Recibido: 16/11/2011

Aceptado: 21/06/2012