

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Uso de microorganismos eficientes autóctonos, en el manejo de *Meloidogyne incognita* en el cultivo del tomate

Use of native efficient microorganisms, in the management of *Meloidogyne incognita* in the cultivation of the tomato

Ceila Ferral Manresa¹, Pedro Fidel Fuentes Chaviano^{2*}, Damarys Mileydis Calderón Amézaga²

¹ Unidad Provincial de Control biológico, Sucursal LABIOFAM S.A., Sancti Spiritus, Cuba

² Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Sancti Spiritus, Cuba, CP 60100

Correo para correspondencia: fuentes@uniss.edu.cu

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar el efecto de los microorganismos eficientes autóctonos sobre el nematodo *Meloidogyne incognita* y sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de tomate. El experimento se desarrolló en la Cooperativa de Créditos y Servicios "Joe Westbrook", ubicada en el municipio Sancti Spiritus durante el período comprendido entre diciembre de 2013 y marzo de 2014. Los tratamientos utilizados fueron las dosis 150, 200 y 250 mL de microorganismos eficientes por litro de agua, en un suelo pardo sialítico sin carbonato, con grado III de infestación. El diseño fue bloques al azar con un tratamiento control y tres réplicas por tratamiento. Se evaluó el efecto de los tratamientos sobre el grado de infestación de *M. incognita* en las raíces, así como el efecto sobre la altura de la planta al inicio de la floración, número de flores por inflorescencia, número de frutos por inflorescencia, diámetro y peso de los frutos. Se presentaron diferencias estadísticamente significativas en el grado de infestación causado por *M. incognita* entre todas las dosis empleadas. La mejor dosis para reducir el grado de infestación fue 250 mL; aunque 200 mL fue la de mejores resultados respecto a los parámetros evaluados al cultivo.

Palabras clave: grado de infestación, nematodo agallero, *Solanum lycopersicum*

ABSTRACT

The objective of the work was to determine the effect of native efficient microorganisms on the *Meloidogyne incognita* nematode and on the growth, development and yield of tomato cultivation. The experiment was carried out in the Credit and Services Cooperative "Joe Westbrook", located in Sancti Spiritus municipality during the period between December 2013 and March 2014. The treatments used were doses 150, 200 and 250 mL of efficient microorganisms per liter of water, in a brown sialitic soil without carbonate, with grade III infestation. The design was randomized blocks with a control treatment and three replicates per treatment. The effect of the treatments on the degree of *M. incognita* infestation in the

roots was evaluated, as well as the effect on the height of the plant at the beginning of flowering, number of flowers per inflorescence, number of fruits per inflorescence, diameter and fruit weight. There were statistically significant differences in the degree of infestation caused by *M. incognita* among all the doses used. The best dose to reduce the degree of infestation was 250 mL; although 200 mL was the one with the best result in the parameters evaluated to the culture.

Keywords: degree of infestation, root-knot nematode, *Solanum lycopersicum*

INTRODUCCIÓN

Entre los enemigos reconocidos del tomate se encuentran los nematodos ocupando uno de los primeros lugares por las pérdidas que producen. Los nematodos fitopatógenos son un factor limitante en los sistemas de producción agrícola al provocar pérdidas considerables. Stefanova y Fernández (1995) informan pérdidas del 20 % del rendimiento en este cultivo en las provincias orientales cubanas.

El control químico de los nematodos incluía el uso de fumigantes como el Dazomet (Basamid) y 1,3 dicloropropeno+cloropicrina (Agrocelhone NE); lo cual soluciona el problema temporalmente, pero agrava el mismo a largo plazo por el vacío biológico que se produce en la biota del suelo al alterarse. En la medida que el manejo de plagas sea más eficiente, menos se dependerá del uso de los químicos (Bongiorno *et al.*, 2009).

Cuba es uno de los países del mundo, donde el uso del control biológico de plagas agrícolas ha sido exitoso Calderón (2014), y para el control de los nematodos formadores de agallas se disponen de varias alternativas, siendo aplicados *Bacillus thuringiensis* Cepa LBT-25; *Corynebacterium paurometabolum* Cepa C-924 (HeberNem) y *Trichoderma harzianum* Cepa A-34 (Fuentes *et al.*, 2011; Pinzón *et al.*, 2015; Almándo *et al.*, 2015; Almándo *et al.*, 2016).

Microorganismos Eficientes (ME) fue un concepto desarrollado por el profesor Teruo Higa, de la Universidad de Ryukyus, Okinawa, Japón, en la década del 80. Estos son cultivos mixtos de microorganismos naturales beneficiosos que pueden aplicarse para aumentar la actividad microbiana del suelo y las plantas. Esta alternativa, si se usa

apropiadamente puede reforzar los efectos beneficiosos de otras prácticas agrícolas (Higa y Parr, 1994).

En Cuba, la tecnología desarrollada de los ME en sus inicios por la Estación de Pastos y Forrajes de Indio Hatuey, provincia de Matanzas, es utilizada en varias regiones del país por campesinos y productores como tratamiento de enfermedades digestivas en animales, probiótico, control de olores en instalaciones productivas, tratamientos de residuales, biofertilizantes y control biológico en la agricultura (Blanco *et al.*, 2016).

Terry *et al.* (2005) utilizó microorganismos eficientes combinados con productos bioactivos como alternativas a fertilizantes en el cultivo del tomate, Álvarez *et al.* (2012) los utilizó en el cultivo semiprotegido de la col y González *et al.* (2015) en la producción de posturas de cebolla. Los resultados obtenidos por estos investigadores demostraron que las aplicaciones favorecieron la producción.

Debido a lo expuesto, el objetivo del trabajo fue determinar el efecto de los microorganismos eficientes autóctonos sobre el nematodo *Meloidogyne incognita* y sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) "Joe Westbrook", ubicada en el municipio Sancti Spiritus durante el período comprendido desde diciembre de 2013 hasta marzo de 2014. Se emplearon tres dosis de microorganismos eficientes en el manejo de *M. incognita*, en un suelo pardo sialítico sin carbonato (Hernández *et al.*, 1999) con grado III de infestación según la escala de Zeck (1971) y un tratamiento testigo (control).

La tecnología propuesta por la Estación Experimental Indio Hatuey para microorganismos eficientes autóctonos (ME) fue utilizada al preparar los tratamientos, a partir de una solución madre procedente de la Unidad Provincial de Control Biológico perteneciente a la Sucursal Labiofam de Sancti Spiritus. Esta formulación se presentó en forma líquida.

Se realizó una aplicación al suelo 24 horas antes de la plantación y luego del trasplante, a los 30 y 60 días, cubriendo la mayor parte del área, donde se encontraba el 80 % de las raíces secundarias de cada planta. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar de cuatro tratamientos y tres réplicas. Los tratamientos fueron:

- Tratamiento 1: 150 mL de microorganismos eficientes por litro de agua
- Tratamiento 2: 200 mL de microorganismos eficientes por litro de agua
- Tratamiento 3: 250 mL de microorganismos eficientes por litro de agua
- Tratamiento 4: Testigo o Control

Las parcelas utilizadas fueron de cuatro surcos de 5,80 m de largo, espaciadas entre ellas a 1 m, en un mismo surco, dejándose un surco sin plantar en los extremos del campo para eliminar el efecto borde. Se utilizó la variedad de tomate HA-3019, procedente del semillero de la CCS. La distancia de siembra fue de 1,40 x 0,25 m según la metodología propuesta por MINAG (2016) para esta variedad.

Se determinó el nivel de daño de *M. incognita* a las raíces del cultivo al finalizar la cosecha. Para esto se tomaron cinco plantas al azar por parcela o sea por réplica de cada tratamiento a las cuales se les evaluaron el sistema radicular según la escala de Zeck (1971) de seis grados donde:

Grado 0: Sistema radical sin agallas

Grado 1: Sistema radical con pequeñas agallas no numerosas

Grado 2: Sistema radical con pequeñas agallas numerosas y muy pocas encadenadas

Grado 3: Sistema radical con muchas agallas encadenadas y de un 25 a un 50 % del mismo incapaz de funcionar

Grado 4: La casi totalidad del sistema radical

está contaminado con agallas quedando interrumpida la alimentación de la planta, no obstante, mantiene su aspecto verde

Grado 5: El sistema radical completamente contaminado de agallas, quedando podrida una parte de él. La planta muestra síntomas extremos del daño o bien muere

Para el efecto de los tratamientos sobre el desarrollo de las plantas se evaluó la altura de cinco plantas tomadas al azar por réplica, a inicio de la floración, con una cinta métrica modelo Hunter (3,6 m x 16 mm); adicionalmente fue evaluado el número de flores por inflorescencia, el número de frutos por inflorescencia, el diámetro del fruto y el peso fresco de los frutos.

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico SPSS para Windows versión 16.0. Para determinar la normalidad de los datos se aplicó la prueba de Kolmogorov - Smirnov y de existir normalidad se verificó la homogeneidad de las varianzas a través de la dócima de Levene. Los datos originales del números de flores por inflorescencia, el número de frutos por inflorescencia y el número de frutos se transformaron por la raíz del valor (\sqrt{x}). Se realizó un análisis de varianza simple y la diferencia entre las medias fueron comparadas por la prueba Rangos Múltiples de Duncan para un alfa de 5 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de los tratamientos sobre el grado de infestación de *M. incognita* en las raíces

En la Tabla 1 se observan los resultados obtenidos a partir de la evaluación de la gradología según la escala de Zeck (1971). Al concluir el cultivo el tratamiento 3 muestra diferencias significativas respecto a los demás tratamientos; no obstante, el tratamiento 1 no difiere estadísticamente del testigo. Al evaluar el peso de la raíz y el desarrollo del sistema radicular se aprecia en todos los tratamientos valores superiores al del testigo, aunque estas diferencias no son significativas. Los resultados obtenidos no coinciden con Ferral (2014) cuando expresa que en plantas indicadoras (35

Tabla 1. Efecto de los tratamientos sobre el grado de infestación de *M. incognita* en las raíces

Tratamiento	Grado de infestación	Datos transformados (Grado de infestación)	Peso de la raíz (g)
150 mL	1,40	1,33 bc	24,13a
200 mL	1,00	1,19 b	22,94a
250 mL	0,33	0,88 a	26,24a
Testigo	1,86	1,49 c	21,62 a
-	E.E.	0,086	2,144
-	C.V. (%)	27,3	34,98

Letras no comunes difieren según Duncan ($p < 0,05$)

días) se alcanza un mayor peso en el testigo debido a que, al aumentar el número de raíces engrosadas, se eleva el peso de las mismas.

Tras tres aplicaciones de ME en el ciclo del cultivo se aprecia que existe un aumento en el grosor de las raíces debido al efecto de los ME en la rizosfera, lo que favorece el sistema radicular ante el ataque de *M. incognita*. Estos resultados coinciden con Meneses (2012) quien expresa que los ME, aparte de reducir la infección producida por nematodos, favorece el vigor de la planta al contribuir en la formación de un sistema radical saludable. Terry *et al.* (2005) expresa que las plantas inoculadas con algún microorganismo que estimule el crecimiento y desarrollo, presentan mayor capacidad para absorber más eficientemente el

agua y los nutrientes del suelo a través del estímulo provocado en el sistema radical, lo cual se evidencia en el estado nutricional de las plantas.

Efecto de los tratamientos sobre la altura de la planta y en los componentes del rendimiento del cultivo

Los resultados del efecto de los diferentes tratamientos sobre la altura de las plantas (Tabla 2) demostraron que el tratamiento 200 mL de ME por litro de agua mostró diferencias significativas con el de 150 mL de ME por litro de agua y el testigo. Pese a esto, los tratamientos con una concentración de 150 mL de ME, 250 mL de ME y el control no difieren estadísticamente. El efecto bioestimulante de

Tabla 2. Efecto de los tratamientos sobre los componentes del rendimiento del cultivo

Tratamientos	Altura de la planta (cm)	Flores por inflorescencia	Frutos por inflorescencia	Peso del fruto (g)	Diámetro del fruto (cm)	Nro. de frutos
150 mL	53,23b	5,09a	3,10c	192,0bc	9,2 bc	18,67a
200 mL	57,83a	6,01a	4,36a	225,0a	11,3 a	21,67a
250 mL	55,8ab	5,54a	3,49b	200,0ab	10,58 ab	17,50ab
Testigo	53,08b	5,70a	3,65b	167,0c	7,85 c	11,17b
E.E.	5,54	0,448	0,022	8,515		2,092
C.V.(%)	11,1	9,81	5,48	7,52		21,00

Letras no comunes difieren según Duncan ($p > 0,05$)

los ME fue observado también por Meneses (2012) en el cultivo de la cebolla, evidenciando que en la medida que se incrementan las concentraciones de los microorganismos benéficos en el suelo, se eleva la actividad de la microflora con una repercusión positiva en el desarrollo vegetativo como indicaron Higa y Parr (1994).

El número de flores por inflorescencia y el número de frutos por inflorescencia no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, aunque 200 mL de ME por litro de agua resultó ser el tratamiento que superó numéricamente los valores alcanzados por los otros. Este tratamiento fue el igualmente superior a los demás respecto a los otros parámetros evaluados al cultivo.

Aunque no se tienen referencias a estudios precedentes donde la aplicación de ME estimule el número de flores/inflorescencia, se pueden establecer comparaciones con los resultados obtenidos por otros autores en otros cultivos donde se ha observado el estímulo de algunos parámetros fisiológicos. Poey *et al.* (2012) expresan que, en épocas tempranas de siembras del frijol, la aplicación de ME dosis promovieron un incremento en el promedio de vainas por planta en la variedad BAT-304 relativo al control en más de cinco vainas por planta.

Al analizar el diámetro de los frutos, el tratamiento de 200 mL de ME por litro de agua difiere estadísticamente con 150 mL de ME por litro de agua y el testigo, pero no con la variante de 250 mL de ME por litro de agua.

En el peso de los frutos los tratamientos 200 y 250 ml de ME por litro de agua muestran resultados superiores a los otros tratamientos. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Díaz (2013) quien alcanzó un aumento en el peso de los frutos de tomate en plantas tratadas con una dosis de 100 mL de ME por litro de agua con diferencias significativas respecto al testigo.

CONCLUSIONES

1. La dosis 250 mL de ME por litro de agua fue la que más influencia tuvo en la reducción del grado de infestación por *M. incognita* en las plantas de tomate.

2. La utilización de ME estimuló el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate, en particular la dosis de 200 mL por litro de agua, donde se obtuvo el mayor rendimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMÁNDOZ-PARRADO, J., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, E., GONZÁLEZ-ARIAS, G., *et al.* 2016. Análisis de la utilización de agentes de control biológico en los sistemas de cultivos protegidos en Cuba. *Fitosanidad*, 20 (1): 45-51.
- ALMÁNDOZ-PARRADO, J., BARÓ-ROBAINA, Y., ORBEAL-LÓPEZ, G. y DÍAZ-RODRÍGUEZ, J. A. 2015. El uso de medios biológicos en la tecnología de cultivos protegidos en Cuba. *Revista de Protección Vegetal*, 30, 101-101.
- ÁLVAREZ, J. L., NÚÑEZ, D. B., LIRIANO, R. y TERENCE, G. 2012. Evaluación de la aplicación de microorganismos eficientes en col de repollo (*Brassica oleracea* L.) en condiciones de organopónico semiprotegido. *Centro Agrícola*, 39 (4): 27-30.
- BLANCO, D., SUÁREZ, J., DONIS, F. y GONZÁLEZ, O. 2016. Biodigestores y Microorganismos Nativos. En: Funes Aguilar, F. y Vázquez Moreno, L. L. Avances de la Agroecología en Cuba. Matanzas, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, pág. 605.
- BONGIORNO, M., LARROSO, C., MAIDANA, A., *et al.* 2009. Biofumigación con recursos locales: El caso de la producción hortícola de los quinteros del Parque Pereyra Iraola. *LEISA Revista de Agroecología*, 25 (4): 25-28.
- CALDERÓN, D. 2014. Efecto de diferentes dosis de microorganismos eficientes en el manejo de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias,

- Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, 63 p.
- DÍAZ, D. 2013. Efecto bioestimulante de los Microorganismos Eficientes en cultivos de hortalizas. 1er Taller Nacional de Microorganismos Eficientes, Sancti Spíritus, Cuba.
- FERRAL, C. 2014. Efecto de diferentes dosis de microorganismos eficientes en el manejo de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). III Congreso Internacional de LABIOFAM, LABIOFAM, Ciudad Habana, Cuba.
- FUENTES, P. F., CONCEPCIÓN, E. y CRISTO, M. E. 2011. Evaluación de nematocidas biológicos en el control del nematodo agallero (*Meloidogyne incognita* Chitwood) en el cultivo protegido del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Cuadernos de fitopatología: *Revista técnica de fitopatología y entomología*, (107): 15-21.
- GONZÁLEZ, R.L., SOSA, D.B. y Amarilis Castro, L. H. 2015. Evaluación de microorganismos eficientes y *Trichoderma harzianum* en la producción de posturas de cebolla (*Allium cepa* L.). *Centro Agrícola*, 42 (2): 25-32.
- HERNÁNDEZ, A., PÉREZ, J.M., BOSCH, D. y RIVERO, L. 1999. Nueva versión de clasificación Genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos, La Habana, Cuba, 26 p.
- HIGA, T. and PARR, J. F. 1994. Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment (Vol. 1). Atami: International Nature Farming Research Center.
- MENESES, I. 2012. Uso de *Trichoderma harzianum* y microorganismos eficientes en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.). Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, 46 p.
- MINAG (Ministerio de la Agricultura). 2016. Actualización de las fichas de costo de una selección de productos agrícolas. Dirección de contabilidad y precios, Ciudad de la Habana, Cuba, 5 p.
- PINZÓN, L. F., CANDELERO DE LA CRUZ, J., TUN, J. M., et al. 2015. Control de *Meloidogyne incognita* en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con la aplicación de *Trichoderma harzianum*. *Fitosanidad*, 19 (1): 5-11.
- POEY, J., OLIVERA, D., CALERO, A., et al. 2012. Efecto de diferentes biofertilizantes en el rendimiento de la variedad de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Bat-304. Congreso INCA, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.
- STEFANOVA, M. y FERNÁNDEZ, E. 1995. Principales Patógenos en las Hortalizas y su Control. *Producción Intensiva en los Trópicos Húmedos*: 111-120.
- TERRY, E., LEYVA, A. y DÍAZ, M. M. 2005. Uso combinado de microorganismos benéficos y productos bioactivos como alternativa para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Cultivos Tropicales*, 26 (3).
- ZECK, W. N. M. 1971. Un esquema de valoración para evaluar el grado de infestación con cecidios radiculares en el campo. Bayer, Alemania, pp. 147-150.

Recibido el 27 de diciembre de 2018 y Aceptado el 13 de septiembre de 2019