

Efecto de prácticas agrícolas sustentables en el manejo de *Meloidogyne incógnita* en sistemas de organopónicos.

ING. Jannet Pérez Triguero, Ingeniera Agrónoma.
Rupertino Ajete No. 12b e/n Antonio Maceo y Celso Maragoto
Mail: ipel@ucp.pr.rimed.cu

RESUMEN

Se estableció un experimento en el organopónico “UBPC Microbrigada”, inaugurado desde el año 1992. Se localiza en el Vial Colón, frente al 12 Plantas; reparto “Hermanos Cruz” de la provincia Pinar del Río, con el objetivo de determinar los efectos de prácticas agrícolas sustentables sobre las poblaciones de asociado *Meloidogyne incógnita* K.W. Chitwood, al sustrato donde se plantó tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill var. *Lignon*). El diseño experimental utilizado fue de Bloques al Azar con 5 tratamientos y cuatro réplicas. Los tratamientos evaluados fueron: T1- Rotación con Lechuga (*Lactuca sativa* L. var. *Riza-15*) como planta extractora de nemátodos; T2- Rotación con Col (*Brassica olerace* L. var. *capitata*), la cual se incorporó al suelo los restos de cosecha; T3. Incorporación al suelo de estiércol equino-cunícula (mezcla 3:1 a razón de 10 Kg/m²); T4. Solarización de suelo (período de 30 días; y T5- testigo (Plantación de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill var. *Lignon*) sin tratamiento). Se observaron diferencias significativas (DMS P<0.05) en los niveles poblacionales de *Meloidogyne incógnita* K.W. Chitwood, en los diferentes tratamientos. Las prácticas agrícolas sustentables mostraron ser efectivas reduciendo las poblaciones de *M. incógnita* en raíces y sustrato, al ser comparadas con el testigo. La solarización del sustrato fue el tratamiento más efectivo en el manejo, reduciendo las poblaciones de *M. incógnita* en el sustrato a niveles de cero, mientras que aplicación de estiércol mejoró el manejo *M. incógnita*, el desarrollo de la planta y se observaron las plantas de tomate con mayor desarrollo.

Palabras claves: Prácticas agrícolas sustentables, *Meloidogyne incógnita*, tomate

Summary

UBPC Microbrigada established an experiment in the organopónico himself, inaugurated from the year 1992. He locates himself in the Vial Colón, in front of the 12 Plantas; I distribute the province's German Cross Pine Grove of the River for the sake of determining the property of agricultural sustainable practices on associated *Meloidogyne's* populations, *incognito K.W. Chitwood*, to the substratum where he drank tomato (*Lycopersicon esculentum Mill* var. *Lignon*). The experimental design utilized went from Blocks at random with 5 treatments and four replies. treatments evaluated were: T1 Rotación with Lechuga (*Lactuca sativa L* var. *Curl 15*) as he plants nemátodos's extractora; T2 Rotación with Col (*Brassica olerace L* var *capitata*), which incorporated to the ground the remains of harvest itself; T3. Incorporation to the equine-dung ground cunícula (he mixes 3:1 at the rate of 10 Kg/m²); T4. Solarización of ground (period of 30 days; And T5 witness (tomato Plantation (*Lycopersicon esculentum Mill* var. *Lignon*) without treatment), the *Meloidogyne's* poblacionales observed significant differences (DMS P 0,05) in the levels themselves *incognito K.W. Chitwood*, in the different treatments. agricultural sustainable practices evidenced being effective reducing the populations of *incognito M* in roots and substratum, to the being compared with the witness. The solarization of the substratum was the more actual treatment in the handling, reducing the populations of *incognito M* at the substratum to levels of zero, while application of dung improved the handling *incognito M*, the development of the plant and they observed the tomato plants with bigger development.

Key words: farming practical, *Meloidogyne incógnita*, tomato

INTRODUCCIÓN

La agricultura urbana ha cobrado un gran auge en los últimos años y según datos de Helmore y Ratta (1995)¹, se considera actualmente que es fuente de ingreso para 100 millones de personas y fuente de alimentos para cinco veces más habitantes.

Dentro de estos nuevos agroecosistemas, las plagas pueden manifestarse de forma similar a la de los sistemas agrícolas tradicionales o más severas, por constituir sistemas semicerrados de difícil desinfección una vez contaminados, que generalmente están colindando con escuelas, hospitales, asilos, casas y parques.

Para atender estos daños, se necesitan del diseño de sistemas de manejo de las plagas, que contemplen el mantenimiento del equilibrio biológico y no la arraigada idea de los agricultores de "cero plagas" (Candanedo, 1995)², mediante la integración de múltiples medidas de control, principalmente no químicos que preserven el ambiente y contribuyan a la sostenibilidad del modo de producción (Dunn, 1995)³.

A la hora de establecer un sistema de Manejo Integrado de Plaga se deben tener en cuenta la integración de medidas armónicamente compatibles, que no perjudiquen el ambiente y tengan un fuerte peso en aquellas medidas que eliminen o reduzcan la utilización de productos químicos.

El género *Meloidogyne* es reconocido como el más importante, seguido por *Pratylenchus*, *Globodera* y *Heterodera*. Se caracteriza por tener una amplia distribución, rango de hospedantes y elevados daños ocasionados a los cultivos, por lo que las especies pertenecientes a este género son consideradas como la plaga más peligrosas para la agricultura a escala mundial y en Cuba (Fernández *et al.*, 1998; Fernández y Ortega, 1998), pues una vez que las poblaciones están establecidas en los agroecosistemas, son muy difíciles de controlar (Whitehead, 1998). De las cuatro especies más importantes, en Cuba se encuentran *Meloidogyne incógnita*, *M. javanica* y *M. arenaria*, siendo la primera la más distribuida en suelos agrícolas.

¹ Helmore, Kristin y A. Ratta. 1995. El sorprendente rendimiento de la agricultura urbana. OPCIONES. Revista del desarrollo humano. PNUD. abril 22-27.

² Candanedo, E. 1995. Manejo Integrado de Plagas. En: PRECODEPA. Informe Anual de Proyectos. 111 pp.

³ Dunn, R.A. 1995. Managing nematodes in the Home Garden. University of Florida. FI Coop. Ext. Service 6 pp.

Es conocido la existencia de un alto número de nemátodos en los organopónicos y huertos intensivos o no, pero sólo los formadores de agallas, en especial ***Meloidogyne incógnita*** K.W. Chitwood, son los de mayor importancia económica, tanto por las pérdidas que producen como por lo difícil de su control.

Los nemátodos formadores de agallas constituyen plagas de las hortalizas en sistemas de cultivos de organopónicos, en los cuales, aún cuando existen indicaciones para la prevención y manejo de esta plaga, son insuficientes las medidas que permitan mantener sus poblaciones por debajo del umbral económico.

El conocimiento de las especies de nemátodos agalleros, la adecuada capacitación de los productores que laboran en este sistema de cultivo, así como el efecto de la rotación con plantas trampas; la rotación e incorporación al sustrato de los restos de cosechas de cultivos que actúen como biofumigantes al incorporarse al sustrato como la col; incorporación de estiércol equino-cunícula (3:1); y solarización del sustrato, permiten mantener los niveles de infestación de ***M. incógnita*** por debajo del umbral económico y alcanzar resultados superiores.

En la actualidad el hecho de que la agricultura cubana se haya transformado y se apliquen técnicas de agricultura sostenible, estuvo influenciada, sin lugar a dudas por la toma de conciencia en la protección de los recursos naturales y el medio ambiente a partir fundamentalmente de la Conferencia de Río de Janeiro y la de Estocolmo.

En esto la investigación científica ha jugado un papel preponderante, aportando tecnologías que se adaptan a estas nuevas condiciones. Sobre muchas tecnologías e incluso variedades foráneas, se ha trabajado buscando su adaptación a las condiciones. El papel del hombre y la comunidad como productor, consumidor y actor principal del proceso productivo ha estado presente en este proceso de desarrollo. El uso de las tecnologías se conjuga en estos sistemas agrícolas sostenibles como vía de buscar mayores producciones y eficiencia.

Materiales y métodos

Con el propósito de determinar el efecto de prácticas agrícolas para el manejo de ***Meloidogyne incógnita*** K.W. Chitwood en organopónicos se realizó un experimento de campo a partir del mes de julio del año 2007, el cual se estableció en el organopónico

“UBPC Microbrigada”, inaugurado desde el año 1992. Se localiza en el Vial Colón, frente al 12 Plantas; reparto “Hermanos Cruz” de la provincia Pinar del Río.

El organopónico cuenta con una extensión de Área de 2380 m² (0,24ha) y un área cultivable de 2180m² (0,22ha) en 122 canteros de 19.5 x 1.1 metro como promedio, dos al cultivo de plantas medicinales y uno a la lombricultura (producción de humus). Durante todo el año se mantiene más del 95% del área sembrada con 14 variedades de hortalizas diferentes, y más del 50% del área se practica la asociación de cultivos e intercalamiento.

La precipitación anual promedio es de 14,68mm en el periodo poco lluvioso y de 176,94mm en el periodo lluvioso. Es de destacar que en el último periodo el promedio de lluvias histórico aumentó significativamente respecto a los dos periodos anteriores, no siendo así en el periodo poco lluvioso donde se observa una disminución de las lluvias con decenas libres de ellas. La temperatura promedio anual oscila en los 24°C.

Se realizó un diagnóstico acerca de la problemática fitosanitaria en el organopónico y el papel que juegan los nemátodos en el panorama sanitario y disciplina tecnológica de los organopónicos, además caracterizó el sistema de producción predominante, teniendo en cuenta la Intensidad relativa de producción, forma de producción, tipo y composición del sustrato, tecnología de riego, medidas de manejo de plagas y la incidencia de las mismas en los cultivos. Para lograr resultados satisfactorios en el conocimiento de estos aspectos, se entrevistó al 100 por ciento de los trabajadores del organopónicos.

La identificación de especies del genero *Meloidogyne ssp.* A través de cortes perineales de hembras extraídas de las plantas indicadoras. Para ello las raíces se lavaron, homogeneizaron y fragmentaron. De ellas se extrajeron 25 hembras con sus respectivas ootecas y se prepararon sus patrones perineales (Hartman y Sasser, 1985), los que se observaron al microscopio óptico con 400 y 1000 aumentos. Claves e ilustraciones fueron utilizadas para la identificación de los géneros y especies observadas.

Muestreo de nemátodos

Con el propósito de determinar el efecto de los tratamientos se procedió a la toma de muestras, la cual tiene como objetivo determinar la presencia de nemátodos y el nivel

de infestación presente en el suelo, para ello se utilizaron el método de muestreo *estratificado aleatorio*.

Se realizaron la toma de muestra en zigzag en los canteros con un número de muestras de 20 a 25 por hectáreas y a una profundidad de 5, 10 y 25 cm. de profundidad.

El muestreo se dividió en un muestreo inicial con el objetivo de determinar la situación hematológica, según las áreas (sistema de canteros) en que está dividido el trabajo en el organopónico. A partir de este muestreo se determinó el índice de infestación. A partir del muestreo inicial, se realizó un muestreo intermedio después de aplicar los tratamientos y un muestreo final del tratamiento para determinar su efectividad en el manejo de las poblaciones de nemátodos.

Extracción de nemátodos

Las muestras de suelo fueron procesadas en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Pinar del Río, donde: las bolsas con las muestras de suelo fueron homogenizadas y se tomaron 30 gramos de este para aplicar el método de extracción de nemátodos a través de Embudo Berman, se dividieron en tres embudos plásticos con 10g de suelo cada uno, el papel utilizado para la realización de esta técnica fue el papel sanitario.

Las muestras de raíces fueron lavadas inicialmente con agua para desprender las partículas de suelo, luego fueron cortadas en segmentos de 3 a 5 cm y homogenizadas. Se tomó una muestra de 30 g (por muestra), la cual fue colocada en embudos plásticos de acuerdo al Método de Embudo Baerman, divididos en 10g por embudo.

Las muestras de suelo y de raíces fueron decantadas en los embudos Baerman durante 48 horas y al final se tomaron 8 ml de la suspensión final del cuello del embudo conteniendo los nemátodos. Esta suspensión fue transferida a placas contadoras para determinar el número de nemátodos por gramos de suelo. Las poblaciones de nemátodos fueron contadas y expresadas como número de nemátodos en 10 gramos de suelo, y número de nemátodos en 10 g de raíz fresca. Claves e ilustraciones fueron utilizadas para la identificación de los géneros y especies observadas.

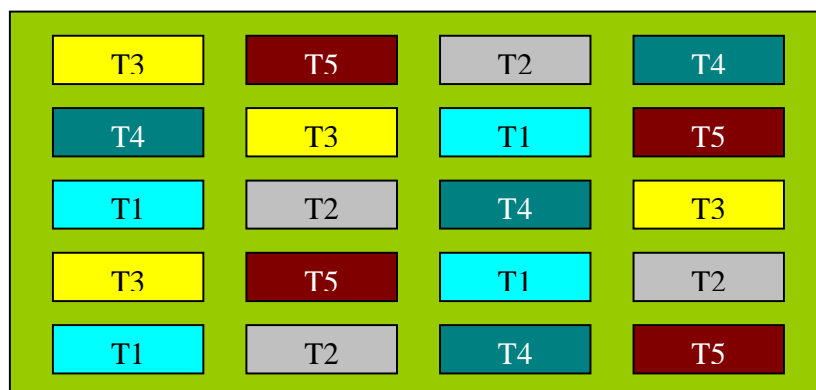
Determinación del Índice de Agallamiento

Una vez que se homogenizó el suelo y se extrajeron los 30g de este para el método anterior, el suelo restante fue colocado nuevamente en las bolsas en las que se

sembraron de 3 a 4 semillas de calabaza, como planta indicadora. Una vez que las semillas germinaron se les fue aplicando un raleo, dejando siempre aquella planta que tenia mejor porte y desarrollo y evaluando las que se eliminaban. A los 30 Días se retiraron las plantas de las bolsas y se procedió a determinar índice de agallamiento por la escala de Taylor y Sasser (1978). El índice de agallamiento, se establece por una escala de acuerdo al número de agallas por sistema radical, donde 0 equivale a la no presencia de agallas y 5 = más de 100 agallas por sistema radical.

Diseño experimental

Para el experimento se utilizó un Diseño de Bloque Completo al Azar con 5 tratamientos y 4 replicas por tratamiento (Gráfico 1). Como cultivo principal se utilizó el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill var. *Lignon*).



- T1** : Lechuga-Tomate
- T2** : Col-Tomate.
- T3** : Estiércol-Tomate.
- T4** : Solarización-Tomate.
- T5** : Testigo

Tratamientos para el manejo de nemátodos del género *Meloidogyne incógnita* K.W. Chitwood.

Los tratamientos evaluados fueron:

- T1 - Rotación con Lechuga (*Lactuca sativa* L. var. **Riza-15**): La cual se sembró a 0.60X0.25 buscando mayor densidad de población, Fue recolectada a los 28 días extrayendo la mayor cantidad de su sistema radical. Inmediatamente se procedió a preparar el suelo con Pico, guataca, una semana después se volvió a preparar el suelo con guataca y se niveló con rastrillo. Un día después se sembró el cultivo principal.
- T2 - Rotación con Col (*Brassica olerace* L. var. **capitata**): Para el marco de plantación se utilizó 0.40X0.20 (Marco inferior) con el objetivo de obtener mayor volumen de biomasa. La cosecha se realizó a los 60 días, incorporando los restos de cosecha al sustrato, con la utilización de guataca y rastrillo. Se humedeció a capacidad de campo para acelerar el proceso de descomposición y se cubrió con un cobertor para evitar que escaparan los gases del proceso de descomposición, al cabo de una semana se sembró el cultivo principal.
- T3 - Incorporación de estiércol al sustrato: Se aplicaron Estiércol equino-cunícula (3:1) a razón de 15kg/m², proveniente de las naves de cría de conejos y establo para el cuidado de caballos presentes en el organopónico. Luego de la incorporación del estiércol al sustrato, a través de guataca y rastrillo, éste se humedeció a capacidad de campo para acelerar el proceso de descomposición del estiércol y se colocó un cobertor para evitar la pérdida de gases. Al cabo de una semana se sembró el cultivo principal.
- T4 - Solarización del sustrato: Se colocó sobre el sustrato una cubierta plástica transparente de polietileno de 2.54mm de grosor durante un período de 60 días. Antes de poner la cubierta se preparó el sustrato con el uso de guataca y rastrillo, los que fueron lavados con agua a presión, para evitar el paso de sustrato de un cantero a otro, cada vez que se concluía con la labor de un cantero, luego se regó a capacidad de campo para facilitar la conductividad térmica a las capas internas del cantero.

- T5 - Testigo: Se sembró el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill var. **Lignon**) sin aplicarle algún tratamiento para el control de *M. incógnita*

Las prácticas de cultivo llevadas a cabo, fueron realizadas siguiendo las recomendaciones e indicaciones establecidas en el Manual para organopónicos populares⁴.

Los datos obtenidos fueron analizados utilizando el programa estadístico SPSS versión 13.0, los que fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) en el cual todos los tratamientos fueron comparados con el testigo, aceptando diferencias significativas a los niveles de probabilidad de 5% (P<0.05).

Resultados y discusiones

Se pudo constatar que el Salta hoja (*Empoasca spp*) ataca a todos los cultivos, constituyendo un vector de virus, fundamentalmente en la habichuela; *Prodecnia Sp* (ataca al cebollino (*Allium fistulosum L.*), rábano (*Raphanus sativus L.*), habichuela y en general a todos los cultivos); *Afidios* (ataca a todos los cultivos, fundamentalmente a la habichuela (*Vigna unguiculata L. W.*); la *Roya* (ataca a la habichuela); y la *Alternaría Porri* (ataca al cebollino), mientras que en Pimiento, (*Capsicum annum L.*) son los ácaros (*Polyphagotarsonemus latus*) el principal problema.

En el caso de los nemátodos formadores de agallas, no se identifica como una de las plagas que constituyen el principal problema en este sistema de cultivo, aún cuando tienen conocimiento del síntoma radical de sus afectaciones, refiriendo como cultivo que atacan la calabaza (*Cucurbita sp.*), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill var. **Lignon**) y al pepino. (*Cucumis sativus L.*)

Sin embargo, los productores reconocen síntomas en los cultivos de pepino, (*Cucumis sativus L.*) Quimbombó, (*Abalmoschus esculentus (L.) M.*) lechuga, (*Lactuca sativa L.* var. **Riza-15**) tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill var. **Lignon**) y pimiento, (*Capsicum annum L.*) como son: pudrición en las raíces; pocas raíces; amarillamiento de las plantas o déficit de nutrientes; áreas o parches en canteros, donde las plantas

⁴ Manual para organopónicos populares. INIFAT. MINAG. enero de 1993.

son menos verdes y más pequeñas que el resto de las plantas del campo; marchitamiento de las plantas en las horas más calientes del día; raíces cortas y gruesas; y mayor incidencia de enfermedades fungosas u enfermedades, los cuales son síntomas que presentan los cultivos que son atacado por fitonemátodos. Estos síntomas son reconocidos por numerosos autores y se señalan a los nemátodos del género **Meloidogyne spp** como la principal plaga de los vegetales, siendo la mayoría de las variedades existentes muy afectadas por **Meloidogyne spp**.

La falta de disciplina tecnológica es la principal causa del incremento de los problemas nematológicos que hoy están presentes en este sistema cultivo, lo cual fue corroborado por el 100% de los productores. Se reconocen como principales indisciplinas, el uso de materia orgánica sin certificar por el LAPROSAV, el uso de instrumentos de trabajo de un cantero a otro sin la correcta limpieza o desinfección y la preparación inadecuada del sustrato, así como, el uso de posturas sin certificar o obtenidas sobre sustratos que no tienen análisis hematológico previo.

Según Vázquez, (2004), la vigilancia fitosanitaria en las ciudades y pueblos es primordial, todo lo cual no es posible solamente por parte del servicio de sanidad vegetal, sino que son muy importantes los activistas fitosanitarios y la población en general, los que deben estar informados a través de campañas de socialización de la prevención de plagas de importancia cuarentenaria y otras especies exóticas de interés. Bajo estas condiciones de cultivos y debido a las características del ecosistema urbano, el manejo de plagas debe realizarse atendiendo a la necesidad de incrementar la biodiversidad, para contrarrestar los efectos de la urbanidad y favorecer el desarrollo y la actividad de los biorreguladores de plagas, principalmente, así como el uso de prácticas agroecológicas que sean socialmente justas, medioambientalmente sanas y económicamente viables.

La especie de nemátodo fitoparásito predominante observada en suelo, a través del Método del Embudo de Berman, a partir de un muestreo inicial fue: **Meloidogyne incógnita**, siendo los valores del estudio morfométrico acordes a la especie según los parámetros establecidas para ella por Esser *et al.*, (1976). Es de destacar que fueron observados nemátodos de vida libre que pudieran clasificar en fitófagos o descomponedores de materia orgánica aún cuando no se identificaron sus géneros:

una, por carecer de interés en la investigación y otra, por no contar con claves para su identificación.

Los tratamientos aplicados redujeron significativamente las poblaciones de *M. incógnita* en el suelo. La práctica de solarización redujo las poblaciones de *M. incógnita* en un 100 por ciento, siendo sus efectos en los nematodos de vida libre.

El efecto de la rotación con lechuga (como planta trampa) y col (incorporada al suelo sus restos de cosecha) sobre las poblaciones de *M. incógnita* y de vida libre fue similar, estos no mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre sí a mediados y al final del ciclo de cultivo.

La incorporación de estiércol redujo significativamente los niveles poblacionales de *M. incógnita* durante el primer ciclo de cultivo, efectos similares han sido reportados por investigadores como Chavarría y colaboradores (2002) y Mian y Rodríguez-Kábana (1982).

El testigo mostró las poblaciones más altas de *Meloidogyne incógnita* a mediados y al final de ciclo de la plantación del cultivo de tomate, en la cual se pudieron observar entre el 50 y el 60 respectivamente con relación a los tratamientos.

Los tratamientos aplicados redujeron significativamente las poblaciones de *Meloidogyne incógnita* en el suelo, observándose a través de todo el ciclo de cultivo que el efecto producido por el testigo fue significativamente diferente al efecto producido por las prácticas agrícolas sustentables llevadas a cabo. El efecto de los tratamientos sobre las poblaciones fue mayor durante los primeros 60 días del ciclo del cultivo (mediados de ciclo), comparado con el efecto producido al final del ciclo.

En el testigo se observó el mayor número de larvas de *Meloidogyne incógnita* al final del ciclo de cultivo. La incorporación de materia orgánica (Estiércol equino-cunícula 3:1) en el suelo mostró un efecto mayor a través del ciclo del cultivo, provocando una reducción de 479 larvas observadas en el muestreo presembrado a 50 larvas al final del ciclo, pudiendo evaluar el índice de agallamiento en las raíces de tomate en grado 1

La adición de estiércol al suelo para mejorar la fertilidad y controlar las plagas y enfermedades es una práctica tan antigua como la agricultura (Martín and Gershuny, 1992). La acción de los

microorganismos sobre el estiércol durante su descomposición produce gran cantidad de productos químicos que pueden actuar en el control de los patógenos del suelo. El amonio, nitratos, sulfhídrico y un gran número de sustancias volátiles y ácidos orgánicos pueden producir una acción nematicida directa o afectar a la eclosión de los huevos o la movilidad de los juveniles de nemátodos; los fenoles y los taninos son también nematicidas a ciertas concentraciones (Mian *et al.* 1982; Mian y Rodríguez-Kábana 1982 a, b), por ello es difícil determinar con exactitud qué sustancia es responsable de la muerte de los nemátodos.

Las prácticas agrícolas sustentables, como la rotación de cultivos, la incorporación de materia orgánica (estiércol) y la solarización mostraron diferencias significativas en las poblaciones de fitonemátodos ($P < 0.05$) al ser comparadas con el testigo. La rotación de cultivos con plantas extractoras como la lechuga y la rotación de cultivos con plantas no susceptibles e incorporada al suelo sus restos de cosecha, como la Col, produjeron el mismo efecto de reducción en los niveles poblacionales de *M. incógnita* en el suelo y en el tejido radicular.

La práctica de rotación de cultivos influenció sobre las poblaciones de nemátodos afectando la eclosión de los huevos, por la extracción del sistema radicular de la lechuga antes de que *M. incógnita* concluyera su ciclo de vida y provocando la muerte por ausencia de alimento, interfiriendo en el desarrollo del nemátodo dentro del tejido vegetal y por las sustancias volátiles que produce la descomposición de los restos de cultivo. La rotación del cultivo principal (tomate) con un cultivo no susceptible, como lo es la col, provocó una reducción poblacional de *M. incógnita*, siendo estos resultados consistentes con los obtenidos por un sin número de investigadores, entre ellos, Barker y Koenning (1998).

Las poblaciones de *Meloidogyne incógnita* en las raíces en los tratamientos rotación/extracción con Lechuga, rotación/incorporación de col y solarización no mostraron diferencias significativas entre sí, pero, fueron significativamente diferentes a las observadas en el testigo (Tabla 3). La Tabla 3 muestra que las poblaciones más altas fueron observadas en los tratamientos de incorporación de estiércol y el testigo, en los cuales se observaron diferencias significativas entre ellos.

El efecto nematocida producido por la incorporación de estiércol, se atribuye a los compuestos fenólicos y amonio que se liberan durante su degradación, además del efecto producido en el crecimiento y desarrollo de las plantas y el aumento provocado en las poblaciones de microorganismos en el suelo, que muchos son antagonistas a los nemátodos. Los resultados presentados en este estudio fueron consistentes a las observaciones de Govindaiah *et al.* en el 1997.

La solarización del suelo ha sido considerada tradicionalmente como una técnica de desinfección del suelo en climas áridos. En años recientes, se ha reportado el potencial que tiene esta práctica en otras zonas (Chellemi *et al.*, 1994). Aunque se ha demostrado que en suelos solarizados los rendimientos son mayores que en los no solarizados, por otro lado, utilizar la práctica de solarización de manera individual no suprime todos los patógenos que se encuentran en el suelo (Chellemi *et al.*, 1997). Estudios previos reportaron reducciones significativas de ***M. incógnita*** y *R. reniformes* en suelos solarizados (Heald and Robinson, 1987; Abdel-Rahim *et al.*, 1988; Cartia *et al.*, 1989).

Las poblaciones de ***M. incógnita*** observadas en el tratamiento de incorporación de estiércol no mostraron diferencias significativas al ser comparadas con el Testigo a mediados del ciclo de cultivo. Al final del ciclo de cultivo las poblaciones de ***M. incógnita*** en el tratamiento de incorporación de estiércol, no mostraron diferencias significativas respecto a las observadas en el testigo, mientras que las poblaciones menores se observaron en la práctica de solarización, al final del ciclo de cultivo.

Tanto la solarización del sustrato como la incorporación de estiércol son medidas que han sido investigada por varios autores e investigadores, los que han recomendado que el uso combinado de estas medidas dentro de un programa de manejo integrado resulta más eficaz en el control de nemátodos, hongos y otras plagas del suelo.

Katan (1981) sugiere que la adición de residuos orgánicos al suelo puede incrementar la eficacia de la solarización. Pullman *et al.* (1981) indican que la solarización reduce *Verticillium dahliae* a profundidades de 70-120 cm, consideran que se debe a los gases liberados durante el proceso de solarización, puesto que a esa profundidad la temperatura no tiene efecto letal. Horiuchi *et al.* (1982) observan que la eficacia de la

solarización es mayor cuando se incorporan abonos verdes de nabo y residuos orgánicos de animales de corral. Kodama y Fukui (1982) señalaron que es conveniente añadir almidón soluble al medio, 25-30 g kg⁻¹ de suelo seco, para aumentar el efecto de la solarización. La reducción de nemátodos a profundidades entre 46-91 cm en California se debe a otros factores diferentes de la temperatura. Munnecke (1984) indica que la solarización es eficaz en el control de *Fusarium oxysporum*, cuando se añaden restos de cosecha del cultivo de la col, debido a los gases fitotóxicos que se producen en su descomposición.

El comportamiento de los nemátodos de vida libre, aún cuando no fue medido en su impacto, tuvo un aumento en sus poblaciones, sobre todo en el tratamiento con la incorporación de estiércol al sustrato. Este efecto ocurrió posiblemente debido a que la incorporación de estiércol promovió un aumento en las poblaciones de microorganismos en el suelo, promoviendo que nemátodos de vida libre se alimenten de diferentes microorganismos del suelo tales como bacterias y hongos, los cuales a su vez, podrían competir por nichos ecológicos en el suelo y raíz con los fitonemátodos (Stirling, 1991; Eisenback and Griffin, 1987). Además, Rodríguez-Kábana y colaboradores (1992) reportaron que nemátodos no fitoparasíticos pueden ser antagonistas a nemátodos fitoparasíticos. Estos resultados muestran la capacidad que poseen las enmiendas orgánicas para provocar cambios en la composición particular de la microflora del suelo. También, muestra el hecho de que muchas enmiendas orgánicas pueden estimular actividades antagonistas a patógenos de plantas mediante la inducción de cambios en la composición taxonómica y actividades fisiológicas de la microflora del suelo (Soler-Serratos, 1996; Rodríguez-Kábana, 1986).

Conclusiones

- El mayor efecto sobre las poblaciones de *Meloidogyne incógnita* la tuvo el tratamiento con la solarización del sustrato, seguido de la extracción de nemátodos en el tratamiento con Lechuga y que no difiere significativamente de la rotación y la incorporación al suelo de los restos de cosecha del cultivo de la col.

- La Solarización del sustrato, la incorporación de residuos orgánicos como el estiércol, la utilización de restos de cosechas de cultivos, incorporados al suelo, que pueden actuar como biofumigantes como la col y plantas extractoras, como la Lechuga, de *M. incógnita* en las distintas fases de su ciclo de vida, son prácticas que pueden ser utilizadas por los productores de sistemas de cultivos en organopónicos pudiendo obtener producciones de elevado impacto socio-ambiental y con resultados económicos superiores.

Referencias Bibliográficas

- Abdel-Rahim *et al.*, 1988. Effects of soil solarization on *Rotylenchulus reniformis* in the Lower Río Grande Valley of Texas. *J. Nematol.* 19:93-103.
- Barker y Koenning 1998. Developing sustainable systems for nematode management. *Annu. Rev. Phytopathol.* 36:165-205.
- Candanedo, 1995. Manejo Integrado de Plagas. En: PRECODEPA. Informe Anual de Proyectos. 111 pp.
- Cartia *et al.*, 1989. Effect of solarization and fumigants on soilborne pathogens of peppers in greenhouse. *Acta Horticulturae* 225: 111-116.
- Chavarría y colaboradores 2002. Use of poultry litter and sewage sludge compost for the management of plant-parasitic nematodes on plantain. *Nematropica* 30(2):119.
- Chellemi *et al.*, 1994. Effects of soil solarization and fumigation on survival of soilborne pathogens of tomato in northern Florida. *Plant Dis.* 78:1167-1172.
- Chellemi *et al.*, 1997. Adaptation of Soil Solarization to the Integrated Management of Soilborne Pests of Tomato Under Humid Conditions. *Phytopathology*, vol. 87, no. 3: 250 – 258.
- Dunn, 1995. Managing nematodes in the Home Garden. University of Florida. FI Coop. Ext. Service 6 pp.
- Eisenback and Griffin, 1987. Interaction with other nematodes. Pp. 313-320 in J.A. Veech and D.W. Dickson, eds. *Vistas on Nematology: Acommemoration of*

the Twenty-Fifth Anniversary of the Society of Nematologists. Society of Nematologists, Lakeland, FL, USA.

- Esser *et al.*, 1976 .A diagnostic compendium of the genus *Meloidogyne* (*Nematoda: Heteroderidae*). *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 43: 138-150.
- Fernández *et al.*, 1998. Guía para disminuir infestaciones de *Meloidogyne* spp mediante el empleo de cultivos no susceptibles. *Boletín Técnico, Sanidad Vegetal.* 4(4):1-18.
- Fernández, M. y Ortega, J, 1998. An overview of nematological problems in cuba. *Nematropica.* 28(2): 151-163.
- Govindaiah *et al.* 1997. Nematicidal efficacy of organic manures, intercrops, mulches and nematicides against rootknot nematode in mulberry. *Indian Journal of Nematology* 27:28-35.
- Hartman y Sasser, 1985. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology. Pp 69-78 En *An Advanced Treatise on Meloidogyne. Vol. II: Methodology.* K. R. Barker; C.C. Carter; J. N. Sasser (Eds.) Dept. Plant Pathology and United State Agency for International Development. North Carolina State University Graphics.
- Heald and Robinsón, 1987. Effects of soil solarization on *Rotylenchulus reniformis* in the Lower Río Grande Valley of Texas. *J. Nematol.* 19:93-103.
- Helmore y Ratta 1995, Helmore, Kristin y A. Ratta. 1995. El sorprendente rendimiento de la agricultura urbana. *OPCIONES. Revista del desarrollo humano.* PNUD. abril 22-27.
- Horiuchi *et al.* 1982. Horiuchi, S.; M. Hori; S. Takashi; K. Shimuzu. 1982. factors responsible for the development of clubroot-suppressing effect in soil solarization. *Bull.Chugoku Nat.Agric Exp.Stn.* E20, 25.
- Katan, 1981. Soil heating (Solarization) of soil for control soil borne pest. *Ann. Review.*
- Kodama y Fukui, 1982. Application of solar heating with plastic-film mulching in the outdoor field for control of *Fusarium* wilt of strawberries. *Ann.Phytopatol.Soc.Jpn.*48, 699. 48, 699-699.

- Lacasa, 1999. Alternatives to methyl bromide for sweet pepper cultivation in plastic greenhouses in south east. 3rd International Workshop Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. 7-10 December, Crete (Greece), 133-135.
- Manual para organopónicos populares. INIFAT. MINAG. enero de 1993.
- Martín and Gershuny, 1992. Rodale Book of Composting. Rodale Press, Emmaus, Pennsylvania, USA.
- Mian *et al.* 1982. Chitin amendments for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. *Nematropica* 12, 71-84.
- Mian y Rodríguez-Kábana 1982b. Organic amendments with high tannin and phenolic contents for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. *Nematropica* 12, 221-234.
- Mian y Rodríguez-Kábana 1982a. Soil amendments with oil cakes and chicken litter for control of *Meloidogyne arenaria*. *Nematropica* 12, 205-220.
- Munnecke 1984. Establishment of microorganisms in fumigated avocado soil to attempt to prevent reinvasion of the soils by *Phytophthora cinnamomi*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 83, 287.
- Rodríguez-Kábana y colaboradores 1992. Velvetbean for management of root-knot and southern blight in peanut. *Nematropica* 22:75-80.
- Rodríguez-Kábana, 1986. Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. *Journal of Nematology* 18: 129-135.
- Soler-Serratos, 1996. Allelochemicals for control of plant-parasitic nematodes. *Nematropica* 26:57-71.
- Stirling, 1991. *Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes*. CAB International, Wallingford, U.K.
- Taylor y Sasser 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). 111. Dept. Pl. Pathol. N. C. State Univ., Raleigh p.
- Vázquez, 2004. El Manejo Agroecológico de la Finca. Una estrategia para la prevención y disminución de afectaciones por plagas agrarias. Ed. ACTAF (La Habana). 121p. 2004.
- Whitehead, 1998. *Plant nematode control*. CAB International, UK. 274p.