

Nemátodos en cultivos protegidos de hortalizas y su manejo en tres localidades de La Habana

Nematodes in vegetables under protected cultivation and their management in three localities of Havana

Emilio Fernández González,¹ Katherine Casanueva Medina,¹ Hortensia Gandarilla Basterrechea,² María Elena Márquez Gutiérrez,³ Fernando Despaigne,⁴ Julia Almandoz Parrado¹ y Marcos García Albuquerque¹

¹ Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5.^a B y 5.^a F, Playa, La Habana, Cuba, C. P. 11600, efernandez@inisav.cu

² Laboratorio Central de Cuarentena Vegetal. Centro Nacional de Sanidad Vegetal. Ayuntamiento 231 e/ San Pedro y Lombillo, Plaza de la Revolución, La Habana

³ Universidad de La Habana

⁴ Granja Integral de Producción UAM

RESUMEN

Las hortalizas bajo cultivo protegido presentan plagas, fundamentalmente los nemátodos del género *Meloidogyne*. Para contribuir al manejo de nemátodos en este tipo de instalaciones en localidades de Wajay, Atabey y Las Guásimas, de la provincia de La Habana, se determinaron las especies de nemátodos parásitos asociadas y sus daños, así como las características de los sistemas de cultivo y su influencia sobre los problemas nematológicos, la efectividad de algunas prácticas de manejo de nemátodos y se ejecutaron actividades de capacitación. *Meloidogyne* se presentó en el 78,8 % de las casas de cultivo muestreadas, con predominancia de *M. incognita* (78,8 %) y *M. arenaria* (12,1 %); *Rotylenchulus reniformis* apareció en dos localidades, mientras que *Xiphinema basiri*, *Helicotylenchus dihystra* y *Tylenchorhynchus* sp. se detectaron solamente en Las Guásimas. Se apreciaron daños en las raíces causados por *Meloidogyne* y *Xiphinema*, así como contaminaciones en algunos sistemas de colecta de agua para regar, que contribuían a la diseminación de los parásitos y aumento de los problemas en las instalaciones. En zonas nuevas se encontró *Meloidogyne* debido a la presencia de malezas hospedantes y contaminaciones por arrastre. La biofumigación con restos de col produjo disminuciones superiores al 75 % de los niveles de infestación por *M. incognita*, mientras que *Trichoderma viride* (cepa TS-3) y *Bacillus thuringiensis* (cepa LBT-25) redujeron en más del 50 % la infestación. Produjo 1,3 D + cloropicrina reducciones entre el 77 y 100 % de la infestación. La capacitación se abordó a través de cuatro talleres participativos y la edición de plegables divulgativos que mejoraron los niveles de conocimiento y calidad de las decisiones.

Palabras claves: *Meloidogyne*, *Xiphinema basiri*, biofumigación, *Trichoderma viride* *Bacillus thuringiensis*, 1,3 D + cloropicrina

ABSTRACT

Vegetables grown in protected crops showed pests problems, among them nematodes of *Meloidogyne* genus. To contribute with the nematode management in these crop systems in the localities of Wajay, Atabey and Las Guásimas, Havana province were determined the species of plant parasitic nematodes associated and their plant damage, the characteristics of plant crop systems which influenced in the nematological problems, the effectiveness of some practices of nematode management and the teaching and training of people on charge in these systems *Meloidogyne* genus were present in all localities (78 % of systems sampled) with predominance of *M. incognita* (78,8 %) and *M. arenaria* (12,1%); *Rotylenchulus reniformis*, occurred in two localities and *Xiphinema basiri*, *Helicotylenchus dihystra* and *Tylenchorhynchus* sp. were detected only in Las Guásimas locality. There were appreciated damage on roots with *Meloidogyne* and *Xiphinema*. Contamination in water irrigation systems were detected in some places which contributed to spread the nematodes and the increasing of problems in the fields. Also *Meloidogyne* was found in new zones where some susceptible weeds are grown and the contaminated water dragging. Biofumigation with cabbage residues has showed reductions of more than 75 % of nematode infection by *M. incognita*, meanwhile *T. viride* (strain TS-3) and *B. thuringiensis* (strain LBT-25) have decreased in more than 50 %. 1,3 D plus chloropicrine produced more higher reductions of nematodes. Training activities included four participative workshops and four brochures were performed which improved the knowledge and the quality of decisions.

Key words: *Meloidogyne*, *Xiphinema basiri*, biofumigation, *Trichoderma viride*, *Bacillus thuringiensis*, 1,3 D + chloropicrine

INTRODUCCIÓN

La producción protegida de hortalizas se inició en Cuba hacia finales de los años noventa como parte de

las estrategias del Ministerio de Agricultura para disminuir la importación de hortalizas hacia el consumo

del turismo y producir vegetales en el país durante la mayor parte del año. El número de casas de cultivo ha crecido llegando a alcanzar más de mil doscientos bajo la dirección de distintos organismos.

Desde sus inicios, en la transferencia de tecnología se consideró que los nemátodos formadores de agallas del género *Meloidogyne* no serían un problema dada la utilización de híbridos con resistencia a estos nemátodos en sus países de origen y la aplicación de sustancias fumigantes como bromuro de metilo [Pérez *et al.*, 2012].

El Programa de Defensa Fitosanitaria para Casas de Cultivo Protegido editado por el Centro Nacional de Sanidad Vegetal [MINAG, 2002], y el Manual de Producción de estos cultivos de Casanova *et al.* (2006), indicaron un conjunto de medidas de carácter obligatorio para evitar la introducción y diseminación de los nemátodos formadores de agallas. Sin embargo, la mayoría de las hortalizas bajo cultivo protegido en la actualidad, presentan problemas de plagas donde estos nemátodos ocupan un lugar importante al afectar la producción y calidad [Rodríguez *et al.*, 2014].

Esta situación se presenta igualmente en el ámbito internacional, donde *Meloidogyne* se considera una limitante de las producciones de hortalizas bajo cultivo protegido a nivel mundial [Greco y Esmenjaud, 2004; Verdejo, 2015]. Por otro lado, en países con una cantidad de áreas en crecimiento anual como España, Melgarejo *et al.* (2010) han indicado que se encuentran distribuidos en prácticamente todas las zonas, con informes de pérdidas tan elevadas como el 60 y 30 % en pepino y tomate, respectivamente [Talavera *et al.*, 2009].

Este trabajo tiene como objetivo contribuir al manejo de nemátodos en este tipo de instalaciones de cultivos protegidos en tres localidades de La Habana, a través de la identificación de las especies de nemátodos parásitos asociadas y sus daños, la determinación de la influencia de algunas características de los sistemas de cultivo sobre los problemas nematológicos que se presentaban y la valoración de la efectividad de varias prácticas viables de manejo de nemátodos, así como un trabajo de capacitación participativa con los productores, técnicos y decisores de las zonas involucradas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó durante 2013 y 2014 en instalaciones de cultivo protegido de las localidades de Wajay, Las Guásimas y Atabey, en la provincia de

La Habana, e involucró la participación de técnicos, productores, decisores y personal de campo.

Para la evaluación de las especies de nemátodos, asociados a los cultivos de *Solanum lycopersicum* L. (tomate), *Cucumis sativus* L. (pepino) y *Capsicum annum* L. (pimiento) en las unidades de las tres localidades, se tomaron muestras en el 70 % de las casas a razón de 10 puntos por cada una, teniendo en cuenta las diagonales. Las muestras se conformaron con las raíces y el suelo adherido a la rizósfera, y se depositaron en bolsas de polietileno correctamente identificadas para ser llevadas al laboratorio de Nematología del INISAV. El procesamiento de las muestras de suelo se realizó mediante embudos Baermann, y las raíces por licuadora y tamizado con aberturas de 1,0; 0,175; 0,063 y 0,036 mm según la metodología de García (1979). Las raíces que mostraron síntomas de agallas por *Meloidogyne* fueron disertadas en el microscopio estereoscópico para extraer las hembras, machos y juveniles del segundo estadio, con el objetivo de determinar las especies desde el punto de vista morfológico y morfométrico acorde con lo planteado por Hunt y Handoo (2009). Los nemátodos vermiformes colectados se identificaron en base a estos mismos caracteres por medio de las descripciones, claves politómicas y dicotómicas de Loof y Luc (1990), Krall (1998) y Siddiqi (2000).

En dos localidades (Atabey y Wajay) fueron determinadas además la presencia de nemátodos en distintos componentes del sistema, como la materia orgánica empleada para el llenado de los cepellones en las casas de posturas y los vinculados al riego: pozos, cajuelas del sistema de riego y agua dentro de las cisternas, mediante plantas indicadoras en el primer caso y el método de Baermann y tamizado en el resto [García, 1979].

En las localidades antes mencionadas se evaluaron las prácticas de manejo contra *Meloidogyne*, que tenían posibilidades de ser empleadas en estos lugares, las cuales se seleccionaron de conjunto entre el equipo de investigación, los técnicos y decisores locales: biofumigación, aplicación de agentes de control biológico y fumigación química al suelo.

La biofumigación se realizó en seis casas mediante la incorporación de restos de col (*Brassica oleracea* L.) a razón de 5 kg/m² en el suelo recién preparado para la siembra, seguido de un riego a capacidad de campo y posterior tapado con mantas de polietileno durante tres semanas.

El efecto de los medios biológicos se estudió en cuatro casas, donde se aplicaron al suelo *Bacillus thuringiensis* (cepa LBT 25) y *Trichoderma viride* (cepa TS-3) a razón de 30 y 20 L/ha, respectivamente, antes de la siembra y 25 días después de esta; estos ensayos se realizaron en cinco hileras de tratamientos y un control.

El fumigante 1,3 D + cloropicrina se aplicó en 10 casas completas a la dosis de 300 L/ha. Para determinar su efectividad se consideraron como control las casas aledañas que no habían sido tratadas.

La efectividad para todos los métodos de manejo utilizados se determinó mediante la valoración con plantas indicadoras del nivel de infestación antes y después de las aplicaciones, utilizando la fórmula de Abbott [CIBA-GEIGY, 1981]; así mismo fue evaluado el porcentaje de plantas del cultivo principal por cada grado de infestación al final de la cosecha en los tratamientos con los agentes de control biológico.

La capacitación se realizó mediante talleres participativos con productores, técnicos, decisores y obreros de campo, y la edición de plegables divulgativos, donde se discutieron y quedaron identificados los principales problemas que se presentaban en estos sistemas, así como las posibilidades de solución y/o atenuación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron seis especies de fitonemátodos asociadas a los cultivos de tomate, pimiento y pepino en las localidades de Wajay, Atabey y Las Guásimas (Tabla 1).

El género *Meloidogyne* se presentó en el 78,8 % de las casas de cultivos muestreadas de todas las localidades estudiadas, con predominancia de las especies *M. incognita* (78,8 %) y *M. arenaria* (12,1 %) que produjeron afectaciones en todos los cultivos evaluados (Fig. 1).

Otra especie que se presenta comúnmente en Cuba en cultivos hortícolas, *Rotylenchulus reniformis*, se obser-

vó en dos localidades, tanto en tomate como pepino, aunque con baja frecuencia de aparición, mientras que *Xiphinema basiri*, *Helicotylenchus dihystera* y *Tylenchorhynchus* sp. se detectaron solamente en la localidad de Las Guásimas, vinculadas principalmente con el tomate. Se observaron daños apreciables en las raíces únicamente con *Meloidogyne* y *Xiphinema*. Para los dos géneros se observaron agallas o engrosamientos de las raíces, con la presencia de hembras y masas de huevos en su interior en el primer caso y la aparición localizada de agallas en los extremos de las raíces en el segundo.

La presencia de nemátodos formadores de agallas del género *Meloidogyne*, bajo estos sistemas de cultivos en Cuba, se ha informado por diferentes autores, quienes han destacado los daños e importancia económica; en otros países se considera también una plaga de consideración, que puede provocar fuertes pérdidas en las distintas hortalizas sembradas [Greco y Esmenjaud, 2004; Talavera *et al.*, 2009; Melgarejo *et al.*, 2010]. La predominancia de *M. incognita* coincide con lo registrado en diferentes provincias, aunque *M. arenaria* y *M. enterolobii* se han detectado además en localidades específicas [Gómez, 2007].

R. reniformis, *H. dihystera* y *Tylenchorhynchus* sp. se han encontrado también en diferentes provincias sin vincularse a daños, mientras que *X. basiri* se detectó asociada a agallas en las raíces terminales ante altas poblaciones (650-900 ejemplares/100 g suelo), lo que significa un alerta a los productores al presentarse síntomas parecidos a *Meloidogyne* y poder confundirse la valoración del nemátodo presente. Bajo otras condiciones como los invernaderos de España, *R. reniformis* y varias especies de *Xiphinema* se han presentado asociadas a los cultivos protegidos, principalmente cuando *Meloidogyne* se ha encontrado en bajas poblaciones Melgarejo *et al.* (2010).

Tabla 1. Especies de nemátodos detectadas por localidades

Localidad	Especie de nemátodo	Frecuencia (%)
Wajay	<i>Meloidogyne incognita</i>	78,0
	<i>Rotylenchulus reniformis</i>	5,0
Atabey	<i>M. incognita</i>	78,0
Las Guásimas	<i>M. incognita</i>	80,0
	<i>M. arenaria</i>	12,1
	<i>R. reniformis</i>	6,3
	<i>Xiphinema basiri</i>	3,2
	<i>Helicotylenchus dihystera</i>	5,0
	<i>Tylenchorhynchus</i> sp.	3,0



Fig. 1. Síntomas de decaimiento y agallas causadas por *M. incognita* en las raíces del cultivo de pimiento.

Los análisis de distintos componentes de los sistemas revelaron que en la casa de posturas no había infestación por *Meloidogyne* (Tabla 2), por lo que estas no constituían la fuente inicial de infestación. No obstante, cuando se revisaron los componentes vinculados con el riego (Tabla 3), se apreció que el sistema que colecta agua de lluvia para irrigar los cultivos en algunos lugares tenía vulnerabilidades como desniveles del terreno que favorecen inundaciones bajo fuertes lluvias, acumulación de suelo dentro de las cajuelas, roturas de las tapas y el agua de las cisternas con abundantes sedimentos de suelo; en todos los casos tenían presencia de juveniles del segundo estadio de *Meloidogyne* y en ocasiones distintos estadios juveniles del género *Helicotylenchus*. Por el contrario, no

se detectaron nemátodos en los pozos que se utilizan para extraer agua para el riego.

El análisis de esta situación evidencia que existía filtración de nemátodos hacia los lugares donde se mueve el agua de riego, por lo que se confirma que esta actividad se encarga de distribuir la infestación hacia todos los lugares donde llegue y conspira contra la efectividad de las prácticas de manejo que se realizan. Se apreció igualmente que en varias instalaciones las raicillas más superficiales pegadas a las boquillas de riego estaban altamente infestadas debido posiblemente a la constante emisión de agua contaminada (Fig. 2). Este estudio pormenorizado del sistema de producción no se había realizado hasta en el momento en el país y representa una novedad.



Fig. 2. Raíces superficiales contaminadas por *Meloidogyne*.

Tabla 2. Análisis nematológico de partes del sistema (casa de posturas)

Muestras	Resultados
Materia orgánica	Negativo
Cepellones	Negativo
Suelo dentro de las unidades	Negativo
Suelo alrededor de las unidades	Negativo
Pozo	Negativo

Tabla 3. Análisis nematológico de partes del sistema vinculados al riego en dos localidades (pozo, cisternas y cajuelas)

Muestras	Número de ejemplares (100 g suelo o 5 L de agua*)
Agua de pozo	Negativo
Agua de cisternas (Zonas 1 y 2)	Zona 1: (40-48) <i>Meloidogyne</i> (7- 10) <i>Helicotylenchus</i> Zona 2: (30-35) <i>Meloidogyne</i> (3-8) <i>Helicotylenchus</i>
Suelo cajuelas	(35-40) <i>Meloidogyne</i> en el suelo húmedo dentro

*J₂: Juveniles del segundo estadio.

El muestreo realizado en 17 casas de cultivo que nunca se habían sembrado reveló la presencia de infestaciones en más del 50 % (Tabla 4), que fluctuaron entre ligeras y medias. Un análisis de la situación de las casas contaminadas arrojó que habían sido afectadas por lluvias recientes que provocaron inundaciones, donde el agua fue arrastrada de zonas infestadas y además existían en los alrededores malezas como la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) y el bleado (*Amaranthus* sp.), conocidas como hospedantes secundarios de los nemátodos formadores de agallas [Fernández *et al.*, 1998]. Esto reafirma la necesidad de determinar el nivel de infestación de las casas antes de su establecimiento, como se encuentra indicado, y exigir el cumplimiento de las buenas prácticas correspondientes, que evitarían problemas de este tipo, cuya solución posterior implica un gasto económico a la unidad productora.

Tabla 4. Nivel de infestación por *Meloidogyne* en casas antes de establecer cultivos de la localidad del Wajay

Grado de infestación	Número de casas
0	8
1(ligero)	8
2(ligero)	0
3 (medio)	1
4(intenso)	0
5 (intenso)	0

*En base a escala de 0-5 grados modificada (García, 1979).

La biofumigación con restos de col mostró efectividades superiores al 70 %, a pesar de haber sido lugares con un elevado nivel de infestación inicial (Tabla 5). Esta herramienta de manejo ha sido destacada como una buena posibilidad de emplearse para la disminución de organismos nocivos en el suelo desde finales de los años noventa [Bello, 1998], dadas las propiedades de disminuir, además de nemátodos, a malezas, hongos e insectos que depositan pupas en el suelo; incluso es considerada como una alternativa viable para sustituir fumigantes y poder emplear varios tipos de materiales asequibles al agricultor, además de las plantas crucíferas, tales como estiércol vacuno y gallinaza. A esto se incluyen las propiedades de mejorar las características del suelo y nutrición de las plantas y una respuesta rápida, ya que la reducción de los organismos del suelo se produce en tiempos de hasta 10 días [Bello *et al.*, 2000; Viaene *et al.*, 2006].

Tabla 5. Resultados de los ensayos de biofumigación en seis casas de cultivo

Tratamiento	Infestación*		Efectividad técnica (%)
	Inicial	Final	
Incorporación de residuos de col (5 kg/m ²)	4,5-5,0	1,3-1,5	70-75
Control	4,5-5,0	4,3-5,0	—

* Escala de 0-5 grados.

Estos resultados con plantas crucíferas coinciden con lo obtenido por diferentes autores de Cuba y el extranjero; de esta forma, en Argentina Bongiorno *et al.* (2005) informaron excelentes resultados en la disminución de las infestaciones de *Meloidogyne* y *Nacobbus* en varias producciones de hortalizas en agricultura familiar, con el uso de varias plantas de la familia Brassicáceas, dadas sus propiedades de ser ricas en compuestos llamados precursores (glucosinolatos), que en contacto con enzimas como la mirosinasa, que se libera al cortar los tejidos de estas plantas, y ante la presencia de agua liberan isotiocianatos. Bajo la condiciones de Santiago de Cuba, Vuelta (2014) igualmente demostró que la aplicación de residuos de col permitía reducir los niveles de contaminación por nemátodos formadores de agallas a niveles muy bajos. Otros resultados en Cuba empleando materiales orgánicos diferentes han mostrado buenas efectividades; de esta forma, con estiércol vacuno se redujeron en más del 70 % los niveles de infestación por *Meloidogyne* [Gómez *et al.*, 2010], mientras que con el uso de

residuos orgánicos de nim (*Azadirachta indica* A. J.) procedentes del proceso industrial de obtención de plaguicidas naturales se obtuvieron disminuciones significativas de estos nemátodos [Rodríguez *et al.*, 2013].

La aplicación de los agentes de control biológico *T. viride* y *B. thuringiensis* (Tabla 6) mostró efectividades superiores al 50 % a pesar de que los niveles de

infestación iniciales estuvieron por encima de lo recomendado para productos biológicos que es grado 3; debe señalarse no obstante que en todos los casos se presentaron mayores cantidades de plantas con menos de este grado al final del ciclo del cultivo que en el control, lo que indica que esas plantas pudieron tener un mejor desarrollo.

Tabla 6. Uso de agentes de control biológico en cuatro casas de cultivo de la localidad de Wajay

Tratamiento	Infestación*		Efectividad técnica (%)	Observaciones
	Inicial	Final		
<i>Trichoderma viride</i> (TS 3) (20 L/ha)	4,0-5,0	1,8-2,3	50-55	Plantas con menos de grado 3 (75 %)
<i>Bacillus thuringiensis</i> (LBT-25) (30 L/ha)	4,0-5,0	1,7-2,1	55-58	Plantas con menos de grado 3 (70 %)
Control	4,0-5,0	4,8-5,0	—	Plantas con menos de grado 3 (28%)

* Escala de 0-5 grados.

Con relación a los agentes de control biológico y su efectividad contra *Meloidogyne* bajo estas condiciones, hay distintos criterios entre los productores, que muchas veces no consideran los requerimientos necesarios para su aplicación. En Cuba, desde los inicios de la pasada década varias cepas de *B. thuringiensis* y *Trichoderma* spp. han demostrado tener efectos nematocidas, principalmente contra los nemátodos formadores de agallas del género *Meloidogyne* y *Rotylenchulus reniformis* [Méndez y Polanco, 2000; Olivares y Devesa, 2000; Márquez, 2005]. Recientemente en Matanzas y Villa Clara, Rodríguez *et al.* (2015) y Pérez *et al.* (2015) han informado resultados favorables en el control de *Meloidogyne* con estas cepas de *T. harzianum* y *T. viride*, respectivamente.

La bacteria *B. thuringiensis* es esencialmente entomopatógena, con amplio espectro de acción dentro de las familias de insectos, pero se han detectado cepas con efecto acaricida y nematocida. Actúa principalmente por los cristales; sin embargo, en el caso de los nemátodos, estos no pueden ingerirlos, ya que su apertura bucal es muy estrecha; se ha observado que sus toxinas afectan la eclosión de los huevos y causan alteraciones morfológicas en *M. incognita* [Márquez, 2005].

Las especies de *Trichoderma* son por lo general antagonistas de otros hongos, pero se han encontrado especies y cepas con acción nematocida, principalmente frente a *Meloidogyne*. Aunque su acción principal es por parasitismo, son también productoras de toxinas como Trichodermin, Suzukalicina, Alameticina y Dermadina, entre otros; además, pueden vivir de forma saprofita, lo que es beneficioso para su utilización de forma preventiva en las fases de posturas, donde el sustrato debe estar libre de nemátodos y puede colonizarlo, llevándose entonces la postura al campo preinoculada con el agente biológico, y ahí enfrentar la posible infestación de los nemátodos presentes [Howell, 2003].

Frente a nemátodos de este género se informan reducciones en la formación de agallas, número de huevos y hembras en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) sembrado bajo condiciones protegidas en México [Candelero-De la Cruz *et al.*, 2015], y es conocido como una de los agentes de control biológico más recomendados actualmente en diversas estrategias de cultivos en numerosos países [Kariuki *et al.*, 2014].

Teniendo en cuenta estos resultados, se puede considerar el empleo de estos agentes de control biológico

como una herramienta adecuada, principalmente cuando se apliquen con niveles más bajos de infestación.

La efectividad del fumigante evaluado fue en algunos casos hasta del 100 % (Tabla 7), aunque no en todos los casos alcanzó los valores máximos debido a que

se detectaron problemas con el sellado de las mantas, que fueron eliminados en posteriores tratamientos.

Aún los resultados con menor índice indican valores elevados de efectividad técnica, que significan una disminución de la población inicial a la que se enfrentaran las nuevas plántulas al ser sembradas.

Tabla 7. Resultados de los ensayos de fumigación en diez casas de cultivo

Tratamiento	Infestación*		Efectividad técnica (%)
	Inicial	Final	
1,3 D + cloropirina (Agrocellone) (300 L/ha)	4,5-5,0	1,0-0,0	77-100
Control	4,0-5,0	4,0-5,0	–

*Escala de 0-5 grados.

Resulta imprescindible considerar que, a pesar de que los fumigantes químicos son altamente efectivos, requieren del respeto estricto de las medidas recomendadas para su aplicación, tanto para lograr la efectividad potencial como en la protección de los trabajadores vinculados. En el caso del 1,3 D + cloropirina se ha planteado su alta efectividad; de hecho se propuso como una de las alternativas a nivel mundial ante la eliminación del bromuro de metilo [MBTOC, 2011].

Ajwa *et al.* (2003) destacaron que, además de ser una sustancia nematicida, disminuye las poblaciones de varios insectos, malezas y hongos del suelo. Bajo las condiciones de cultivos protegidos de Cuba, Pérez *et al.* (2012) determinaron que su uso disminuía fuertemente las poblaciones de nemátodos y hongos del suelo,

incluso a niveles similares que el bromuro de metilo. Recientes trabajos han demostrado que si es aplicado correctamente, no debe pasar al agua subterránea, que es un temor de los productores y ambientalistas, lo que ocurre por su rápida degradación en el suelo, alta presión de vapor y los tipos de metabolitos producidos [Van Wesenback *et al.*, 2014].

Relacionado con las actividades de capacitación (Tabla 8), se puede destacar que el método participativo empleado brindó resultados positivos, ya que los temas abordados fueron ampliamente discutidos, con énfasis en los problemas locales y las posibilidades de solución, además de lograrse un fructífero y abierto intercambio entre los participantes (Fig. 3), independientemente de su nivel de escolaridad.

Tabla 8. Actividades de capacitación para elevar el conocimiento técnico de productores y decisores en las localidades de Atabey, Wajay y Las Guásimas

Actividad	Temática	Total de participantes
Talleres con agricultores y directivos (2)	Generalidades sobre los nemátodos parásitos de plantas, problemas, del suelo. Prácticas de manejo de nemátodos	82
Talleres con obreros de campo (3)	Prácticas de manejo de nemátodos, análisis y discusión de dificultades locales	75
Plegables (4)	Generalidades sobre nemátodos parásitos de plantas. Manejo de nemátodos en cultivos protegidos	157*

*Entregados a 157 personas.

Resultó significativo el hecho de la participación de decisores que les permitió valorar directamente los problemas planteados y los basamentos teóricos y prácticos de las medidas que se recomiendan para prevenir y manejar estos parásitos, donde no todo siempre se vincula a los productos químicos. Igualmente los plegables realizados y distribuidos constituyen un elemento importante de consulta, escritos en forma asequible para todos (Fig. 4).

De forma general puede considerarse que a pesar de la existencia de un documento metodológico vigente, que incluye algunas medidas generales de manejo de estos nemátodos, se requiere de su perfeccionamiento continuo a partir del conocimiento del espectro de especies de nemátodos presentes en las distintas regiones, los principales daños asociados, las características de los sistemas de cultivo y su influencia sobre los problemas nematológicos, la efectividad práctica de medidas de

manejo acorde con las condiciones locales y realizar actividades de capacitación participativa a todos los niveles del sistema, incluyendo los productores, técnicos y decisores, todo lo cual permitirá elevar la calidad del trabajo y los resultados productivos.



Fig. 3. Vistas de los talleres realizados.

En caso de usarse agua de cisternas que colectan agua de los techos y viajan hasta ellas, debe velarse porque no existan entradas de suelo al sistema de transmisión, ya que esto permite la distribución de los nemátodos y otros patógenos a las casas y se pierdan los efectos de las medidas de control efectuadas en las mismas.



Una vez concluida la cosecha, las raíces de las plantas deben ser extraídas de la casa en recipientes cerrados o bolsas, para ser destruidos fuera del área. No se deben poner al lado del surco ni en un rincón para ser sacados después, ya que los nemátodos pueden pasar al suelo. Debe destacarse, que aunque la parte foliar se corte, los parásitos pueden seguir reproduciéndose en las raíces mientras no se descompongan.

Las áreas a seleccionar para instalar casas de cultivos protegidos, deben ser muestreadas previamente para conocer su estado nematológico. Este muestreo debe mantenerse al final de cada cosecha y registrar los datos en el historial de campo, lo que permite analizar en tiempo la efectividad de las medidas aplicadas y tomar decisiones.

Cuando la instalación está lista para comenzar su siembra, deben implementarse Buenas Prácticas para el manejo de los problemas existentes, siendo en todos los casos necesario mantener un adecuado estado de las prácticas agrícolas como son la fertilización y riego requeridos, ya que el estrés hídrico o nutricional agrava los daños de los nemátodos.

Si se utilizan variedades categorizadas como resistentes a nemátodos formadores de agallas, debe conocerse su comportamiento ante las temperaturas elevadas típicas de las casas de cultivo en Cuba, ya que estas influyen en la expresión del gen de Resistencia MI.

Lo más aconsejable para el manejo en estos momentos es:

- Realizar una adecuada preparación de suelo, para evitar la compactación.
- Inclusión de cultivos trampas como la lechuga de trasplante, que debe levantarse antes de los 30 días con todo el sistema de raíces. Esta siembra puede repetirse o hacerse por franjas contaminadas.
- Uso de la biofumigación incorporando materiales orgánicos sin descomponer lo menos tres semanas antes de la plantación. Los más utilizados son: residuos de crucíferas (col principalmente), cachaca, estiércol, humus de lombrices, gallinasa.
- Emplear medios biológicos con niveles bajos de infestación como: Tricosav (Ts3 y A34) en el momento de la siembra y durante el cultivo. Thurisav (LBt3) durante el ciclo del cultivo. Hebemem antes y durante. Klamic antes y durante el cultivo.
- Realizar aplicaciones de 1,3 D más cloropicrina antes del cultivo, frente a altas infestaciones, que no han podido ser manejadas con las alternativas anteriores.
- Emplear en los casos posibles la técnica del injerto.



Nemátodos parásitos en Casa de Cultivo Protegido

Buenas Prácticas para su manejo

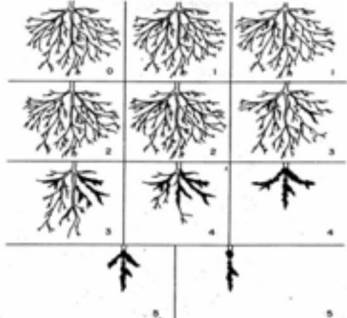


Proyecto: Perfeccionamiento del manejo de plagas en los cultivos de tomate, pepino, pimiento y melón en sistemas de cultivo protegido.


Ministerio de Agricultura

2014


¿Cómo detectarlos?
Dado su tamaño microscópico se requiere de análisis de laboratorio para su detección, aunque existen métodos prácticos como las plantas indicadoras que permiten hacerlo con un nivel aceptable de precisión, en algunos nemátodos como *Meloidogyne*. En todos los casos se debe realizar un muestreo de suelos, raíces, tubérculos y semillas, en dependencia del tipo de nematodo que se busca y que sea representativo de la situación. Para la detección de *Meloidogyne* en el suelo antes de sembrar se toman no menos de 25 puntos/ha, a profundidades mayores de 5 cm en forma de zigzag en el terreno, el suelo se deposita en bolsas y se le siembra planta indicadora de calabaza, que se levanta a los 30-35 días para evaluar sus raíces por la escala que se presenta. En el caso de cultivos establecidos se deben tomar muestras de las plantas afectadas (suelos y raíces funcionales no secas) y las aparentemente sanas. En todos los casos las muestras deben ser identificadas y conservadas, evitando la exposición al sol.



Grado	Descripción
0	Raíces sin nódulos
1	Desde pequeños nódulos difíciles de descubrir hasta pequeños nódulos en cantidades numerosos distribuidos por todas las raicillas
2	Desde gran número de pequeños nódulos, algunos de ellos ya pueden estar encadenados entre sí, hasta algunos nódulos grandes, pero la mayor parte de la raigambre continúa funcionando normalmente
3	Desde el 25 % de la raigambre altamente contaminada e incapacitada para funcionar hasta el 50 % de la raigambre incapaz de funcionar
4	Desde el 75 % de la raigambre incapaz de funcionar hasta la totalidad de la raigambre contaminada de nódulos, quedando interrumpida su alimentación. La planta aún conserva su aspecto verde
5	Desde la raigambre completamente contaminada con nódulos quedando podrida una parte de ella hasta que planta y raigambre han muerto



No. 1
MATERIAL DIDÁCTICO
PARA PRODUCTORES
PREGUNTAS Y RESPUESTAS
SOBRE LOS NEMATODOS PARÁSITOS
DE PLANTAS



Proyectos
Perfeccionamiento del manejo de plagas en los cultivos de tomate, pimiento, pepino y melón en sistemas de cultivo protegido.
Procesos de aprendizaje, diagnóstico e innovación participativos para favorecer las interacciones de la biodiversidad en finca en transición agroecológica hacia sistemas soberanos, sostenibles y resistentes.

Ministerio de la Agricultura
2014

INISAV
Calle 110 no. 514 e/5ª. B y 5ª. F
Miramar, Playa, La Habana, Cuba
Teléfono 202 2516 ext. 156
http: www.inisav.cu

Fig. 4. Algunos plegables editados para las actividades de capacitación.

CONCLUSIONES

- Se detectaron seis especies de nemátodos parásitos en los cultivos de tomate, pepino y pimiento que se desarrollan en las instalaciones de cultivos protegidos de tres localidades de la provincia de La Habana.
- Los nemátodos formadores de agallas, principalmente la especie *M. incognita*, tiene una amplia distribución, seguida de *M. arenaria*; otras como *X. basiri* constituyen un alerta por los daños que puede causar y confundirse con las anteriores.
- Se determinó que deben ser revisadas todas las partes que componen el sistema de cultivo, con vistas a prevenir la diseminación de los patógenos, velando por las buenas prácticas.
- Dentro de las prácticas de manejo factibles de emplear en las condiciones de estas localidades, se determinaron la biofumigación con residuos de col, los agentes de control biológico *Trichoderma viride* (cepa TS-3) y *Bacillus thuringiensis* (cepa LBT-25), y la aplicación del fumigante químico 1,3 D + clopropicrina ante situaciones específicas.
- El método de trabajo participativo es efectivo, bajo las condiciones de las instalaciones estudiadas, por

su aporte como novedad para determinar el efecto de los distintos componentes del sistema de cultivo sobre la manifestación de estos parásitos. Las actividades de capacitación con varios actores permitieron mejorar la calidad del trabajo fitosanitario y las decisiones a tomar, que puede ser modelo a generalizar hacia otras instalaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Ajwa, H. A.; S. Klose; S. D. Nelson; A. Minuto; M. L. Gullino; F. Lamberti; J. M. López Aranda: «Alternatives to methyl bromide in strawberry production in United States of America and the Mediterranean region. *Phytopathology Mediterranea*. 42: 220-244, 2003.
- Bello, A.: «Biofumigation and Integrated Pest Management. En: *Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries* (pp. 99-126) Phytoma. España. DGXI EU.CSIC.Valencia Spain, 1998.
- Bello, A.; J. A. López; R. Sanz; M. Escuer; J. Herrero: *Biofumigation and Organic Amendments. Regional Workshop on Methyl Bromide. Alternatives for North Africa and Southern European Countries*. United Nations Environment Programme (UNEP) Francia, 113-141, 2000.
- Bongiorno, M.; C. Larosa; A. Maidama; M. Arenas; Y. Cruz; R. López; L. Gianuzzi; G. Cap: «Biofumigación con recursos locales: el caso de la producción hortícola de los quinteros del Parque Pereyra Iraola, revista *LEISA* 20(4):20,2005.
- Candelerio, J.; J. Cristóbal; J. M. Tun; E. Sánchez; A. Reyes: «Inoculantes fúngicos con actividad antagonica de nemátodos en plantas

- de Chile habanero. Resúmenes 47 Reunión Anual de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos (ONTA). 18-22 mayo. Matanzas. Cuba. p. 113.2015.
- Casanova, A. S.; O. Gómez; F. R. Pupo; M. Hernández; M. Challioux; T. Depeste; J. C. Hernández; V. Morero; M. León; A. Igarza; C. Duarte; I. Jiménez; R. Santos; A. Navarro; A. Marrero; H. Cardoza; F. Piñeiro; N. Arozarena; L. Vilarino; M. I. Hernández; E. Martínez; M. Martínez; B. Muiño; B. Bernal; J. M. Salgado; H. Martínez; A. Socorro; F. Cañet; J. Fi; A. Rodríguez: *Manual para la producción protegida de hortalizas*. MINAG. Editorial LILIANA. Cuba, 211 pp., 2006
- Fernández, E.; M. Pérez; H. Gandarilla; R. Vázquez; M. Fernández; M. Paneque; O. Acosta; M. Basterrechea: «Guía para disminuir infestaciones de *Meloidogyne* spp. mediante el empleo de cultivos no susceptibles. Boletín Técnico (INISAV) La Habana. 4(3):1-18,1998.
- García, O.: «Métodos de extracción de nemátodos del suelo y tejido vegetal. *Información Técnica*, año II, No. 4 .INISAV, 1979.
- Gómez, L.: «Diagnóstico de nemátodos agalleros y prácticas agronómicas para el manejo de *Meloidogyne incognita* en la producción protegida de hortalizas, Tesis para optar por el Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. UNAH-CENSA, 2007.
- Gómez, L.; E. González; R. Enrique; M. A. Hernández y M. G. Rodríguez: «Uso de la biofumigación para el manejo de *Meloidogyne* spp. en la producción protegida de hortalizas. *Rev. Protección Vegetal* 25 (2):76-81, 2010.
- Greco, N.; D. Esmenjaud: «Management strategies for nematode control in Europe. En: R. Cook, R. and D.J.Hunt (Eds). *Nematology Monographs and Perspectives 2*. Proceedings of the Fourth International Congress on Nematology, 2002. Tenerife, Spain. Leiden. The Netherlands. Brill. pp: 33-43, 2004
- Howell, C. R.: «Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. *Plant Disease* 87(1):4-10, 2003.
- Hunt, D. J.; Z. A. Handoo: «Taxonomy, Identification and Principal Species. P:55-97. En: *Root-knot Nematodes*. R. Perry, M. Moens and J.L. Starr (Eds.) CAB International, London, UK. 488 pp.
- Kariuki, G. M.; L. Muriuki; A. K. Thuo; J. W. Kibunja; P. M. Kariuki; D. L. Coyne: «Safe and effective nematode and other pests management strategies to strengthen the tomato value chain in coastal Kenya. En: *Proceedings of Sixth International Congress of Nematology*. South Africa 4-9 may. 2014
- Krall, E.: Clave para la determinación de especies del género *Helicotylenchus* Steiner. *Paraziticheskie kornevie nematodi. Fam. Hoplolaimidae*. :238-242 Est.
- Loof, P. A.; A. M. Luc: «A revised polytomous key for the identification of species of the genus *Xiphinema* Coob, 1913 (Nematoda: Longidoridae) with the exclusion of the *X. americanum* group. *Systematic Parasitology* 16: 35-66. 1990.
- Márquez, M.: «Selección y evaluación tóxico-patogénica de cepas cubanas de *Bacillus thuringiensis* con efecto nematocida». Tesis en opción al Grado Científico de Doctora en Ciencias Agrícolas. Ciudad de La Habana 115 pp.2005.
- MBTOC: Assessment Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee. 2010. UNEP. Nairobi: 73-77, 2011.
- Melgarejo, P.; J. García; M. C. Jordá; M. M. López; M. F. Andrés; N. Durán: *Patógenos de las plantas descritos en España*. 2a. ed., Madrid. Spain. Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino. 854 pp., 2010.
- Méndez, M.; A. Polanco: «Efectividad de *Trichoderma harzianum* Cepa A-34 en el control de nemátodo *Rotylenchulus reniformis* en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*). Resúmenes MIP 2000, Forúm tecnológico sobre Manejo integrado de Plagas. INISAV, La Habana 27-28 de mayo, 2000.
- MINAG: *Programa de Defensa Fitosanitaria para casas de cultivo protegido. Tomate, pimiento, melón y pepino*. Centro Nacional de Sanidad Vegetal. Ministerio de Agricultura. Cuba. 52 pp. 2002.
- Olivares, N.; L. J. Devesa: «Control de *Meloidogyne incognita* con el hongo *Trichoderma* spp. cepa G-6. Resúmenes MIP 2000, Forúm tecnológico sobre Manejo integrado de Plagas. INISAV, La Habana 27-28 de mayo, 2000.
- Pérez, E.; B. L. Muiño; A. Fernández y L. Rojas: *Impacto de la eliminación total del bromuro de metilo en Cuba*. Editorial CIDISAV/INISAV. La Habana. Cuba. 112 pp., 2012
- Pérez, E.; E. Paredes; A. Fernández; M. González: Evaluación y uso de fumigantes de suelo como alternativas al bromuro de metilo en Cuba. P: 219-239. En: *Tecnologías en el proceso de eliminación total del bromuro de metilo en tratamientos al suelo en Cuba* E. Pérez (Editor). Editorial CIDISAV/INISAV. La Habana. Cuba. 246 pp., 2012.
- Pérez, J. M.; H. Gandarilla; E. Fernández; J. L. Rodríguez; R. Rodríguez; I. Martínez; C. M. Andreu; M. Méndez; A. Espino: Manejo agroecológico de nemátodos en la Agricultura Urbana. Resúmenes 47 Reunión Anual de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos (ONTA). 18-22 mayo. Matanzas. Cuba. 117-118, 2015.
- Rodríguez, M. G.; L. Hernández; D. Enrique; R. Miranda; I. Pino; O. Castro; I. Rosales; L. C. Díaz: Efecto de la biodesinfección con residuos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) sobre población de *Meloidogyne* spp. en suelo. *Revista Protección Vegetal* 27(3): 197-201, 2013.
- Rodríguez, M. G.; L. Gómez; D. Hernández; R. Enrique; B. Peteira; E. González; O. Pino; B. Martínez; I. Miranda: Perfeccionamiento del manejo de *Meloidogyne* spp en la producción protegida de hortalizas. Premio MINAG 2014. 70 pp., 2014.
- Rodríguez, R.; O. Mirabal; R. Liriano: Utilización de *Trichoderma* spp. para el manejo de *Meloidogyne* en tomate (*Solanum lycopersicum*) en la provincia de Matanzas, Cuba. Resúmenes 47 Reunión Anual de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos (ONTA). 18-22 mayo. Matanzas. Cuba. p. 59, 2015.
- Siddiqi, M. R.: *Tylenchida. Parasites of Plant and Insects*. 2nd Edition. CAB International. 833 pp. 2000.
- Talavera, M.; S. Verdejo; C. Ornat; J. Torres; M. D. Vela; F. J. Macías; L. Cortada; D. J. Arias; J. Valero; F. J. Sorribas: Crop rotations with *Mi* gene resistant and susceptible tomato cultivars for management for root-knot nematodes in plastic-houses. *Crop Protection* 28: 662-667, 2009.
- Viaene, N.; D. L. Coyne y B. R. Kerry: Biological and cultural management. En: R. N. Perry and M. Moens (Eds). *Plant Nematology*. CABI. UK. P 346-349, 2006.
- Van Wesenback, I.; S. Knowles; K. Racke: Environmental fate of 1,3 D dichloropropene and evaluation of ground water protection. 6th International Congress of Nematology. 4 -9 May. Cape Town. South Africa. 2014.
- Verdejo, S.: Principles for root-knot nematode management in protected cultivation. Resúmenes 47 Reunión Anual de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos (ONTA). 18-22 mayo. Matanzas. Cuba. p. 62. 2015.
- Vuelta, D. R.: La biofumigación y la solarización como alternativas al manejo de plagas en suelo. *Ciencia en su PC*. No. 1:15-26. Enero-marzo. 2014.