

## Medidas agrotécnicas para el control de *Meloidogyne incognita* en cultivo protegido del pepino

Ricardo Cuadra Molina,<sup>1</sup> María de los Ángeles Zayas Vázquez,<sup>1</sup> Odalis Meléndez Ferrer,<sup>1</sup> Nancy Ramos García,<sup>1</sup> Sonia Álvarez Ensinosa,<sup>1</sup> Luz Divina Liñeiro Palacios<sup>1</sup> y Berta Lina Muiño García<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical Alejandro de Humboldt. Calle 1.ª esq. a 2, Santiago de las Vegas, La Habana, [cuadra@inifat.co.cu](mailto:cuadra@inifat.co.cu)

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5.ª B y 5.ª F, Playa, La Habana, C. P. 11600

### RESUMEN

Se realizaron ensayos de campo en las áreas agrícolas del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (Inifat) de La Habana para comprobar la efectividad de diferentes medidas agrotécnicas como la incorporación de hojas y tallos de col y brócoli y estiércol vacuno fresco en el suelo (biodesinfección), la siembra de cultivos de ciclo corto (lechuga y rábano) intercalados con pepino, con el fin de disminuir la población de *Meloidogyne incognita* en el suelo y su infestación al pepino. Los mejores resultados se obtuvieron con la biofumigación, en que se logró disminuir la población del nematodo de grado 3 o superior e índice de infestación mayor del 50 %, a grado 1, e índice entre el 21 y el 28 %, respectivamente, con diferencias significativas respecto al testigo sin tratar y con aumento del crecimiento y producción de frutos de pepino. Estos resultados demuestran que es posible sustituir la aplicación del bromuro de metilo por medidas agrotécnicas en el control de esta plaga y reducir las afectaciones al medio ambiente, en especial la capa de ozono.

Palabras claves: *Meloidogyne incognita*, control de nematodos, cultivo protegido, bromuro de metilo

### ABSTRACT

Field trials were conducted in agricultural areas of Fundamental Research in Tropical Agriculture Institute to test the effectiveness of different agro-technical measures like the incorporation into soil of cabbage and broccoli leaves and stems, fresh bovine dung (biodesinfection) and the intercropping with cucumber of short cycle crops (lettuce and radish) with the aim of diminishing *Meloidogyne incognita* population in soil and its infestation to cucumber. Better results were obtained with the biodesinfection, where nematode population diminish from degree 3 or more and infestation index of 50 %, to degree 1 and infestation index between 21 and 28 %, respectively, with significant differences respect to control, and with increased cucumber growth and fruit production. These results demonstrate that it is possible to replace the application of methyl bromide by agro-technical measures in the control of this plague and to reduce the affectations to environment, in special the ozone layer.

Key words: *Meloidogyne incognita*, nematode control, protected cultivation, methyl bromide

### INTRODUCCIÓN

El cultivo protegido constituye una tecnología de avanzada. En Cuba se inició su instalación a mediados de la década de los noventa del siglo XX con la finalidad de producir hortalizas frescas todo el año para satisfacer su creciente demanda por la población y la red hotelera del país [Casanova *et al.*, 2007].

Esta tecnología de altos insumos ha propiciado nuevos retos en la agricultura cubana para disminuir los daños y pérdidas producidos por las plagas que atacan a los cultivos que se siembran en el interior de las casas de cultivo protegido. Dentro de las principales plagas

que afectan a las plantaciones en estos sistemas se encuentran los nematodos formadores de agallas del género *Meloidogyne* [Gómez, 2007].

Para el control de estos nematodos se utilizó durante varios años el método químico, donde el bromuro de metilo fue el fumigante del suelo más empleado [Casanova *et al.*, 2007]; sin embargo, su uso ha sido restringido, y en muchos países prohibido por los efectos nocivos que proporciona al medio ambiente y al hombre [Pérez, 2012]. Debido a esta problemática se llevan a cabo numerosos estudios a nivel mundial

para la búsqueda de alternativas que ayuden a su sustitución a mediano y largo plazo [Medina *et al.*, 2010].

En los últimos años se han estudiado y aplicado prácticas de manejo de esta plaga con vistas a lograr disminuir sus poblaciones por debajo del umbral de daño, con resultados satisfactorios en la producción de hortalizas [Rodríguez, 2011].

Entre estas tácticas se destacan la aplicación de materia orgánica, abono verde, la biofumigación y la solarización del suelo [Castro *et al.*, 2011; Lugo *et al.*, 2010; Pérez *et al.*, 2012], la aplicación de control biológico [Arévalo *et al.*, 2009; Cristóbal *et al.*, 2010; Oclarit y Cumagum, 2009; Puertas e Hidalgo, 2009], el injerto con patrones resistentes [González *et al.*, 2012] y cultivos de ciclo corto, tales como el rabanito (*Raphanus sativus* Lin.) y la lechuga (*Lactuca sativa* L.) como plantas trampa [Cuadra *et al.*, 2000]; sin embargo, todavía existen posibilidades de alternativas que se pueden emplear en los sistemas de producción protegidas de hortalizas donde aún prevalece el método químico para el control de las plagas.

El objetivo del trabajo es dar conocer el efecto de algunas medidas agrotécnicas para el control de *M. incognita* en cultivo protegido, en sustitución del bromuro de metilo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en una casa de cultivos protegidos localizada en las áreas agrícolas del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, en Santiago de las Vegas, La Habana.

El suelo de esta instalación está clasificado como feralsol eurítrico con capacidad de campo del 30,1 % de suelo seco y densidad aparente de 1,34 g/m<sup>3</sup> [Hernández *et al.*, 2006], el cual se encontraba infestado por una población de *M. incognita* raza 2.

El índice de agallamiento (IA) inicial por este nematodo se determinó mediante el método de bioensayo, donde se utilizó al pepino HA 456 como planta indicadora y la escala de 6 grados por García y Fernández (1981).

Para el desarrollo del experimento se conformaron parcelas de 2 m de largo por 1,20 m de ancho (2,40 m<sup>2</sup>), donde se aplicaron los tratamientos de manera aleatoria con cuatro repeticiones cada una. Estos fueron:

1. Incorporación de hojas y tallos (restos de cosecha) de col al suelo a dosis de 70 t/ha (biodesinfección).

2. Incorporación de hojas y tallos (restos de cosecha) de brócoli al suelo a dosis de 70 kg/ha (biodesinfección).

3. Incorporación de estiércol vacuno fresco (poco descompuesto) al suelo a dosis de 70 kg/ha (biodesinfección).

4. Lechuga intercalada con pepino (dos surcos de lechuga y dos de pepino por parcela).

5. Lechuga intercalada con pepino (tres surcos de lechuga y dos de pepino por parcela).

6. Lechuga intercalada con pepino (cuatro surcos de lechuga y dos de pepino por parcela).

7. Rábano intercalado con pepino (cuatro surcos de rábano y dos de pepino por parcela).

8. Testigo sin tratar.

9. Dazomet a dosis de 400 kg/ha (testigo químico).

Las hojas y tallos de col (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis*) y brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenk.) se obtuvieron de los restos de cosecha de una siembra de estos cultivos dentro de la propia casa. Los tallos y hojas fueron cortados en secciones de 10 a 15 cm de largo e incorporados en las parcelas a profundidades de 20 a 25 cm. De igual forma se incorporó el estiércol vacuno fresco.

Las parcelas donde se incorporaron los restos de cosecha de crucíferas y el estiércol fresco se taparon con una manta de polietileno negro, y debajo se mantuvo la manguera de riego por goteo; se realizaron riegos diarios durante quince días para mantener alta humedad y acelerar la descomposición.

La siembra de lechuga (*Lactuca sativa* L.) intercalada con pepino, en dos, tres y cuatro surcos por parcela, se realizó con posturas libres de nematodos a 15 cm entre plantas.

El rábano (*Raphanus sativus* Lin.) intercalado con pepino en dos, tres y cuatro surcos por parcela, se sembró por semilla, a chorrillo ligero. A los cinco días de germinado se realizó un raleo para dejar una hilera por surco a la distancia de 5 cm entre plantas.

El dazomet, producto a base de 3,5 dimetil tetrahidro-2-tio-2H 1.3.5 tiadiazin formulación en polvo al 98 % i.a., fue incorporado al suelo en los primeros 20 a 25 cm de profundidad.

En las variantes donde se aplicó el dazomet se efectuó un riego por goteo durante 30 min, después de aplicado el producto, para estimular la formación de gases. Después de quince días se retiraron las mantas,

se removió el suelo de todas las variantes y se ejecutó un riego por microjet entre el 80 y el 85 % de la capacidad de campo, con el fin de arrastrar los residuos de productos que podían encontrarse en el suelo y evitar su efecto fitotóxico a las plantas.

Se utilizó el pepino (*Cucumis sativus* L.) híbrido HA 456 como cultivo principal, que se sembró en todas las parcelas por semilla, a 40 cm entre plantas, a dos hileras por parcela. El pepino, la lechuga y el rábano se sembraron en igual fecha.

La evaluación del grado de infestación en el sistema radical de la planta indicadora se realizó a los cuarenta días de la siembra por la escala de 6 grados de García y Fernández (1981). La lechuga y rábano intercalados se cosecharon a los treinta y veintiocho días de la siembra, respectivamente. Se extrajo la planta completa incluida su sistema radical y parte del sustrato que la rodeaba, y se trató de no dañar o afectar las plantas de pepino del mismo surco.

A las variantes de lechuga y rábano intercalados con pepino se le determinó el número y peso de la parte comercial de las plantas por metro cuadrado de parcela, así como el grado de infestación por nematodos en su sistema radical, por observación directa.

Todas las parcelas se mantuvieron libres de plantas indeseables y se realizó el control de plagas y enfermedades en el área foliar de acuerdo con su incidencia.

El riego se efectuó por goteo, de acuerdo con la norma establecida para el cultivo del pepino, que era el cultivo principal y estaba presente en todas las parcelas, así como en el testigo. La fertilización, conducción y cosecha de este cultivo se efectuó de acuerdo con lo

establecido en el manual para la producción protegida de hortalizas [Casanova *et al.*, 2007].

A los treinta días de sembrado el pepino se midió la altura de la planta. La cosecha se realizó por etapas, según los frutos alcanzaban el calibre adecuado para su comercialización, y se contabilizó el peso de frutos por parcela de cada variante.

Al concluir la cosecha del pepino se extrajo el sistema radical de todas las plantas de cada parcela por variantes y se determinó el nematodo de las agallas por observación directa, con el mismo método que se evaluó el IA inicial. El índice de infestación se calculó por la fórmula de Smith y Taylor (1946). Se utilizó un diseño de bloques al azar con nueve variantes y tres réplicas.

Los datos obtenidos en las mediciones y evaluaciones se procesaron mediante un análisis de varianza simple. Las medias se compararon mediante la dódima de rangos múltiples de Tukey, para el 5 % de significación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los niveles más bajos de infestación del nematodo se obtuvieron en las variantes donde se aplicó la biodesinfeción, las hojas y tallos de col, brócoli, y el estiércol vacuno fresco. El índice de infestación osciló entre el 21,33 y el 28,00 %, o sea, inferiores al 50 %, y con diferencias significativas con el testigo sin tratar. Los niveles de infestación en estos tratamientos fueron bajos, entre uno y dos grados menor que la infestación inicial que presentaban esas parcelas antes del ensayo, que fue alta con grado 3 o superior sin diferencias significativas entre ellas (*Tabla 1*).

**Tabla 1. Efecto de la biodesinfeción en el manejo de nematodos de las agallas y el crecimiento y producción de pepino en casas de cultivo protegido**

Variante	Grado de infestación inicial (0-5)	Grado de infestación final (0-5)	Índice de infestación inicial (%)	Índice de infestación final (%)	Rendimiento (kg/parcela)	Altura de la planta (cm)
Residuos de col	3,07	1,07 b	50,4	21,33 b	5,60 bcd	30,47 bc
Residuos de brócoli	3,33	1,07 b	51,5	21,33 b	6,30 bc	26,87 cd
Estiércol vacuno fresco	3,33	1,80 b	49,5	28,00 b	8,97 ab	11,73 e
Dazomet (tapado) (testigo químico)	3,05	0,47 c	50,4	9,33 c	8,63 ab	57,5 a
Testigo	3,07	3,03 a	–	59,8 a	2,60 de	13,25 de
Ex	–	±1,79	–	±0,10	0,23	±2,03

Los cultivos intercalados tuvieron un efecto menor sobre el grado e índice de infestación al sistema radical del pepino que la biodesinfección, pero con diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) con el testigo sin tratar (Tabla 2).

**Tabla 2. Efecto de la lechuga y rábano intercalados con pepino en el manejo de nematodos de las agallas en casas de cultivo protegido sobre el crecimiento y producción de pepino**

Variante	Grado de infestación inicial (0-5)	Grado de infestación final (0-5)	Índice de infestación final (%)	Rendimiento (kg/parcela)	Altura de la planta (cm)
Lechuga intercalada (dos surcos)	3,33	2,00 b	50,0 b	1,06 b	39,8 b
Lechuga intercalada (tres surcos)	3,00	2,05 b	50,3 b	0,90 b	38,8 b
Lechuga intercalada (cuatro surcos)	3,00	2,10 b	50,73 b	1,07 b	43,2 b
Rábano intercalado (cuatro surcos)	3,33	2,60 b	52,5 b	1,59 b	41,0 b
Dazomet (testigo químico)	3,05	0,47 c	9,33 c	8,63 a	57,5 a
Testigo	3,07	3,3 a	59,8 a	0,60 c	11,25 c
Ex	–	0,3	$\pm 0,10$	$\pm 0,23$	$\pm 2,3$

El mejor resultado de los cultivos intercalados con el pepino sobre el grado de infestación del nematodo fue producido por la lechuga, que resultó ligeramente inferior al rábano intercalado, pero sin diferencias significativas entre ellos.

No se observaron efectos negativos de los cultivos intercalados sobre la altura y el rendimiento del pepino.

Estos resultados solo fueron superados por el dazomet (testigo químico), que presentó bajo el grado de infestación de 0,47 y el índice de infestación del 9,33 %, con diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) con el resto de los tratamientos y el testigo sin tratar.

Los mayores resultados de rendimiento fueron de la cosecha de lechuga y rábano intercalados con el pepino con el rábano a cuatro surcos, seguido de la lechuga a cuatro surcos con diferencia significativa con la lechuga a dos y tres surcos por parcela (Tabla 3). Estos niveles de cosecha son altos, si se tiene en cuenta que se obtuvieron sin gastos adicionales de fertilizantes y agua en la misma área que se cosechó el pepino.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Gómez et al. (2012), quienes redujeron la población de *Meloidogyne incognita* en el suelo con biodesinfección con coproductos del biofármaco CIKRON-H.

**Tabla 3. Producción de lechuga y rábano intercalado con pepino en el ensayo**

Variante	Rendimiento (g/m <sup>2</sup> )	Grado de infestación (0-5)
Lechuga (dos surcos)	937,67 c	2,33 a
Lechuga (tres surcos)	1195,83 c	2,30 a
Lechuga (cuatro surcos)	1901,83 b	2,37 a
Rábano (cuatro surcos)	2849,00 a	0,50 b
Ex	11,3	$\pm 0,10$

Los niveles de infestación de los cultivos intercalados fue de 0,5 grados en el rábano y llegó hasta 2,37 en lechuga (Tabla 3), lo que se corresponde con los niveles de infestación inicial y con los obtenidos en el pepino en las mismas parcelas, el cual fue de 2,68, ya que son cultivos muy susceptibles al ataque de estos nematodos [Cuadra et al., 2002]; pero con la diferencia de que parte de los juveniles del nematodo que infestan las raíces de la lechuga y el rábano no parasitan al pepino, lo que disminuye su afectación a este cultivo [Cuadra et al., 2000].

## CONCLUSIONES

- En la biodesinfección con hojas y tallos de col, brócoli y estiércol vacuno fresco se observaron los

niveles más bajos de infestación del nematodo en el sistema radical del pepino.

- Los cultivos de lechuga y rábano intercalados disminuyeron el grado e índice de infestación en el sistema radical del pepino. El mejor efecto lo produjo la lechuga a dos y tres surcos por parcela.
- No se observaron efectos negativos de los cultivos intercalados sobre la altura y peso del pepino.

## REFERENCIAS

- Arévalo, J.; L. Hidalgo-Díaz; I. Martins; J. F. Sousa; J. M. C. Castro; R. M. D. G. Carneiro; M. S. Tigano: «Cultural and Morphological Characterization of *Pochonia chlamydosporia* and *Lecanicillium psalliotae* Isolated from *Meloidogyne mayaguensis* eggs in Brazil», *Tropical Plant Pathology* 34 (3): 158-163, Brasil, 2009.
- Casanova, A.; Olimpia Gómez; M. Hernández; Marisa Chailloux; T. Depestre; F. Pupo; J. Hernández; V. Moreno; María León; A. Igarza; Carmen Duarte; Irene Jiménez; Roberto Santos; A. Navarro; Aleida Marrero; Hortencia Cardoso; F. Piñeiro; N. Arozarena; Luisa Vilarino: *Manual para la producción protegida de hortalizas*, Instituto de Investigaciones Hortícola Liliána Dimitrova, Impresiones Minag, La Habana, 2007.
- Castro, I.; M. A. D. Díez; J. A. P. López; Luisa V. Díaz; A. Bello: *Biodesinfección de suelos en producción agrícola*, Ed. Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Madrid, 2011.
- Cristóbal, J.; E. Herrera-Parra; V. Reyes; E. Ruiz; J. M. Tun; T. C. Rodríguez: «*Glomus intraradices* para el control de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitgood en condiciones protegidas», *Fitosanidad* 14 (1): 25-29, La Habana, 2010.
- Cuadra, R.; Xiomara Cruz; J. L. Fajardo: «Los cultivos de ciclo corto como plantas trampa de los nematodos de las agallas», *Nematropica* 30: 241-246, EE. UU., 2000.
- Cuadra, R.; Xiomara Cruz; María de los A Zayas; Nancy González: «Incidencias de plagas en policultivos en organopónicos. II Nematodos fitoparásitos», *Rev. Protección Vegetal* 17 (1): 54-58, La Habana, 2002.
- García, O.; E. Fernández: «Metodología para la determinar el comportamiento varietal de cultivos agrícola a los nematodos parásitos», Inisav, La Habana, 1981.
- Gómez, Lucila: «Diagnóstico y potencialidad de la práctica agrotécnica en el manejo de *Meloidogyne* spp. en la producción protegida de hortalizas», tesis al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, CENSA, La Habana, 2007.
- Gómez, Lucila; Mayra Rodríguez; R Enrique; Dainé Hernandez; Yanet Rodríguez; Luz María Sánchez; Adelay Lorenzo; Luisa Díaz: «Biodesinfección de suelos con co-productos de cikron-h, efecto sobre el cultivo», *Rev. Protección Veg.* 27 (1): 33-38, La Habana, 2012.
- González, Farah; A. Casanova; Mayra Rodríguez; A. Hernández; Lucila Gómez; E. Pérez: «Injerto herbáceo en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*) como alternativa al bromuro de metilo en Cuba», *Tecnologías en el proceso de eliminación del bromuro de metilo en tratamientos al suelo en Cuba*, Ed. Cidisav, capítulo IV B, La Habana, 2012, pp. 108-143.
- Hernández, J. A.; S. M. Ascanio; O. Morales; V. A. León: *La historia de la de la clasificación de los suelos de Cuba*, Ed. Félix Varela, La Habana, 2006.
- Lugo de C., Z.; R. Crozzoli; N. Greco; A. Cortez; A. Fernández: «Efecto de la solarización y de *Calotropis procera* en el control de *Meloidogyne incognita* en melón en el estado Falcón, Venezuela», *Nematología Mediterránea* 38 (2): 121-127, Italia, 2010.
- Medina, J. J.; L. Miranda; C. Soria; P. Domínguez; R. M. Pérez; T. Zea; M Talavera; F. Romero; B. de los Santos; J. M. López-Aranda: «Alternativas biológicas al bromuro de metilo en la fresa de Huelva (España). Resultados de dos años de actividades», *Fitosanidad* 14 (1): 53, La Habana, 2010.
- Oclarit, E.; R. Cumagum: «Evaluation of Efficacy of *Paecilomyces lilacinus* Biological Control Agent of *Meloidogyne incognita* Attacking Tomato», *Journal of Plant Protection Research* 49: (4): 337-340, EE UU., 2009.
- Pérez, E.: *Impacto de la eliminación total de bromuro de metilo en Cuba*, Ed. Cidisav, La Habana, 2012.
- Pérez, E.; E. E. G. Fernández; Ana Fernández; E. Paredes: «La biofumigación y solarización como alternativas sostenibles al bromuro de metilo en Cuba», *Tecnologías en el proceso de eliminación del bromuro de metilo en tratamientos al suelo en Cuba*, Ed. Cidisav, capítulo VII, 172-194, La Habana, 2012.
- Puertas, Ana; L. Hidalgo: «Efecto del momento de aplicación de *Pochonia chlamydosporia* var. *catenulata* sobre su eficacia en el control de *Meloidogyne incognita*», *Rev. Protección Veg.*, 24 (3), 177-179, La Habana, 2009.
- Rodríguez, R.: «Management of Phytopathogenic Nematodes: Present Situation and Challenges», Seminario Internacional de Sanidad Agropecuaria (SISA 2011), Palacio de Convenciones, La Habana, 13-16 mayo de 2011.
- Smith A. L.; A. L. Taylor: «Field Methods of Testing Root-Knot Infestation», *Phytopathology* 36 (1) 85-93, EE. UU., 1946.