

Alternativas de lucha contra nematodos noduladores en el cultivo del pepino en condiciones de organopónico

Alternatives to control root-knot nematode in cucumber crop under organoponics conditions

Antonio R. Leyva Pérez¹, Leonides Castellanos González¹ y Alina de la C. Pérez Fernández²

1. Centro de Estudios para la Transformación Agraria Sostenible. Universidad de Cienfuegos, Cuba.
2. Centro Nacional de Sanidad Vegetal, Cuba.

E-mail: lcastellanos@ucf.edu.cu

RESUMEN. En el trabajo se exponen los resultados de la evaluación de cuatro alternativas para controlar el nematodo nodulador (*Meloidogyne incognita* Goeldi) en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) en condiciones de organopónico. Para realizar las evaluaciones se tuvo en cuenta el diagnóstico que se realizó de la situación nematológica en seis organopónicos del municipio de Cienfuegos, lo cual permitió identificar los canteros infestados en cada lugar, así como el patógeno específico y el grado de infestación de los canteros prospectados. Se tomaron canteros con grado medio de infestación similar e igual a tres y se aplicaron y evaluaron las alternativas propuestas para el control de nematodos noduladores, *Trichoderma viride* cepa C-66, *Bacillus thuringiensis* cepa LBT-3, desechos de col fragmentada e inversión del sustrato. Los resultados obtenidos en el control del patógeno fueron superiores al 88 % en los tratamientos con *Trichoderma viride* y *Bacillus thuringiensis*, al 40 % en el tratamiento con desechos de col y al 28 % en el tratamiento inversión del sustrato lo cual permite recomendar el empleo de las dos primeras variantes en condiciones de organopónico.

Palabras clave: Control biológico, *Cucumis sativus*, *Meloidogyne incognita*, nematodos.

ABSTRACT. In the work the results of the evaluation of four alternatives are exposed to control the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita* Goeldi) in cucumber (*Cucumis sativus* L.) under organoponics conditions. To carry out the evaluations were kept in mind the diagnosis that was carried out of the nematode infestation level in six organoponics of the municipality of Cienfuegos, which allowed identifying the stonemasons infested in each place, as well as the specific pathogen and the degree infestation. It were taken stonemasons with mean degree of infestation similar and equal to three and were applied and evaluated the alternatives, *Trichoderma viride* stump C-66, *Bacillus thuringiensis* stump LBT-3, waste of cabbage broken into fragments investment of the substrate. The effectiveness obtained on the control of the pathogen was superior to 88% in the treatments with *Trichoderma viride* and *Bacillus thuringiensis*, to 40% in the treatment with cabbage waste and to 28% in the treatment investment of the substrate and demonstrate the viability of the employment of these variants in the practice. It demonstrated the possibility of recommending the two first alternatives under organoponics conditions.

Key words: Biological control, *Cucumis sativus*, *Meloidogyne incognita*, nematodes.

INTRODUCCIÓN

Debe considerarse que los organopónicos constituyen un sistema semicerrado con sustrato artificial donde para obtener la meta de rendimiento de 20 kg.m⁻² al año, AGRINFOR (2000), es necesario prestar especial atención tanto a la selección del área como a la combinación de sustrato, riego y drenaje, nutrición, medidas higiénico

sanitarias y, especialmente a la presencia de nematodos formadores de agallas en las raíces (*Meloidogyne* spp. Goeldi.).

Se reconoce que el trabajo de control de nematodos en el trópico y subtropical suele ser más difícil, debido a varias causas, como son: que los nematodos

bajo estas condiciones producen varias generaciones al año, se pueden presentar especies dañinas de nematodos asociadas al mismo cultivo, los sistemas de cultivo son menos tecnificados y con tendencia al monocultivo y, por lo general, existe menos capacidad de infraestructura técnica para desarrollar trabajos de control no tradicionales (Vavrina, 2000).

Se consideran las diversas especies que componen el género *Meloidogyne* (*M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*) como las más peligrosas para las plantas por tener un amplio rango de hospederos y formar muy a menudo, en combinación con otros parásitos de las plantas, un componente de un complejo de daños que se acentúa mucho más que en los casos de ataques individuales (Dunn, 2002).

Se trazó como objetivo de la investigación evaluar diferentes alternativas de combate contra *Meloidogyne incognita* en el cultivo del pepino para reducir sus poblaciones en organopónicos y proponer un programa de manejo del patógeno con fuerte peso en la lucha agrotécnica y biológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un diagnóstico en seis unidades de organopónicos del municipio de Cienfuegos para conocer la situación nematológica que tenía el cultivo del pepino y de ellos fueron seleccionados tres organopónicos; Pastorita, Universidad y Mártires de Barbados, para hacer el trabajo de investigación. En cada uno de ellos se seleccionaron 10 canteros, de aquellos que habían arrojado niveles similares de infestación. En estos canteros se tomó una muestra del sustrato entre 5-30 cm de profundidad en dos puntos/m². Cada muestra se llevó a una bolsa de 5 kg donde se sembraron tres semillas de calabaza (*Cucurbita maxima* L.), la cual se emplea como planta indicadora del nematodo nodulador.

Las plantas indicadoras se extrajeron a los 45 días, las raíces fueron lavadas cuidadosamente y se les dio un grado de infestación estimado comparando sus sistema radical con la escala de Zeck (1971) modificada de cinco grados, siendo consignado éste como el grado medio de infestación inicial en estos canteros.

Con el resultado obtenido en el muestreo anterior se seleccionaron cinco canteros de cada organopónico que poseían un grado medio de infestación inicial similar e igual a tres. En los mismos se estudiaron las siguientes variantes, empleando un diseño de bloques al azar con 5 variantes y 4 réplicas:

1. Testigo absoluto
2. *Trichoderma viride* cepa C-66 20 g/m²
3. *Bacillus thuringiensis* cepa LBT-3 20 g/m²
4. Desechos de col fragmentada 400 g/m²
5. Inversión del sustrato

Las réplicas consistieron en fracciones de cantero de 10 m de largo con una superficie de 12 m².

Previo a los tratamientos se realizó la inversión del sustrato y su exposición al sol y al intemperismo por un periodo de 48 horas. Se realizaron las labores agrotécnicas y de atenciones culturales para el cultivo según las recomendaciones del Manual Técnico para Organopónicos y Huertos Intensivos (AGRINFOR, 2000).

Los medios biológicos utilizados, *Trichoderma viride* cepa C-66 y *Bacillus thuringiensis* cepa LBT-3, se reprodujeron sobre sustrato sólido y se aplicaron de forma manual, incorporando los mismos en el sustrato hasta una profundidad de 30 cm al atardecer, efectuando un riego posterior a su aplicación y se mantuvo la humedad en los canteros hasta el momento de la siembra que se realizó seis días después de realizada la aplicación.

Los desechos de col se obtuvieron en los organopónicos, se fragmentaron y se aplicaron manualmente incorporándose al sustrato hasta 30 cm de profundidad con un riego posterior. La siembra se realizó a los seis días de efectuada la incorporación de los desechos al sustrato.

El tratamiento inversión del sustrato se realizó en canteros que fueron trabajados por un periodo de 10 días ejecutándose la labor cada tres días.

Se utilizaron semillas certificadas por el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de

Cienfuegos y se seleccionaron cuidadosamente las posturas utilizadas para la siembra para llevar a los canteros plantas sanas, evitando fuentes de inóculo.

Al finalizar el ciclo del cultivo se tomaron 21 plantas por réplica. Estas fueron levantadas y evaluadas de acuerdo a lo descrito anteriormente para las plantas indicadoras, y se les asignó el grado de infestación correspondiente a cada una para posteriormente determinar el grado medio de infestación final de cada parcela.

Se realizó la transformación $X' = \sqrt{X + 1}$ de los datos originales para la variable grado de infestación final, Lerch (1977). La comparación de medias se hizo mediante la prueba de Tukey para $p \leq 0,05$ con el paquete estadístico Statistix.

Se calculó el porcentaje de efectividad de los tratamientos utilizando la fórmula:

$$\% \text{ Efectividad} = \frac{\bar{X}_I - \bar{X}_F}{\bar{X}_I} \cdot 100$$

Donde: \bar{X}_I = Grado medio de infestación inicial.

\bar{X}_F = Grado medio de infestación final.

Las variables expresadas en porcentajes se transformaron en 2 arc. Sen. La comparación de los resultados se realizó mediante análisis de varianza, para una significación de $p \leq 0,05$ mediante la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el organopónico Mártires de Barbados se logró disminuir la población de los nematodos con las cuatro alternativas ensayadas con respecto al testigo en el cual se incrementó el grado de infestación hasta 3,54 (Tabla 1). La mayor efectividad se obtuvo para las variantes *Bacillus thuringiensis* cepa LBT-3 y *Trichoderma viride* cepa C-66 que manifestaron 97,67 % y 96,33 % de efectividad, respectivamente, con diferencia estadística con las variantes que emplearon residuos de col e Inversión del sustrato, que manifestaron 43 % y 41,66 % de efectividad, respectivamente.

En el organopónico de la Universidad las mejores variantes fueron *Bacillus thuringiensis* cepa LBT-3 y *Trichoderma viride* cepa C-66 con efectividad de 95 % y 90,33 %, respectivamente (Tabla 2), seguidos desde el punto de vista estadístico por la variante que empleó desechos de col con 49 % de efectividad y, por último, la variante Inversión del sustrato con 28,33 % de efectividad.

Una situación similar se observó en el organopónico Pastorita donde la variante *Bacillus thuringiensis* cepa LBT-3 alcanzó 96,67 % de efectividad sin diferir estadísticamente de *Trichoderma viride* cepa C-66 con 88,33 % (Tabla 3), en segundo lugar se ubicó de nuevo la variante con residuos de col con 52,67 % de efectividad y, por último, la variante con inversión del sustrato con 39,33 %.

Con *Trichoderma viride* cepa C-66 se alcanzaron por cientos de efectividad entre 88,33 % y 96,33 % y con *Bacillus thuringiensis* cepa LBT-3 entre 95 % y 97,63 %, mientras que el resto de las variantes no alcanzaron el 50 % de efectividad.

Tabla 1. Efectividad de las medidas tomadas en el cultivo del pepino (Organopónico Mártires de Barbados)

Variantes	\hat{G}_F	Efectividad (%)	2 arc. Sen. $\sqrt{\%}$
<i>Trichoderma viride</i>	0.11 a*	96.33	2.75 a*
<i>Bacillus thuringiensis</i>	0.07 a	97.67	2.83 a
Desechos de col	1.71 b	43.00	1.43 b
Inversión del sustrato	1.75 b	41.66	1.54 b
Testigo	3.54 c	-	-
C.V (%)	6.09	-	2.75
E.T.	0.14	-	0.11

*Letras desiguales difieren para $p \leq 0,05$ según prueba de Tuckey (Lerch, 1977)

Tabla 2. Efectividad de las medidas tomadas en el cultivo del pepino (Organopónico Universidad)

Variantes	\hat{G}_F	Efectividad (%)	2 arc. Sen. $\sqrt{\%}$
<i>Trichoderma viride</i>	0.29 a*	90.33	2.61 a*
<i>Bacillus thuringiensis</i>	0.15 a	95.00	2.69 a
Desechos de col	1.53 b	49.00	1.55 b
Inversión del sustrato	2.15 c	28.33	1.23 c
Testigo	3.50 c	-	-
C.V (%)	6.79	-	2.75
E.T.	0.23	-	0.11

*Letras desiguales difieren para p d" 0,05 según prueba de Tuckey (Lerch, 1977)

Tabla 3. Efectividad de las medidas tomadas en el cultivo del pepino (Organopónico Pastorita)

Variantes	\hat{G}_F	Efectividad (%)	2 arc. Sen. $\sqrt{\%}$
<i>Trichoderma viride</i>	0.35 a*	88.33	2.53 a*
<i>Bacillus thuringiensis</i>	0.10 a	96.67	2.77 a
Desechos de col	1.42 b	52.67	1.76 b
Inversión del sustrato	1.82 b	39.33	1.44 b
Testigo	3.57 c	-	-
C.V (%)	4.44	-	2.77
E.T.	0.15	-	0.12

*Letras desiguales difieren para p d" 0,05 según prueba de Tuckey (Lerch, 1977)

La efectividad alcanzada por *Bacillus thuringiensis* fue similar a la obtenida por Márquez y otros (2001) con un control superior al 90 % con *Meloidogyne incognita* en cultivos de zanahoria (*Daucus carota* L.) y tomate (*Lycopersicon lycopersicum* (L.) Fawell.).

El control alcanzado por *Trichoderma viride* coincide con los resultados obtenidos por Pérez (1999), empleando este mismo medio a razón de 20 gr.m⁻², para el control de nematodos del género *Meloidogyne* en organopónicos del municipio de Cienfuegos, con una efectividad superior al 90 % y con buen control sobre hongos del suelo.

La efectividad alcanzada por la variante Desechos de col, con excepción del organopónico Universidad, fue inferior a la alcanzada por otros autores como Keinath (1996), el cual obtuvo un efecto supresivo sobre nematodos noduladores con el empleo de residuos de crucíferas (Familia *Brassicaceae*) en varios cultivos hortícolas (entre 50 % y 60%), pero este investigador cubrió el suelo con un nylon lo cual no se realizó en esta investigación.

Díaz-Viruliche y otros (2001) obtuvieron resultados similares a las variantes Inversión del sustrato y Desechos de col con efectos beneficiosos para el suelo y aumentando la biomasa de las plantas, también se han empleado abonos verdes como biofumigantes, logrando un control efectivo con aumento de los nematodos saprófagos y mejorando la nutrición de las plantas (Díaz-Viruliche y otros, 2001b).

Los resultados obtenidos en la variante Inversión del sustrato fueron inferiores a los obtenidos por Maynard (2002) en frijoles (*Phaseolus vulgaris* L.), quien obtuvo resultados superiores al 60 % de control así como Noling (1999), en tomate, con un control superior al 65 %.

En el organopónico Mártires de Barbados se logró incrementar los rendimientos con las cuatro alternativas evaluadas (Tabla 4). El mayor rendimiento se obtuvo para la variante *Trichoderma viride* cepa C-66 que manifestó un 31,57 % de incremento del rendimiento con diferencia estadística respecto a las variantes estudiadas, el segundo lugar le correspondió a la variante *Bacillus thuringiensis* cepa LBT-3

que manifestó un incremento del 27,77 % difiriendo a su vez de las variantes Inversión del sustrato y Desechos de col, que obtuvieron un incremento del 18,75 %.

En el organopónico Universidad las variantes de mejor comportamiento fueron *Trichoderma viride* cepa C-66 y *Bacillus thuringiensis* cepa LBT-3 con un incremento del rendimiento de 29,41 %, seguidas desde el punto de vista estadístico por la variante que empleó desechos de col y la variante Inversión del sustrato con 25 % y 20 % de incremento del rendimiento, respectivamente (Tabla 5).

En el organopónico Pastorita las variantes evaluadas difieren estadísticamente entre sí (Tabla 6). El mayor incremento del rendimiento le corresponde a la variante *Trichoderma viride* cepa C-66 con 31,57 % seguida de *Bacillus thuringiensis* cepa LBT-3, inversión del sustrato y desechos de col con 29,41 %; 25 % y 20 % de incremento del rendimiento, respectivamente.

Con las variantes *Trichoderma viride* cepa C-66, *Bacillus thuringiensis* cepa LBT-3, Inversión del sustrato y Desechos de col se logró incrementar el rendimiento mientras que la variante testigo fue la que obtuvo el menor rendimiento, en todos los casos, con 1,3 kg.m⁻².

Tabla 4. Efectividad de las medidas tomadas en el cultivo del pepino (Organopónico Mártires de Barbados)

Variantes	Rendimiento (kg/m ²)	Incremento del rendimiento (%)
<i>Trichoderma viride</i>	1.9 a*	31.57
<i>Bacillus thuringiensis</i>	1.8 b	27.77
Desechos de col	1.6 c	18.75
Inversión del sustrato	1.6 c	18.75
Testigo	1.3 d	-

*Letras desiguales difieren para p < 0.05 según prueba de Tuckey (Lerch, 1977)

Tabla 5. Efectividad de las medidas tomadas en el cultivo del pepino (Organopónico Universidad)

Variantes	Rendimiento (kg/m ²)	Incremento del rendimiento (%)
<i>Trichoderma viride</i>	1.7 a*	29.41
<i>Bacillus thuringiensis</i>	1.7 a	29.41
Desechos de col	1.6 b	25.00
Inversión del sustrato	1.5 c	20.00
Testigo	1.3 d	-

Tabla 6. Efectividad de las medidas tomadas en el cultivo del pepino (Organopónico Pastorita)

Variantes	Rendimiento (kg/m ²)	Incremento del rendimiento (%)
<i>Trichoderma viride</i>	1.9 a*	31.57
<i>Bacillus thuringiensis</i>	1.7 a	29.41
Desechos de col	1.5 c	20.00
Inversión del sustrato	1.6 b	25.00
Testigo	1.3 d	-

*Letras desiguales difieren para p < 0.05 según prueba de Tuckey (Lerch, 1977)

Estos resultados coinciden con los referidos por Crow (2001) empleando *Trichoderma viride* en pepino y con Dunn (2001) con *Trichoderma* spp. en remolacha. Müller (1999) reportó en pepino rendimientos similares a los obtenidos en estos organopónicos con el empleo de *Bacillus thuringiensis*. Los resultados alcanzados difieren de los obtenidos por Richter (1999) en melón (*Cucumis melo* L.) quien cuantificó incrementos menores al 10 % empleando *Bacillus thuringiensis*.

CONCLUSIONES

1. Con el empleo de *Bacillus thuringiensis* cepa LBT-3 se lograron porcentajes de efectividad entre 95 % y 97,67 % para el control de *Meloidogyne incognita* en el cultivo del pepino.
2. *Trichoderma viride* cepa C-66 manifestó una efectividad entre 88,33 % y 96,33 % para el control de *Meloidogyne incognita* en el cultivo del pepino.

3. Las variantes de Inversión del sustrato y Desechos de col no alcanzaron el 50 % de efectividad técnica.

4. Se logró incrementar los rendimientos con las cuatro variantes estudiadas.

BIBLIOGRAFÍA

1.- AGRINFOR: Manual Técnico de Organopónicos y Huertos Intensivos, 2000.

2.- Díaz-Viruliche, L.; J. A. López-Pérez y A. Bello: Acción biofumigante de abonos verdes de algunas leguminosas. XXXIII Reunión de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos, Resúmenes, Varadero, Cuba, p. 23.

3.- Díaz-Viruliche, L.: Biofumigación y recursos en regiones tropicales, XXXIII Reunión de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos, Resúmenes, Varadero, Cuba, p. 23, 2001b.

4.- Dunn, Robert A.: Introduction to nematology, Tomado de: <http://edis.ifas.ufl.edu>, 2002.

5.- Leinath, A. P.: "Soil amendment with Cabbage residues and crop rotation to reduce gummy stem blight and increase growth and yield of watermelon". *Plant Disease*. 80: 564-570.

6.- Lerch, G.: *La experimentación en las ciencias Biológicas y Agrícolas*, Editorial Científico-Técnica, La Habana, 452 pp., 1977.

7.- Maynard, D. N.: Nematodo management in Beans and Peas, tomado de <http://edis.ifas.ufl.edu>, 2002.

8.- Márquez, M. E.; L. Garmendia; M. Escobar y E. Fernández: Cepas de *Bacillus thuringiensis* promisorias en el control de *Meloidogyne incognita*, XXXIII Reunión de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos, Resúmenes, Varadero, Cuba, p. 57.

9.- Noling, J. W.: Nematode management in leaf crops, tomado de: <http://edis.ifas.ufl.edu>, 1999.

10.- Pérez, A.: Nuevas alternativas de combate contra nematodos del género *Meloidogyne* en organopónicos, Forum de Ciencia y Técnica, 16 pp., 1999.

11.- Vavrina, C. S: Nematodes and Crops Varieties for comercial production, tomado de: <http://ipm.iastate.edu/ipm/hortnew>, 2000.

12.- Web, S. E.: "A preliminary trial of lowland culture rice in rotation with vegetable crops as a means of reducing root-nokt nematode infestations in the Everglades," *Plant Disease Report*. 37(2): 187-192, 1998.

13. -Zeck, W. H.: "Un esquema de valoración para evaluar el grado de contaminación en cecidio radicular en el campo," *Pflanzenschutz Nachrichten*. Bayer 24 (1): 147-150, 1971.

Recibido: 7/octubre/2008

Aceptado: 7/enero/2009