

Principales aportes al estudio de fitonematodos en Cuba realizados por Grupos del Ministerio de Educación Superior. II: manejo



<https://cu-id.com/2247/v39e21>

Main contributions to the study of phytonematodes in Cuba carried out by Groups of the Ministry of Higher Education. II: management

✉ Mayra G. Rodríguez Hernández^{1*}, ✉ Iván Castro Lizazo²

¹Grupo Plagas Agrícolas. Departamento de Sanidad Vegetal. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Apartado 10, San José de las Lajas. Mayabeque, Cuba.

²Facultad de Agronomía y Cátedra UNESCO de Agroecología. Universidad Agraria de La Habana. Mayabeque, Cuba.

RESUMEN: Este artículo tuvo como objetivo resumir los aportes de investigadores y profesores del Ministerio de Educación Superior (MES), desde los años 60 del siglo XX a la actualidad, para el desarrollo de la Nematología Agrícola en Cuba, en los aspectos relacionados con el manejo de los fitonematodos. El estudio de tácticas de manejo estuvo centrado en *Meloidogyne* spp., y en la producción protegida de hortalizas, con estudios que abarcaron 10 de las 14 provincias de país, y el 67,6 % de las investigaciones se realizaron entre 2010 y 2019. Las tácticas más estudiadas fueron el uso de agentes de control biológicos solos o combinados con prácticas culturales, la biodesinfección, rotaciones e injerto herbáceo. Otros cultivos que recibieron atención fueron café (*Coffea* spp.), cítricos (*Citrus* spp.) y tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). Se hace un homenaje a investigadores cubanos y extranjeros que contribuyeron a la formación de recursos humanos cubanos. Se resume el estado de las investigaciones y se esbozaron los retos para la Nematología Agrícola en Cuba.

Palabras clave: *Coffea* spp., hortalizas, *Meloidogyne*, nematodos parásitos de plantas, *Phaseolus*, Solanaceae.

ABSTRACT: The aim of this paper was to summarize the contribution to the Cuban Agricultural Nematology in management of plant parasitic nematodes by researchers and professors from the Ministry of Higher Education (MES) from the 60s of the 20th century to today. The studies on management tactics were focused on *Meloidogyne* spp. and vegetables produced under protected cultivation. They were carried out in 10 of the 14 Cuban provinces and 67.6% of them from 2010 to 2019. The most studied tactics referred to the use of biological control agents, alone or in combinations with cultural practices, biodisinfection, crop rotation, and herbaceous grafting. Other crops that received attention were coffee (*Coffea* spp.), citrus (*Citrus* spp.), and tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). A tribute is paid to the foreign and Cuban researchers who contributed to capacity building for Cuban personnel. The status of research was summarized, and the main challenges for Agricultural Nematology in Cuba were outlined.

Key words: *Coffea* spp., vegetables, *Meloidogyne*, root knot nematodes, *Phaseolus*, Solanaceae.

INTRODUCCIÓN

Los nematodos parásitos de plantas (NPP) o fitonematodos representan plagas importantes de diversos cultivos en Cuba, como hortalizas, tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), café (*Coffea arabica* L.) y otros (1). El estudio de estos organismos comenzó, en la década de los años 50 del siglo pasado, en instituciones del actual Ministerio de Agricultura (MINAG), como el Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT); sin embargo, diversos aportes realizaron investigadores y profesores del Ministerio de Educación Superior (MES) en Cuba, en aspectos relacionados con el diagnóstico y la caracterización de poblaciones, así como en estudios de la relación NPP-hospedantes en importantes especies cultivadas, desde los años 60 y 70 (2).

Fernández (3) indicó que, a nivel de país, los años 80s imprimieron un aumento en la calidad y cantidad de las investigaciones en Nematología, época en que se diseñaron los primeros programas de Manejo Integrado de Nematodos (MIN) en tabaco, papa (*Solanum tuberosum* L.), guayaba (*Psidium guajava* L.) y hortalizas, que tuvieron validaciones a nivel de campo, aunque no se produjeron generalizaciones en grandes extensiones, debido a que se trataba de nuevos enfoques, incluso dentro de los sistemas agrícolas y de protección, donde el género más estudiado fue *Meloidogyne*.

Aunque resultaron escasas las investigaciones relativas a los daños que provocaron los NPP en los cultivos en Cuba, los estudios desarrollados en condiciones semi-controladas y campo en cultivares de tubérculos, hortalizas y leguminosas indicaron que

*Correspondencia a: Mayra G. Rodríguez Hernández. E-mail: mayrag2531961@gmail.com

Recibido: 27/10/2020

Aceptado: 03/12/2020

especies como *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, la más distribuida en Cuba (4, 5), produjo pérdidas en los rendimientos de papa (*S. tuberosum*) cercanos al 40 % (6), hasta 78 % en pepino (5) y afectaciones en el desarrollo de las plantas entre 60 y 94 % en tomate (7); disminuyendo la masa fresca en cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) hasta un 10 % (8), lo que tendría impacto en los rendimientos. Estos hallazgos y la experiencia de agricultores y técnicos en todo el país, ratificó la necesidad de estudiar alternativas para el manejo de NPP, las que se estudiaron y aplicaron por más de dos décadas (1). Investigadores y profesores del MES trabajaron, unas veces como colectivos del ministerio y en otras, formando parte de equipos con especialistas del MINAG y el Centro de Ingeniería y Biotecnología (CIGB), en el desarrollo de alternativas para el MIN.

Este trabajo tiene como objetivo resumir los aportes que investigadores y profesores del MES hicieron, desde los años 60 a la actualidad, para el desarrollo de la Nematología Agrícola en el país, en aspectos del manejo de NPP, la preparación de recursos humanos y las colaboraciones internacionales; llamando la atención de los vacíos de conocimiento que quedan aún y de los retos hacia futuro.

PARTE ESPECIAL

El control de plagas (protección de plantas) para los NPP se basó, entre los años 50 y 60, en el uso de productos químicos, lo que ocasionó problemas de salud a humanos y el ambiente, incluyendo la presencia de residuos en alimentos, suelos y aguas.

En la actualidad, la seguridad alimentaria y nutricional son aspectos con connotaciones políticas a escala mundial, con mayor énfasis en los países en desarrollo; la producción de alimentos y la seguridad alimentaria resultante, están sujetas a numerosas limitaciones como las provocadas por el cambio climático y las plagas, entre otros. Es en este contexto, que la función del Manejo Integrado de Plagas (MIP) debe ser entendida, pues en la agricultura sostenible, posee una función clave en la reducción de las pérdidas por plagas y el incremento de la productividad (9). Señaló Gallo (10) que las medidas que se adopten para proteger las plantas de los organismos dañinos (patógenos, animales y malezas) pueden influir, significativamente, en otros componentes vivos del ambiente; por tanto, es importante elaborar y emplear un sistema que no solo proteja a las plantas efectivamente, sino que tenga en consideración los factores ecológicos y económicos. La labor para desarrollar tal sistema tuvo como resultado el concepto de MIP.

La FAO señaló como definición que el “Control Integrado” representa un sistema de regulación de plagas, que tiene en consideración la dinámica

poblacional de organismos dañinos en su ambiente y utiliza todas las técnicas y métodos idóneos, en la combinación más efectiva, para mantener las poblaciones de plagas bajo los umbrales de daño. En el caso del manejo de NPP, Brown y Kerry (11) ofrecieron los principios y prácticas para su control en los cultivos, texto clásico que debe ser consultado por las nuevas generaciones de nematólogos del país.

Según Thomason y Caswell (12), en agricultura, los términos control de plagas y manejo de plagas se utilizan, a menudo, como sinónimos; sin embargo, estos autores, apoyados en definiciones de diccionario, indicaron que **control** es el esfuerzo por eliminar (animales) no deseados en un tiempo y lugar particular y que, por otro lado, **manejo** es el acto o arte de manejarlos, incluyendo un sistema completo de cuidados y tratamientos de plagas. Esto significa que control “es el acto de eliminar” y manejo es el “arte de convivir” (a niveles razonables) con las plagas

El manejo de nematodos, con enfoque de sistema, incluye la identificación de la plaga clave o factor limitante, los estudios ecológicos y tener en consideración los aspectos económicos y ambientales, entre otros elementos (12).

Los conocimientos concernientes a las plagas de nematodos más importantes, elementos de su biología, relaciones hospedantes-nematodos, entre otros, en un territorio o sistemas productivos, son cruciales antes de considerar el MIN. Numerosos aportes al conocimiento en estos aspectos, realizados por personal del MES, actuando en equipos de trabajo de ese ministerio o en colaboración con otros actores sociales del sistema de ciencia en Cuba, se informaron antes (2).

Los principales componentes del MIN estudiados e implementados en Cuba fueron informados por Rodríguez *et al.* (1) y abarcaron medidas legales, tratamiento de los suelos y materiales de propagación, uso de prácticas culturales, evaluación de resistencia genética e injerto herbáceo, control biológico y control químico. Al respecto, señalaron Sikora y Roberts (13) que el manejo de nematodo en la agricultura comercial moderna es holístico, combina tecnologías tradicionales y modernas, para reducir o prevenir las infestaciones y las pérdidas en los cultivos.

En este artículo se resumen los aportes de investigadores y profesores del MES en aspectos relacionados con el manejo, exceptuando los estudios para el desarrollo de agentes de control biológico y su uso como alternativa singular, señalando solo algunos ejemplares.

Las medidas legales representan la primera línea de defensa, pues la planeación e implementación de las actividades relacionadas con la cuarentena externa e interna, evitan o limitan la entrada y diseminación de una especie de nematodo plaga y pasan por la elaboración de la lista de organismos cuarentenarios del país, la inspección y normativas del movimiento

de material vegetal, encuestas de suelo y material de propagación hasta el tratamiento de las mercancías y cargas que arriban desde el exterior. Al respecto, señalaron Fourie y De Waele (14) que el manejo de las densidades poblacionales de nematodos, hasta llevarlas a niveles por debajo del umbral económico, depende del uso proactivo de medidas para *prevenir* el daño (pérdidas en los rendimientos o calidad) en lugar de los *tratamientos curativos* que se usan luego que los cultivos están infestados. Las tácticas relacionadas con la cuarentena interna y externa, están encaminadas a la prevención de las afectaciones de plagas como los NNP.

Especialistas del MES participan, junto a los expertos del MINAG, en la elaboración/revisión/actualización de los análisis de riegos de nematodos y elementos de algunos estudios desarrollados en instituciones de Educación Superior, contribuyeron a fortalecer los criterios de inclusión en los grupos A1 o A2 de algunos nematodos como, por ejemplo, el caso de la plaga emergente *Meloidogyne enterolobii* (Yang y Eisenback) (syn. junior *Meloidogyne mayaguensis*) (15, 16, 17).

Los tratamientos al suelo, con el uso de enmiendas orgánicas y los estudios de biofumigación / biodesinfección se abordaron por especialistas del MES y, una parte de esas investigaciones se desarrollaron en España, con la colaboración de los doctores Antonio Bello† y Rodrigo Rodríguez-Kabana. (Fig. 1 y 2)

Los estudios de biofumigación de Díaz-Viruliche† (18) tuvieron como objetivo general, encontrar alternativas al bromuro de metilo y a otros plaguicidas aplicados al suelo como fumigantes, a través del uso de materiales que fueran ambiental, económica

y socialmente aceptados. Se demostró que la biofumigación tenía interés fitotécnico pues, además de su acción como fumigante del suelo (sobre nematodos, patógenos y malezas), al utilizar la acción biocida de los gases resultantes de la biodegradación de materiales orgánicos, ofrecía posibilidades como biomejoradora de las características del suelo. En ese estudio, se hicieron ensayos con biofumigantes de origen animal, abonos verdes y sus combinaciones, restos de cosecha y residuos agroindustriales, el estudio de la incidencia de los biominales de las plantas que se incorporan y el efecto de los biofumigantes sobre la compactación de suelos.

La biofumigación, no solo redujo las poblaciones de *M. incognita* en más de 90 % e incrementó la presencia de nematodos de otros grupos tróficos, también tuvo una función importante en la descomposición de materiales orgánicos y mejora de las propiedades químicas y físicas del suelo, todo lo cual trajo aparejado un aumento de los rendimientos (18).

Un estudio de tres años, evidenció la factibilidad de ejecutar el manejo de *Meloidogyne* spp. con biofumigación y materiales orgánicos, en este caso en vid (*Vitis vinifera* L.). Se establecieron tratamientos en los cuales se alternó biofumigación con mezcla de follaje fresco de *Cannavalia ensiformis* L. + *Azadirachta indica* (A. Juss.) + estiércol de cerdo y materiales orgánicos como cachaza curada y estiércol de gallina. En las parcelas donde se utilizó la biofumigación y materiales orgánicos, tanto el índice de agallamiento (IA), como el número de juveniles de segundo estadio (J_2) disminuyeron y los rendimientos aumentaron, por lo que estas tácticas fueron adoptadas por el agricultor (19).



A

B

C

Figura 1. A y B) Visitas a experiencias en el uso de la biodesinfección con plantas y restos de la cosecha de tomate en Almería de los Doctores R. Rodríguez-Kabana, Iván Castro Lizazo y Luisa Díaz Viruliche† y C) del uso de agentes de control biológico en invernaderos de Murcia de los Doctores Mayra G. Rodríguez, Emilio Fernández (MINAG), Alfredo Lacasa Plasencia y Luisa Díaz Viruliche†, como ejemplo de colaboración de actores sociales vinculados a la Nematología Agrícola en Cuba y especialistas extranjeros / Visits to trials as examples of collaboration between stakeholders of Agricultural Nematology in Cuba and foreign specialists: A and B) Dr. Rodrigo Rodríguez-Kabana, Dr. Iván Castro Lizazo, and Dr. Luisa Díaz Viruliche† in an experimental area in Almería where biodesinfection with tomato plants and tomato crop debris was used and C) Dr. Mayra G. Rodríguez, Dr. Emilio Fernández (MINAG), Dr. Alfredo Lacasa Plasencia, and Dr. Luisa Díaz Viruliche† in a greenhouse in Murcia where biological control was used.

Por su parte, Castro-Lizazo (20) y el equipo del Dr. Bello† realizaron estudios en Cuba y España (Islas Canarias); en los desarrollados en nuestro país, se utilizó estiércol vacuno y vinaza de caña de azúcar (2,5 y 5 L.m⁻²) en cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum* L. cv Mara') y pimiento (*Capsicum annuum* L. cv 'California Wonder') en una finca en el occidente del país y se comprobó que el IA causado por *M. incognita*, disminuyó de grado 4 a 1, con mejores resultados cuando se utilizó la dosis de 2,5 L.m⁻², además se produjo un incremento de rabdítidos y enquitreidos, los que aceleran el proceso de descomposición de los materiales orgánicos.

Otros especialistas del MES incursionaron en los estudios de biofumigación / biodesinfección en hortalizas (Tabla 1), siempre con resultados favorables en cuanto a la disminución de poblaciones de nematodos. Aun cuando la táctica fue sugerida para el manejo de nematodos agalleros en la producción protegida de hortalizas (21) y como buena práctica agrícola, teniendo en consideración su eficacia para disminuir plagas y mejorar los suelos, no se generalizó en el país, pudiendo abordarse en el futuro estudios con el uso de materiales locales y sus valoraciones técnico-económicas, en el marco de las relaciones universidades - empresas agropecuarias y como investigaciones aplicadas de estudiantes y profesores.

Prácticas culturales como la rotación de cultivos, uso de enmiendas orgánicas, de plantas trampa, coberturas, y otras se evaluaron por parte de personal del MES y numerosos aportes, para el fortalecimiento del MIN en diversos cultivos hortícolas, emanaron de investigaciones en condiciones de laboratorio, semi-controladas y campo. (Tabla 1)

Se recogen en la Tabla 1 algunos detalles de las investigaciones donde se emplearon tácticas de manejo que incluyeron los componentes: genético, cultural, algunas de ellas combinadas con agentes biológicos y que pudieran ser de interés de grupos de investigación y extensionistas del país, para ejecutar en los territorios investigaciones en condiciones de campo evaluando y/o implementando tácticas para el manejo de *Meloidogyne* spp.

Del total de artículos relacionados con la evaluación de tácticas de manejo (Tabla 1), el 8,82 % se desarrollaron hacia finales de los años 90, el 23,54 % entre 2000 y 2009 y el 67,64 % a partir del 2010 y hasta 2019, lo que sugiere un incremento en el interés por la especialidad en los últimos años vinculados, generalmente, a los estudios para el manejo de nematodos en la producción protegida de hortalizas, teniendo como cultivo clave, en la mayor parte de los estudios, al tomate. Los estudios abarcaron experimentos de laboratorio, en condiciones semi-controladas y de campo en 10 de las 14 provincias del país y diversos tipos de suelo; siendo Mayabeque, Pinar del Río y Granma donde se desarrollaron el mayor número de investigaciones.

Teniendo en consideración que el MIN debe estructurarse y aplicarse de manera contextualizada, resulta necesario continuar los estudios relativos a la eficacia de diferentes tácticas en condiciones de producción, en especial en cultivos poco estudiados como pimiento (*Capsicum annuum* L.), chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) y otros.

Las rotaciones deben apoyarse en los conocimientos generados por los estudios de evaluación de genotipos, numerosas investigaciones de ese tipo se abordaron por especialistas del MES (2), y la aplicación más reciente, fue en la Tecnología de Injerto Herbáceo (58), demostrándose que no se debe utilizar, consecutivamente, un cultivar resistente en un mismo suelo sin el auxilio de otras tácticas, pues la resistencia puede ser quebrantada (59), o podrían seleccionarse poblaciones virulentas (13).

En frutales como guayaba (*Psidium guajava* L.), un equipo de investigación evaluó alternativas de manejo para *Meloidogyne* spp. en el cultivar 'N6' reproducido por esqueje en la Universidad de Pinar del Río (60); utilizando aplicaciones de *Trichoderma* sp. y tabaquina, por separado y en combinación y determinando el efecto de estas sobre el desarrollo de las plantas y la disminución de las poblaciones de *Meloidogyne* sp. Los mejores resultados se obtuvieron con el biopreparado de *Trichoderma* sp. (1,4 x 10⁸ UFC.ml⁻¹), aplicado después de la plantación del esqueje (dosis de 30 ml.bolsa⁻¹ de solución conidial, obtenida a partir de la dilución de 20 g.L⁻¹) que garantizó la reducción significativa del número de agallas.g raíz⁻¹ y el incremento en la masa fresca total de las posturas. Este resultado sugiere la necesidad de evaluar diversas especies/cepas de *Trichoderma* disponibles en el país, para su incorporación a los sustratos de los viveros, garantizando así el traslado a campo de las plantas ya colonizadas por agentes de control biológico.

Desde 2018, en plátano y banano (*Musa* spp.), se estudiaron los NPP asociados a la colección nacional de estas especies en el Instituto Nacional de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT) y zonas productoras de banana/plátano en Mayabeque. En estas locaciones se estudia, desde esa fecha a la actualidad, el uso de alternativas no químicas para el manejo de NPP, como parte proyecto "**Microbial Uptakes for Sustainable management of major banana pests and diseases**" (MUSA) que pretende fortalecer el manejo sostenible de nematodos con enfoque integrado, combinando agentes de control biológico endófitos y la resistencia/tolerancia de las plantas. Al proyecto MUSA, se incorporaron dos entidades del MINAG, el INIVIT y la Biofábrica Mayabeque, como un ejemplo de integración interdisciplinario y multinstitucional, donde se encuentran en formación varios jóvenes del CENSA, INIVIT y la Universidad de Granma.

Tabla 1. Resumen de investigaciones realizadas, por investigadores y profesores del Ministerio de Educación Superior de Cuba, evaluando tácticas para el manejo de *Meloidogyne* spp., en hortalizas cultivadas en diversos tipos de suelo y condiciones ambientales / A summary of the research carried out by researchers and professors from the Ministry of Higher Education of Cuba to evaluate the management tactics for *Meloidogyne* spp. in vegetable cultivation in several soils and environmental conditions.

| Especie / cultivar | año | Condiciones / Lugar / tipo de suelo | Tácticas y/o agente de control biológico evaluados | Resultados sobre parámetros de desarrollo / producción de las plantas y/o el agallamiento de raíces / poblaciones en suelo | Ref. |
|--|------|--|--|---|------|
| Pimiento (varios cultivares) | 1988 | Campo. Granma. Suelos del tipo aluvial pardo y vertisuelo | Barbecho durante cinco meses + preparación profunda del suelo entre julio y septiembre. Combinación de inter-cosechas de pimiento - maní (<i>Arachis hypogaea</i> L.) y pimiento - maíz (<i>Zea mays</i> L.) | Disminución de densidades poblacionales en los suelos | 22 |
| Pimiento cv. 'Verano-1' | 1998 | Semi-controladas. Granma. Suelo pardo con diferenciación de carbonatos | Aplicaciones de <i>Azotobacter chroococcum</i> , <i>Paecilomyces lilacinus</i> (Thom) Samson (actual <i>Purpureocillium lilacinum</i> (Thom) Luangsa-ard, et al.) y hongos micorrizicos arbusculares (<i>Glomus</i> spp.) en el momento del trasplante | Se produjeron incrementos significativos en la altura de las plantas, longitud de la raíz y biomasa seca total. Las mayores disminuciones en el IA se produjeron en los tratamientos con <i>Glomus manihots</i> (sola) y su combinación con <i>P. lilacinus</i> y <i>A. chroococcum</i> | 23 |
| Tomate cv. 'ISCA-10' | 1999 | Semi-controladas. Granma. Suelo pardo con carbonato | Biopreparados de <i>Trichoderma harzianum</i> Rifai y <i>P. lilacinus</i> , solos y mezclados con materia orgánica | Incremento de parámetros de desarrollo de las plantas y disminución del IA en raíces | 24 |
| Tomate cv. 'ISCA 10' | 2000 | Campo. Granma. Suelo pardo con carbonato | Aplicación de <i>P. lilacinus</i> y <i>T. harzianum</i> (5×10^9 esporas.ml ⁻¹ y dosis de 200 y 40 gramos.m ² ⁻¹ , respectivamente), siete días antes de la siembra | <i>T. harzianum</i> produjo incrementos significativos en indicadores de crecimiento. Ambos organismos redujeron el IA | 25 |
| Varias hortalizas | 2005 | Casa de cultivo. Mayabeque. Suelo ferrasol Eutricoco | Esquema de rotación de cultivos donde el cultivo principal fue el tomate. Los cultivos empleados: acelga (<i>Beta vulgaris</i> var <i>cicla</i> L.) - lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) (como planta trampa) - col de repollo (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> L.) y tomate. | Las poblaciones de <i>Meloidogyne</i> spp. se redujeron de 20 - 30 J ₂ .cm ³ ⁻¹ de suelo a 2 - 3 J ₂ .cm ³ ⁻¹ | 26 |
| Tomate cv. 'HA 30-19' | 2007 | Casa de cultivo. Santiago de Cuba | Incorporación al suelo de productos cubanos preparados con semillas (CubaNim) (50 y 100 g.m ² ⁻¹) y hojas (FoliarNim) (100 y 150 g.m ² ⁻¹) de nim (<i>A. indica</i>) | IA en suelo antes de los tratamientos: 5. Disminuciones del IA en tomate a grado 3, cuando se aplicó CubaNim (ambas dosis) y a grado 4, con el producto FoliarNim (ambas dosis) | 27 |
| Tomate cv. 'Vyta' | 2008 | Semi-controladas. Mayabeque | Se emplearon dos formas de inoculación del EcomiC®: peletización de la semilla e incorporación al sustrato de semillero (1,5 g del producto. alveolo de bandeja multicelda ⁻¹). Las macetas fueron inoculadas con 1,5 huevos-J ₂ . g suelo ⁻¹ | La aplicación de EcomiC® en la rizosfera favoreció el desarrollo de la raíz y menor número de agallas (aunque no de forma marcada), la colonización micorrízica favoreció el desarrollo de las raíces | 28 |
| Tomate cv. 'Eliana' (portador de gen <i>Mi</i>) | 2009 | Micro-parcelas. Mayabeque. Sustrato conformado por suelo Ferralítico Rojo lixiviado (Nitisol Rodico Eutrico) y cachaza (3:1 v/v) | Evaluación del uso combinado de <i>Pochonia chlamydosporia</i> var. <i>catenulata</i> Zare y Gams cepa IMI SD 187, micorrizas (<i>Glomus mosseae</i>) y la resistencia genética en el hospedante | La colonización de masas de huevos de <i>M. incognita</i> por <i>P. chlamydosporia</i> fue de 70 % cuando este hongo actuaba sólo y su actividad disminuyó a 60 % en el tratamiento donde se combinó con <i>G. mosseae</i> , y la actividad parasítica sobre huevos del nematodo disminuyó de un 30 % a 25 % en el tratamiento donde se aplicó <i>P. chlamydosporia</i> + <i>G. mosseae</i> . El número de huevos.ootecas ⁻¹ , fue menor en los tratamientos donde <i>P.</i> | 29 |

| Especie / cultivar | año | Condiciones / Lugar / tipo de suelo | Tácticas y/o agente de control biológico evaluados | Resultados sobre parámetros de desarrollo / producción de las plantas y/o el agallamiento de raíces / poblaciones en suelo | Ref. |
|--------------------------------|------|---|---|---|--------|
| Tratamiento de suelo | 2009 | Casa de cultivo. Mayabeque | Se evaluó la efectividad de la lechuga (cv. 'Black Seeded Simpson') como planta trampa de <i>Meloidogyne</i> spp., trasplantada a densidad de 49 plántulas . m ²⁻¹ y se extrajeron a los 25 - 27 días | <i>chlamydosporia</i> actuó sólo. El IA disminuyó y los rendimientos aumentaron en las plantas tratadas con micorrizas y el hongo nematófago Se redujo el IA de las plantas de tomate en 1,5 grados | 30 |
| Varias hortalizas | 2009 | Organopónico. Pinar del Río | Incorporación de <i>Azolla</i> sp. (2 kg.m ²), como abono verde en los canteros | Redujeron, sustancialmente, las infestaciones por <i>Meloidogyne</i> sp. en cultivos de tomate, pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.), remolacha (<i>Beta vulgaris</i> L.), zanahoria (<i>Daucus carota</i> L.) y lechuga, entre otros. | 31 |
| Pepino | 2009 | Organopónico. Cienfuegos | Para el manejo de <i>M. incognita</i> se evaluaron cuatro tratamientos: <i>Trichoderma viride</i> Pers cepa C-66, <i>Bacillus thuringiensis</i> cepa LBT-3, desechos de col de repollo fragmentados (400 g.m ²⁻¹) e inversión del sustrato | Se produjo control del nematodo superior al 88 % en los tratamientos con <i>T. viride</i> y <i>B. thuringiensis</i> ; al 40 % en el tratamiento con desechos de col y al 28 % cuando se hizo inversión del sustrato | 32 |
| Tratamiento de suelo | 2010 | Casas de cultivo. Pinar del Río. Suelo ferralítico amarillento lixiviado típico cuarcítico | Aplicación de melaza de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.), <i>T. viride</i> (Cepa C-66) y mezcla de gallinaza + aserrín en diferentes combinaciones | Las poblaciones más bajas de <i>Meloidogyne</i> spp. se obtuvieron a los 45 días, en el tratamiento con <i>T. viride</i> (Cepa C-66) (dosis de 9 kg.ha ⁻¹) | 33 |
| Tomate cv. 'M2' | 2010 | Campo. Suelo del Agrupamiento Poco Evolucionado, específicamente un Arenosol Típico Cuarácítico | Gallinaza (2,4 kg.ha ⁻¹); melaza (10 L.ha ⁻¹); <i>T. viride</i> (cepa C66) y <i>T. harzianum</i> (cepa A34) (9 kg.ha ⁻¹) | Las cepas de <i>Trichoderma</i> redujeron significativamente el IA de <i>Meloidogyne</i> spp. Los tratamientos con <i>Trichoderma</i> spp., melaza y gallinaza estimularon el desarrollo del cultivo con incrementos significativos en los rendimientos con relación al testigo | 34 |
| Tomate 'HA-3019' | 2010 | Casa de cultivo. La Habana. Suelo Ferralítico Rojo | Biofumigación del suelo con estiércol vacuno (10 kg.m ² de suelo ⁻¹) antes del establecimiento de los cultivos. | Disminuyó el IA de 4,8 a 1,8 grados. Los rendimientos alcanzados superaron en 50 % del obtenido en cosechas anteriores | 35 |
| Hortalizas (tomate y pimiento) | 2010 | Laboratorio y Campo. España e Islas Canarias | La biodesinfección se hizo con vinazas de caña de azúcar y excretas líquidas | Se redujo, significativamente, la población de <i>Meloidogyne</i> spp. en suelo en un 98,9 %, con efecto positivo sobre la fauna de suelo e incremento en los valores de desarrollo de las plantas y la fertilidad del suelo | 20, 36 |
| Tomate cv 'Marmande' | 2011 | Laboratorio. España | Se usaron residuos como: cascarilla de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.), paja de caña y pulpa de café (<i>Coffea</i> spp.) (solo) y en combinación con vinaza de remolacha (<i>Beta vulgaris</i> var. <i>altissima</i> Doll.), tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i> L.) y gallinaza | Reducción significativa del IA en todos los tratamientos en comparación con el testigo. Se produjeron mejoras de la fertilidad del suelo con los tratamientos | 37, 38 |
| Tomate | 2011 | Organopónico. Cienfuegos | Evaluaron <i>T. viride</i> (cepa C-66) a 20 g.m ⁻² , <i>B. thuringiensis</i> (cepa LBT-3) a 20 g.m ⁻² ; desechos de col fragmentada a 400 g.m ⁻² e inversión del sustrato (tres veces en 10 días) | Se logró el manejo de <i>Meloidogyne</i> spp. con las tácticas evaluadas, respecto al testigo. La aplicación de <i>B. thuringiensis</i> tuvo una efectividad técnica de 96,67 % y <i>T. viride</i> de 88,33 % | 39 |

| Especie / cultivar | año | Condiciones / Lugar / tipo de suelo | Tácticas y/o agente de control biológico evaluados | Resultados sobre parámetros de desarrollo / producción de las plantas y/o el agallamiento de raíces / poblaciones en suelo | Ref. |
|--|------|--|---|---|------|
| Tomate cv. 'HA 3105' | 2011 | Casa de cultivo. Suelo loam arenoso fino aluvial diferenciado | HeberNem® solo y HeberNem® + <i>Trichoderma</i> | HeberNem® redujo el IA de 5 a 2. Se produjo aumento significativo del rendimiento | 40 |
| Tomate cv. 'Campbell 28' | 2012 | Semi-controladas. Maya-beque. Suelo ferralítico rojo + abono orgánico de origen animal (1:1) sin esterilizar | Uso de co-producto de neem (<i>A. indica</i>): desecho del neem en tres dosis: 138,47 g. maceta ⁻¹ ; 60,28 g. maceta ⁻¹ y 40,19 g. maceta ⁻¹ (equivalente a aplicar 4, 3 y 2 kg . m ² -1, respectivamente) | El menor IA se obtuvo cuando se aplicó la mayor dosis del coproducto. | 41 |
| Tomate cv. 'Vyta' | 2012 | Zeopónico. Matanzas. Suelo ferralítico rojo y materia orgánica | Se evaluó la efectividad de las cepas A - 53 y A - 34 de <i>T. harzianum</i> y la cepa TS - 3 de <i>T. viride</i> (10 kg . ha ⁻¹) para disminuir la población de <i>M. incognita</i> | Las tres cepas, a las dosis de 30 kg.ha ⁻¹ y A - 53 a 20 kg.ha ⁻¹ , redujeron el IA. Se incrementaron el número de racimos por planta y el rendimiento | 42 |
| Lechuga var 'BSS' y tomate 'Campbell-28' | 2012 | Semi-controladas. Maya-beque. Suelo Ferasol Eutrítico, no estéril | Se usó co-producto del proceso productivo de CIKRON-H (<i>Rhizophora mangle</i> L.), incorporado al suelo (3 kg.m ² de suelo ⁻¹), inoculado con 5 J ₂ -huevos. g ⁻¹ de <i>M. incognita</i> . Lechuga trasplantada siete días después de la biodesinfección y al finalizar el ciclo se trasplantó tomate | La biodesinfección de suelo con co-producto de CIKRON-H, a la dosis utilizada, no afectó el crecimiento de los cultivos; se corroboró su efecto supresor sobre <i>M. incognita</i> y estimulador de las poblaciones de nematodos no parásitos de plantas | 43 |
| Tomate | 2013 | Casa de cultivo. Camagüey | Se evaluaron las dosis de HeberNem®: 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 16 L.ha ⁻¹ en tres aplicaciones | Con las dosis de 8, 12 y 16 L.ha ⁻¹ se lograron los mejores resultados en el manejo del <i>M. incognita</i> . Se observó una tendencia a la disminución de la gradología de infestación del nematodo con el aumento de la dosis | 44 |
| Tomate cv. 'Vyta' | 2013 | Semi-controladas. Granma | Se determinó el efecto de las micorrizas arbusculares y <i>Meloidogyne</i> spp. (dos densidades poblacionales), sobre el tomate. Los tratamientos consistieron en aplicaciones simples y combinadas de un concentrado de cepas nativas y no nativas de micorrizas (<i>Glomus mosseae</i> (Gerdemann y Trappe) y <i>Glomus</i> sp. (Schenck y Smith) | Los mejores resultados, en cuanto a desarrollo de las plantas y menor IA por el nematodo, se obtuvieron cuando se aplicó el concentrado de cepas nativas y su combinación con <i>G. mosseae</i> y <i>Glomus</i> sp. El menor IA del nematodo (1,5 huevos-J ₂ . g ⁻¹ de sustrato), se obtuvo cuando se inoculó la menor densidad poblacional inicial | 45 |
| Cafeto arábico | 2013 | Campo. Macizo Guamuaya. Suelos Alítico de Baja Actividad Arcillosa Rojo Amarillento ócrico, Pardo Sialítico ócrico y Pardo Sialítico mullido | Se estudió el efecto que tuvo la aplicación de pulpa de café (3:1) (25 %) sobre las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo | Mejoró significativamente las condiciones químicas-físicas y biológicas. Aumentó la presencia microorganismos benéficos en los suelos | 46 |
| Tomate cv. 'Campbell 28' | 2013 | <i>In vitro</i> y semi-controladas. Maya-beque. suelo Ferralsol Eutrítico, esterilizado | <i>In vitro</i> : Se evaluaron las cepas de <i>Trichoderma asperellum</i> (Samuels, Lieckf & Nirenberg) Ta 25; Ta 1; Ta 90; Ta 78; Ta 79 y T 13) Condiciones semi-controladas: se aplicó la cepa Ta 90 a razón de 10 ⁷ UFC por maceta | <i>In vitro</i> : Todas las cepas provocaron altos valores de mortalidad en los J ₂ de <i>M. incognita</i> , sobresaliendo la cepa Ta 90 que provocó 100 % de mortalidad a las 24 horas (concentraciones 25 y 50 %) Condiciones semi-controladas: a los 35 días, el IA de las plantas no tratadas fue de 3,71; produciéndose ligera disminución en las plantas tratadas con Ta 90 (3,57). El hongo estimuló el crecimiento y desarrollo de las plantas, aun en las plantas parasitadas por nematodos | 47 |

| Especie / cultivar | año | Condiciones / Lugar / tipo de suelo | Tácticas y/o agente de control biológico evaluados | Resultados sobre parámetros de desarrollo / producción de las plantas y/o el agallamiento de raíces / poblaciones en suelo | Ref. |
|--------------------------|------|--|--|---|------|
| - | 2013 | <i>In vitro</i> . Mayabeque | Extractos obtenidos por decocción y maceración secuencial con disolventes orgánicos de polaridad creciente: maíz, girasol (<i>Helianthus annuus</i> L.), tironia (<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.(A. Gray)), platanillo de Cuba (<i>Piper aduncum</i> subsp <i>ossanum</i> (CD.C) Saralegui) y noni (<i>Morinda citrifolia</i> L.) a concentraciones de 0,25 y 0,50 | Los extractos de maíz, tironia y noni produjeron 100 % de mortalidad en J ₂ de <i>M. incognita</i> . Las concentraciones de girasol registraron valores entre 29,49 y 98,68 %; mientras que, los de platanillo provocaron solo hasta un 81 % de mortalidad | 48 |
| <i>Cucurbita pepo</i> L. | 2014 | Campo: Unidad Básica de Producción Cooperativa. Santiago de Cuba. | Se evaluaron tres tratamientos: Biofumigación (3 Kg.m ⁻²), Biofumigación (3 Kg.m ⁻²) + Solarización | El mejor tratamiento fue el que combinó biofumigación con solarización, que redujo la población de nematodos a grado 0 | 49 |
| Habichuela cv. 'Lina' | 2015 | Campo. Suelo pardo con carbonatos | Evaluaron solarización, biofumigación y biosolarización | Se disminuyeron las poblaciones de <i>M. incognita</i> . Los mejores resultados se obtuvieron con la solarización, con rendimientos de 0,58 t.ha ⁻¹ | 50 |
| Tomate cv 'PR-92' | 2016 | Semi-controladas. Pinar del Río. Sustrato: mezcla de suelo Ferralítico Amarillento Lixiviado, Típico, Cuarcítico, turba y cascarilla de arroz (70: 20: 10) | Se evaluaron los efectos de <i>T. harzianum</i> (cepa A-34) y extracto acuoso de nim (<i>A. indica</i>) sobre población de <i>Meloidogyne</i> spp. (0,5 J ₂ -huevos x g ⁻¹). Los tratamientos fueron plántulas + <i>T. harzianum</i> + nematodos, plántulas + nim + nematodos, plántulas + <i>T. harzianum</i> + nim + nematodos, control (plántulas + nematodos) y control (plantas sin inoculaciones) | Se redujo el IA en 53,5 %; 38,5 % y 61,5 % para los tratamientos con <i>T. harzianum</i> , respectivamente, con diferencias significativas con relación al control. Se produjeron incrementos significativos en la longitud y el diámetro del tallo y la masa seca de las plántulas de tomate con la aplicación de <i>T. harzianum</i> y su combinación con extracto acuoso de nim | 51 |
| Tomate | 2016 | Casa de cultivo. Cienfuegos | Aplicación de cuatro nuevas cepas de <i>Bacillus thuringiensis</i> Berl junto a dos cepas comerciales (LBT-1 y LBT-3) y <i>T. harzianum</i> cepa A-34 y <i>T. viride</i> cepa C-66 | Las aplicaciones de <i>T. harzianum</i> cepa A-34, <i>B. thuringiensis</i> cepa LBT-3 y LBT-25 resultaron efectivas en la disminución de poblaciones del nematodo | 52 |
| Híbrido 'HA 3105 F1' | 2016 | Campo. Casas de cultivos en Quivacán. Suelo Ferralítico Rojo típico éutrico (experimento de dos años de duración) | Los portainjertos evaluados fueron 'Rossol', 'Motelle', 'Beaufort F1', <i>Solanum torvum</i> Sw. y <i>Solanum globiferum</i> Dunal, injertados con 'HA 3105 F1' | En ambos años se logró una adecuada compatibilidad vegetativa entre el 'HA 3105 F1' y los portainjertos 'Rossol', 'Motelle' y 'Beaufort'. El injerto con el 'HA 3105 F1' sobre <i>S. torvum</i> y <i>S. globiferum</i> , presentaron incompatibilidad de tipo localizada, un menor crecimiento vegetativo y rendimientos inferiores al resto de los tratamientos | 53 |
| Híbrido 'HA 3105' F1, | 2017 | Campo. Casas de cultivos en Quivacán. Suelo Ferralítico Rojo típico éutrico (experimento de dos años de duración) | Injerto herbáceo del híbrido sobre los genotipos 'Rossol', 'Motelle', 'Beaufort F1', <i>S. torvum</i> y <i>S. globiferum</i> . | El rendimiento en el tratamiento 'HA 3105'/'Rossol' fue significativamente superior al del control sin injertar. La técnica de injerto no afectó la calidad del fruto de las plantas de tomate injertadas. Resultaron similares o significativamente superior al control, los valores de firmeza, grosor del pericarpio, eje ecuatorial y polar del fruto en los tratamientos con 'Rossol', 'Motelle' y 'Beaufort' y la variable sólidos solubles totales en los injertos sobre <i>S. torvum</i> y <i>S. globiferum</i> . | 54 |

| Especie / cultivar | año | Condiciones / Lugar / tipo de suelo | Tácticas y/o agente de control biológico evaluados | Resultados sobre parámetros de desarrollo / producción de las plantas y/o el agallamiento de raíces / poblaciones en suelo | Ref. |
|--|------|---|--|--|------|
| tomate cv. 'PR-92' | 2017 | Pinar del Río. Suelo Ferralítico amarillento lixiviado | Experimento para determinar el efecto de tratar las semillas con <i>T. harzianum</i> cepa A-34 y extracto acuoso de nim (<i>A. indica</i>) Ensayo 1: efecto sobre la germinación ensayo 2: efecto de la combinación de productos sobre <i>Meloidogyne</i> spp. | Los productos no afectaron la germinación y el uso combinado de los productos estimularon el crecimiento de las plántulas. Se lograron disminuciones del IA causado por <i>Meloidogyne</i> spp., en 53,5 %; 38,5 % y 61,5 % para los tratamientos con <i>T. harzianum</i> , neem y su combinación, con diferencias significativas con relación al control sin aplicaciones | 55 |
| Tomate 'Rossol' (patrón) + Híbrido 'HA 3057' | 2017 | Campo. Ciego de Ávila. | Evaluaron tres tratamientos: Tratamiento 1: Posturas del cultivar comercial 'Híbrido 3057', sin injertar, más la aplicación de Agrocelhone®. Tratamiento 2: Posturas del 'Híbrido 3057', injertadas sobre 'Rossol' más la aplicación de Agrocelhone®. Tratamiento 3: Posturas de 'Híbrido 3057', injertadas sobre 'Rossol' sin la aplicación de Agrocelhone®. IA inicial: 5 de <i>M. incognita</i> | Al final del ciclo: el IA difirió estadísticamente, donde en el Tratamiento 1 fue de 1, 54; tratamiento 2: 1,21 y Tratamiento 3: 2,19 | 56 |
| Tomate cv. 'HA 3019' | 2019 | Campo. Sancti Spiritus. Suelo pardo sialítico sin carbonato | Aplicaciones de dosis de 150, 200 y 250 ml de microorganismos eficientes por litro de agua a un área con grado 3 de IA, aplicadas 24 horas antes de la plantación y luego del trasplante, a los 30 y 60 días | Se presentaron diferencias estadísticamente significativas en el IA causado por <i>M. incognita</i> entre todas las dosis empleadas. La mejor dosis, para reducir el IA, fue 250 ml; aunque 200 ml evidenció los mejores resultados respecto a los parámetros evaluados al cultivo | 57 |

Preparación teórico-práctica de capital humano para el abordaje de problemas nematológicos

La preparación recibida por especialistas del MES en prestigiosas instituciones de América Latina y Europa, como parte de los contenidos de los estudios de postgrado de diferentes investigadores y profesores; así como, la participación en proyectos de investigación conjunta con renombrados investigadores de América Latina y Europa (Fig. 2 y 3), posibilitó la elevación de la preparación teórico práctica de esos recursos humanos, en aspectos relacionados con el diagnóstico morfológico de diversos géneros de nematodos; el uso de técnicas de biología molecular en la identificación y caracterización de especies de *Meloidogyne* y el estudio de diferentes tácticas de manejo de nematodos, entre otros temas de Nematología Agrícola.

Sobresalen los aportes a la formación de recursos humanos cubanos y al impulso de las investigaciones en Cuba, de profesores como los doctores Carlos Sosa-Moss (México), Antonio Bello (España) (Fig.2) y Heinz Decker (Alemania). Los dos primeros, formadores de generaciones en los años 90 y primera década de este siglo; y el Profesor Decker, gestor, desde su colaboración en los años 70s

con la Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas (UCLV), del nacimiento de la especialidad de Nematología Agrícola en el MES.

En años recientes, los doctores Rodrigo Rodríguez-Kabana (Cuba -USA), Rosa Manzanilla (México - Reino Unido) y Ricardo Holgado (Perú - Noruega), protagonizaron una activa colaboración con instituciones del MINAG y MES, desarrollando cursos de preparación teórico-práctica y fortaleciendo lazos entre universidades y centros de ambos ministerios cubanos. Sus aportes científicos y la consolidación, en sus estudiantes, de valores humanistas y de ética profesional, representan piedra angular del desarrollo y robustecimiento de la Nematología Agrícola en Cuba en los últimos 20 años.

Otra arista en la capacitación de recursos humanos fue el trabajo de colaboración dentro del país. La relación de los especialistas de Nematología Agrícola del MES y los científicos y técnicos del MINAG abarcó desde la investigación conjunta y la preparación de reuniones internacionales en Cuba, hasta la participación en misiones de trabajo en el exterior y la preparación de técnicos e investigadores del MINAG, en la obtención de grados de MSc. y DrC., en universidades del MES, lo que contribuyó al fortalecimiento de los equipos de trabajo de ambos



Dr. Carlos Sosa Moss†



Dr. Antonio Bello†



Dr. Rodrigo Rodríguez-Kabana



Dra. Rosa H. Manzanilla-López



Dr. Ricardo Holgado

Figura 2. Nematólogos que, desde diferentes instituciones y países, contribuyeron ostensiblemente al desarrollo de la Nematología Agrícola en instituciones cubanas / Nematologists from different institutes and countries who significantly contributed to the Agricultural Nematology development in Cuban institutes.



Figura 3. A) Dr. Ken Evans (Reino Unido), Vivian Cid, Dr. Ignacio Cid del Prado (México), Dr. Javier Franco (Bolivia), Janet Rowe (Reino Unido), Dra. Jo Bourne (Reino Unido) y Dra. Mayra G. Rodríguez (Cuba), durante estancia de trabajo de los especialistas latinoamericanos en el Departamento de Nematología de la Estación Experimental de Rothamsted, Reino Unido en 1999. (Imagen de archivo del Laboratorio de Nematología Agrícola del CENSA) / Dr. Ken Evans (United Kingdom), Vivian Cid, Dr. Ignacio Cid del Prado (Mexico), Dr. Javier Franco (Bolivia), Janet Rowe (United Kingdom), Dr. Jo Bourne (United Kingdom), and Dr. Mayra G. Rodríguez (Cuba) during a work stay of Latin-American specialists at the Nematology Department of the Rothamsted Experimental Station, United Kingdom, in 1999. (Archive image from the Agricultural Nematology Laboratory of CENSA).

ministerios y el desarrollo de los proyectos conjuntos en un ambiente de colaboración y confraternidad que favoreció el avance de la especialidad en Cuba. La colaboración de ambos ministerios cubanos favoreció la inclusión de los aportes de las entidades del MES en los programas de manejo de cafeto, tabaco y la producción protegida de hortalizas, entre otros.

En las Facultades de Agronomía o Ciencias Agropecuarias de universidades cubanas, en especial de las Universidades de Pinar del Río, Habana (UNAH), UCLV, Ciego de Ávila, Granma y Oriente,

decenas de estudiantes de pregrado realizaron investigaciones como parte de sus ejercicios de graduación (trabajos de diploma) sobre temas como la nematofauna en caña de azúcar, tabaco y frutales; así como, la evaluación de tácticas como solarización, biofumigación, biosolarización; el uso de especies de hongos micorrízicos arbusculares, del agua tratada magnéticamente, agentes de control biológico y el neem (*A. indica*) para manejar poblaciones de nematodos. Esos estudios ofrecieron interesantes resultados, algunos de los cuales fueron publicados;

sin embargo, la mayor parte de estos contenidos se conservan en las bibliotecas de cada institución, con una visibilidad mínima, debiendo ser analizados y socializados con los agricultores en el trabajo de extensión que realizan esos centros de estudio, contribuyendo a manejar las poblaciones de NPP.

Para la preparación de recursos humanos de pre y postgrado y de agricultores y técnicos, desde la UNAH y la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE), se elaboraron sendos libros con elementos muy valiosos.

El primero se publicó en la década de los 80, cuando la Editorial Pueblo y Educación imprimió el volumen “Nematología Agrícola”, elaborado por la Doctora María Elena Rodríguez Fuentes† (Fig. 4) quien, en esos años, fungía como profesora de esa asignatura, para estudiantes de la Especialidad de Sanidad Vegetal, en la Facultad de Agronomía del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana (ISCAH), hoy Universidad Agraria de La Habana. El texto, de más de 170 páginas, comprende 15 capítulos que abarcan las características morfológicas generales, biología y ecología de los nematodos fitoparásitos, síntomas que producen, principios para su manejo y capítulos dedicados a problemas nematológicos de las hortalizas, raíces y tubérculos, tabaco, plátano, cafeto, caña de azúcar, cítricos, frutales, arroz y granos. De esta forma, utilizando lenguaje científico pero muy accesible a los niveles de pre-grado, esta relevante investigadora y docente contribuyó a la preparación de ingenieros agrónomos en aspectos relativos al diagnóstico de campo y dotó a los estudiantes con elementos para el manejo de NPP.

La profesora María E. Rodríguez dejó un hermoso legado de experiencia en la especialidad y de ética en la vida, a todos los que tuvimos el privilegio de contar con sus enseñanzas y amistad, pues nos permeó con su ejemplo de consagración, trabajo, modestia y su permanente sonrisa, hasta en los momentos difíciles.



Figura 4. A) Profesora Doctora María Elena Rodríguez Fuentes†, formadora de estudiantes y especialistas cubanos y extranjeros. B) Caratula del libro de texto “Nematología Agrícola” para estudiantes de Sanidad Vegetal / A) Dr. María Elena Rodríguez Fuentes† (Professor), trainer of Cuban and foreign students and specialists. B) Cover of the textbook “Nematología Agrícola” for Plant Protection students.

Hacia inicios de la década pasada la SEAE editó, en el 2011, el dossier denominado “Biodesinfección de suelos en producción ecológica” con las contribuciones de los autores Ivan Castro Lizazo, Miguel Díez Rojo, José Antonio López Pérez, Luisa Díaz Viruliche† y Antonio Bello†, un colectivo cubano - español, con profesores de la UNAH. Esta táctica se emplea, desde hace casi 20 años con mucho éxito y una favorable relación costo / beneficio, en el polo de producción protegida de hortalizas en Amaría, España y otras partes del mundo. Sin embargo, está aún subvalorada y subutilizada en las condiciones de Cuba, debiéndose acometer mayor número de estudios de campo que permitan utilizar recursos locales y favorecer el incremento de la salud del suelo.

Manuales, como los de “Producción Protegida de Hortalizas” y el de “casas rústicas”, editados por el Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” (IIHLD), plegables para agricultores y materiales digitales para estudiantes y productores se generaron en los últimos años con la colaboración de especialistas del MES. De igual modo, la Especialidad de Nematología Agrícola está representada en el Programa Doctoral Nacional de Sanidad Vegetal que, liderado por le CENSA como centro coordinador forma, en la actualidad, nuevos especialistas.

La realización en Cuba de dos reuniones anuales de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos (ONTA) en los años 2001 y 2015 (Fig. 5), representó un reconocimiento al desarrollo de la especialidad en el país y permitieron que especialistas cubanos del MES y MINAG confraternizaran con expertos de alto nivel y estudiantes de Europa, Asia, América Latina, Caribe y Estados Unidos de América. Acciones derivadas de esas reuniones se materializaron en becas, artículos conjuntos y proyectos internacionales para instituciones cubanas.

En Cuba, los avances de la Nematología Agrícola en los últimos años son palpables; sin embargo, la especialidad debe continuar perfeccionándose, pues la agricultura se desenvuelve en un contexto complejo. Los problemas que ocasionan el cambio climático, la creación por el hombre de nuevos espacios para la producción de alimentos, donde trabajan, generalmente, personal sin experiencia agrícola previa, pero que practicarán la agricultura familiar, más adaptada a condiciones ambientales y socioeconómicas locales y, por tanto, más resiliente, abren nuevos horizontes de trabajo para la especialidad.

Otro elemento del contexto actual es la globalización (que se expresa en el movimiento de personas, materiales vegetales, mercancías, otros), verdadero reto para la cuarentena externa, tratando de evitar la entrada de nematodos ubicados en la Lista de Organismos Cuarentenarios, categoría A1; así como, la existencia en el país de nematodos que son considerados plagas emergentes (*M. enterolobii*),



Figura 5. Imágenes de momentos de las reuniones de ONTA 2001 y 2015, realizadas en instalaciones del balneario Varadero y preparadas por comités locales de investigadores del MES y MINAG / Images of moments from 2001 and 2015 ONTA meetings held in Varadero spa facilities and organized by local researcher committees from MES and MINAG.

que representa reto para la cuarentena interna. Todo ello, unido a los problemas de degradación de suelos e indisciplinas en la conducción de tecnologías, entre otros, son problemas que gravitan sobre los actores sociales vinculados al desarrollo agrícola. Por todo ello, el manejo de NPP continuará ocupando espacios en la investigación, con el consiguiente desarrollo de recursos humanos y de tecnologías más adaptadas a cada situación en el país.

A continuación, se enumeran los retos identificados por los autores, como acciones y temas de investigaciones que podrán ser objeto de estudios, en el futuro, por parte de especialistas del MES.

Algunos retos para los actores sociales vinculaos a la Nematología Agrícola en Cuba

- Desde el punto de vista práctico, el primer y mayor reto que enfrentamos los actores sociales (agricultores, decisores y científicos) vinculados a la agricultura en Cuba, es lograr el incremento sostenido de los rendimientos y calidad de los productos agrícolas para alcanzar, en el menor plazo posible, seguridad alimentaria para nuestra población.
- Continúa siendo un desafío para productores y técnicos (incluidos los nematólogos), vinculados a la producción protegida de hortalizas, lograr la disciplina tecnológica necesaria que permita consolidar el manejo de NNP en estos cultivos. La base teórica y metodológica, para abordar este reto está plasmada en el nuevo “Manual para la Producción Protegida de Hortalizas”.
- La presencia en la región, o en países con los que Cuba posee comercio e intercambio de materiales, de nematodos que son objeto de cuarentena para el país y que constituyen el propósito de encuestas y acciones de cuarentena interna y externa, deben ser objetivo de capacitación para especialistas del MES y elementos a abordar en el pre-grado, como parte de la preparación de los ingenieros agrónomos para el enfrentamiento de plagas exóticas y emergentes.
- La presencia de especies plagas emergentes (*M. enterolobii*) y re-emergentes (*Meloidogyne javanica* y *Rotylenchulus reniformis*), que pueden impactar negativamente en cultivos de interés y cuyo estudio fue escasamente abordado en los últimos 20 años, deben ser objetos de estudio en colectivos del MES, como una contribución el trabajo del MINAG.
- Profundizar en el estudio de las especies de NPP importantes y que están presentes en cultivos definidos como prioritarios para la seguridad alimentaria y el desarrollo socioeconómico en el Plan 2030 en Cuba; abordando, con nuevas miradas, los nematodos en arroz, frijoles, garbanzo (*Cicer arietinum* L.), soya, maíz, cafeto, cítricos, tabaco y hortalizas, entre otros.
- Retomar los estudios de enfermedades de etiología compleja que involucran a nematodos y hongos en tabaco y sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) y a nematodos y bacterias en hortalizas, entre otros complejos, aportando elementos valiosos para el manejo de las plagas involucradas.
- Avanzar en las investigaciones de los nematodos (composición por taxas, funcional y de índices ecológicos) para estudios de salud de suelos, incorporando a los nematólogos al trabajo bajo el enfoque de “Una Salud”
- Consolidar el acompañamiento y preparación de los “nuevos agricultores” que reciben tierras en usufructo para la producción de alimentos.
- Incrementar la comunicación y el uso de las nuevas tecnologías, creando aplicaciones (*apk*) que puedan auxiliar a los agricultores para el diagnóstico de campo y la selección de tácticas para el MIN.
- Creación de la Red de Universitaria de Nematología Agrícola (*RedUNemA*) que aglutine a los nematólogos y estudiantes de la Educación Superior, como plataforma para la comunicación y el crecimiento de la masa crítica dedicada a la especialidad. Crear el sitio web de la Red y

socializar la lista de nematodos informados en Cuba (cuya nueva edición está en proceso), así como otras informaciones relevantes.

- Incrementar el número (y calidad) de materiales de consulta para especialistas, estudiantes y agricultores; así como, la publicación de resultados de investigaciones e innovaciones vinculadas a la especialidad, en revistas arbitradas cubanas y extranjeras. Aumentar la comunicación científica de aspectos de Nematología Agrícola para llegar a diversos públicos, incluidos los decisores.
- Lograr la acreditación de técnicas, en laboratorios seleccionados, para el diagnóstico morfológico y molecular; así como establecer una colección nacional de referencia de especímenes fijados para estudios morfológicos, con imágenes digitalizadas para uso en la docencia e investigación.
- Abordar, con sentido económico, del estudio de daños de NPP en diferentes formas de producción y cultivos de interés, como base para la selección e implementación, sobre criterios racionales, de tácticas de manejo eficaces, eficientes y con el menor impacto ambiental.
- Determinar, para el mayor número de genotipos posible, los límites de tolerancia y umbral de daño para las principales especies de NPP presentes en agroecosistemas del país, en especial los agalleros (*Meloidogyne* spp.) e incorporar el estudio de mecanismos de resistencia en cultivos de interés.

Por último, ratificar que un reto específico, inherente a las instituciones del MES, en la especialidad de Nematología Agrícola, está en correspondencia con su misión relacionada con la formación de jóvenes doctores en ciencia, como personal cualificado para abordar, con pensamiento científico y de forma práctica, los problemas que los NPP produzcan en la producción de alimentos en Cuba.

Deberá ser objeto de investigación futura, el poder determinar el impacto de las investigaciones resumidas en este trabajo, en los sistemas productivos del país, aspecto relevante para establecer, en cada provincia, las demandas de investigación en la especialidad, información que resulta trascendental en la conformación de proyectos de investigación territoriales y sectoriales, como parte de la relación universidad-empresa demandada en el contexto cubano actual.

AGRADECIMIENTOS

Dedicado a las Doctoras Loudes Sánchez Portales, María Elena Rodríguez Fuentes y Luisa Díaz Viruliche *in memoriam*, por el legado de enseñanzas y altruismo dejado al grupo de trabajo del CENSA. Nuestra gratitud a Roberto Enrique Regalado, por

acompañarnos en estos más de 40 años, por su entusiasmo y aportes. A los estudiantes de pre y postgrado por sus contribuciones en cada trabajo. Los autores agradecen también a la Dra. Belkis Peteira Delgado-Oramas, por la minuciosa revisión del manuscrito y sus valiosas sugerencias. A los MSc. Yoerlandy Santana Baños y Daniel Rafael Vuelta por la provisión de materiales desde sus respectivas universidades y porque, junto a los MSc. Vanier Ventura y Marisela Almarales realizaron la lectura del manuscrito y nos remitieron sus sugerencias. Reciba un agradecimiento especial el Dr. Said Infante, Editor Director de Agrociencias, México, quien nos facilitó la imagen del Dr. Sosa-Moss, para este pequeño homenaje. Artículo generado en el marco del proyecto “Uso eficiente de genotipos de cultivos de valor estratégico y su respuesta ante especies de *Meloidogyne*”, financiado por el Programa Nacional de Ciencia y Técnica de Salud Animal y Vegetal, Cuba.

REFERENCIAS

1. Rodríguez MG, Fernández E, Hidalgo-Díaz L, Cuadra R, Draguiche JM, Gandarilla H *et al.* Cuba: two decades working on Integrated Nematode Management in agricultural cropping systems. *Jour. Nematology*. 2014; 46(2): 227-228.
2. Rodríguez M G. Principales aportes al estudio de fitonematodos en Cuba realizados por grupos del Ministerio de Educación Superior: I: Diagnóstico, interacciones y enfermedades complejas. *Rev. Protección Veg.* 2024; 39. <https://cu-id.com/2247/v39e14>
3. Fernández E. Manejo de fitonematodos en la agricultura cubana. *Fitosanidad*. 2007; 11 (3): 57-60.
4. Fernández E, Pérez M, Gandarilla H, Vázquez R, Fernández M, Paneque M, *et al.* Guía para disminuir infestaciones de *Meloidogyne* spp., mediante el empleo de cultivos no susceptibles. *Boletín Técnico, Sanidad Vegetal (Cuba)*. 1998; 4(4):1- 18.
5. Gómez L. Diagnóstico de nematodos agalleros y prácticas agronómicas para el manejo de *Meloidogyne incognita* en la Producción Protegida de Hortalizas. [Tesis de Doctor en Ciencias Agrícolas]. Universidad Agraria de la Habana - Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. Cuba. 2007. 100 pp.
6. Vázquez R, Fernández M, Flores D. Estudio preliminar sobre los daños causados por *Meloidogyne incognita* en *Solanum tuberosum*. *Cienc. Téc. Agric. Serie Protección de Plantas (Cuba)*. 1983; 6 (4): 7-13.
7. Gómez L, Enrique R, Hernández-Ochandía D, Miranda I, González E, Peteira B, *et*

- al. Susceptibilidad de genotipos de *Solanum lycopersicum* L. frente a *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood. Rev. Protección Veg. 2012; 27 (2): 111-116.
8. Santana-Baños Y, del Busto-Concepción A, Carrodegua-Díaz S, Izquierdo-Hernández R, Rodríguez MG. Efecto de *Meloidogyne* spp. sobre el desarrollo vegetativo de tres cultivares de *Phaseolus vulgaris* L. Rev. Protección Veg. 2020; 35 (2): 1-6. <https://eqrcode.co/a/LtejuP>
 9. Shankar U, Abrol DP. Integrated Pest Management in Food and Nutritional Security. En: Abrol DP, Shankar U (Eds). Integrated Pest Management Principles and Practice. CAB International. 2012. Pp 408 -432. ISBN-13: 978 1 84593 8086.
 10. Gallo J. Integrated Plant Control: System and Management. En: David Pimentel (Ed.). Encyclopedia of Pest Management. Vol II. Taylor & Francis. 2007. Pp 279- 282. DOI: [10.1081/E-EPM-120010005](https://doi.org/10.1081/E-EPM-120010005).
 11. Brown RH, Kerry BR (Eds.). Principles and practice of nematode control in crops. Academic Press. Sydney, Orlando, San Diego, New York, Austin, London, Montreal, Tokyo, Toronto. 1987. 447pp. ISBN: 0 12 137640 0.
 12. Thomason IJ, Caswell EP. Principles of nematode control. En: Brown RH, Kerry BR (Eds.). Principles and practice of nematode control in crops. Academic Press. Sydney, Orlando, San Diego, New York, Austin, London, Montreal, Tokyo, Toronto. 1987. Pp. 87-130. ISBN: 0 12 137640 0.
 13. Sikora RA, Roberts PA. Management practices: an overview of Integrated Nematode Management technologies. En: Sikora RA., Coyne D, Hallmann J, Timper P (Eds.). Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. CAB International and USDA. 2018. Pp 795-838. ISBN-13: 978 1 78639 125 4.
 14. Fourie H, de Waele D. Integrated pest management (IPM) of nematodes. En: Kogan M, Heinrichs EA (Eds.) (E-Chapter). Integrated management of insect pests: Current and future developments. Burleigh Dodds Science Publishing Limited, Cambridge, UK. 2020. Pp.1-77. ISBN: 978 1 78676 260 3. <http://dx.doi.org/10.19103/AS.2019.0047.25>
 15. Rodríguez MG. Identificación y caracterización de *Meloidogyne mayaguensis* en el café en Cuba. [Tesis de Doctor en Ciencias Agrícolas]. Universidad Agraria de La Habana “Fructuoso Rodríguez”. La Habana, Cuba. 2000. 145 pp.
 16. Rodríguez MG, L Sánchez, J Rowe. Host status of agriculturally important plant families to root-knot nematode *Meloidogyne mayaguensis* in Cuba. Nematopica. 2003; 33 (2): 125-130.
 17. Rodríguez MG, Gómez L, Peteira B. *Meloidogyne mayaguensis* Rammah y Hirschmann, plaga emergente para la agricultura tropical y subtropical. Rev. Protección Veg. 2007; 22 (3): 183-198.
 18. Díaz-Viruliche LP. Interés fitotécnico de la biofumigación en los suelos cultivados. [Tesis de doctorado]. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Departamento de Producción Vegetal: fitotecnia. España. 2000. 591 pp.
 19. Rodríguez MG, L P. Díaz-Viruliche, D Hernández, J Hernández, R Enrique, L Gómez, et al. Impacto de la biofumigación y materiales orgánicos en la recuperación de viñedo infestado con nematodos agalleros. Agronomía Trop. (Venezuela). 2011; 61(2): 113-124.
 20. Castro-Lizazo I. Biodesinfección de suelos en relación con la diversidad en hortalizas y platanera. [Tesis Doctoral], Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad de Almería, España. 2010. 282 pp.
 21. Casanova AS, Hernández JC. (Eds.). Manual para la Producción Protegida de Hortalizas. Editorial Liliana. Ministerio de la Agricultura, Cuba. 2020. 265 pp. ISBN: 978-959-7111-71-9.
 22. Castillo AM. Biología y control fitotécnico de *Meloidogyne incognita* en pimiento en la Provincia Granma. [Tesis de Doctor en Ciencias Agrícolas]. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de Bayamo - Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. Cuba. 1988. 100 pp.
 23. González N, Rodríguez Fernández P, Bernal S. Influencia de *Azotobacter chroococcum*, *Paecilomyces lilacinus* y hongos MVA en indicadores del crecimiento del pimiento (*Capsicum annum* L.) y su antagonismo sobre *Meloidogyne incognita*. Centro Agrícola. 1998; 25 (1): 40-43.
 24. Danger L, Figueredo JA, Palomino RR, González E. Influencia que ejercen los biopreparados de *Trichoderma harzianum* y *Paecilomyces lilacinus* en algunos indicadores del crecimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y en el control de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, respectivamente. Centro Agrícola. 1999; 26 (1): 25-27.
 25. Danger L, Liens BR, Jiménez C, González N. Efectividad de *Paecilomyces lilacinus* y *Trichoderma harzianum* sobre el crecimiento de posturas de tomate (*Lycopersicon lycopersicum* Mill.) y el control de *Meloidogyne incognita* en fase de semillero. Centro Agrícola. 2000; 27 (1): 35-40.
 26. Gómez L, Rodríguez MG. Evaluación de un esquema de rotación de cultivos para el manejo de *Meloidogyne* spp. en sistemas de cultivos

- protegidos. Rev. Protección Veg. 2005; 20 (1): 67-69.
27. Vuelta-Lorenzo D, Font-Rodríguez D. El árbol del nim: una alternativa para el control de nematodos. Ciencia en su PC (Cuba). 2007; (1): 54-60.
 28. Gómez L, Rodríguez MG, Noval B, Miranda I, Hernández MA. Interacción entre el EcoMic® y una población cubana de *Meloidogyne incognita* en tomate. Rev. Protección Veg. 2008; 23 (2): 90-98.
 29. Hernández MA. Interacción de *Glomus mosseae* - *Pochonia chlamydosporia* var. *catenulata* y *Meloidogyne incognita* en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). [Tesis de MSc.]. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Cuba. 2009. 135 pp.
 30. Gómez L, Rodríguez MG, Enrique R. Efectividad de *Lactuca sativa* usada como planta trampa de *Meloidogyne* spp. en la producción protegida de hortalizas. Rev. Protección Veg. 2009; 24 (3): 173-176.
 31. Castro R, Rodríguez M, Álvarez GE, Gil M, Novo R, Castro RI. Efecto de la incorporación del abono verde *Azolla* sp. en la reducción de los daños causados por fitonematodos en cultivos de organopónicos. Cultivos Tropicales. 2009; 30 (3): 10-13.
 32. Leyva A, Castellanos L, Pérez AC. Alternativas de lucha contra nematodos noduladores en el cultivo del pepino en condiciones de organopónico. Centro Agrícola. 2009; 36(2): 5-10.
 33. del Busto A, Palomino Morejón L, Sabrina Murphy L, León Sánchez L E, Cruz Lazo R, Morejón García M, et al. Evaluación de alternativas ecológicas para el control de nematodos *Meloidogyne* spp. en casas de cultivos protegidos. Centro Agrícola. 2010; 37(2):81-87.
 34. Santana Baños Y, del Busto A, Cruz Lazo R, Aguiar I, Palomino Morejón L. Efecto de enmiendas orgánicas y *Trichoderma* spp. en el manejo de *Meloidogyne* spp. Revista Brasileira de Agroecología. 2010; 5(2): 224-233.
 35. Gómez L, González E, Enrique R, Hernández MA, Rodríguez MG. Uso de la biofumigación para el manejo de *Meloidogyne* spp., en la producción de protegida de hortalizas. Rev. Protección Veg. 2010; 25 (2): 119-123.
 36. Castro I, López-Pérez A, Villalón Hoffman A, Díez-Rojo MA, González-López MR, Martínez C et al. Biodesinfection of soils and the effects on crops diversity in Cuba. Nematropica. 2010; 40 (2): 138-139.
 37. Figueredo M, Bello A, Piedra-Buena A, Díez-Rojo MA. Evaluación del uso de residuos agrícolas como biofumigantes en el control de nematodos. Centro Agrícola. 2011; 38(2):15-19.
 38. Figueredo M, Bello A, Piedra-Buena A, Díez-Rojo MA. Influencia de residuos agrarios evaluados como biofumigantes en la fertilidad del suelo. Centro Agrícola. 2011; 38(4):55-58.
 39. Leyva A, Castellanos L, Pérez AC. Alternativas de lucha contra nematodos noduladores en el cultivo del tomate en condiciones de organopónicos. Centro Agrícola. 2011; 38(3):5-9.
 40. Fuentes PF, Concepción E, Cristo Hernández ME. Evaluación de nematocidas biológicos en el control del nematodo agallero (*Meloidogyne incognita* Chitwood) en el cultivo protegido del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Revista Infociencia (Cuba). 2011; 15 (2): 1-11.
 41. Rodríguez MG, Gómez L, Hernández-Ochandía D, Enrique R, Miranda I, Pino O, et al. Efecto de la biodesinfección con residuos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre población de *Meloidogyne* spp. en suelo. Rev. Protección Veg. 2012; 27 (3): 197-201.
 42. Liriano R, Mirabal O, Rodríguez R, Viltres M. Uso del hongo *Trichoderma* spp. para el manejo de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood en tomate. Centro Agrícola. 2012; 39(4): 49-54.
 43. Gómez L, Rodríguez MG, Enrique R, Hernández D, Rodríguez Y, Sánchez LM, et al. Biodesinfección de suelos con co-productos de Cikron-H. Efecto sobre el cultivo. Rev. Protección Veg. 2012; 27 (1): 33-38.
 44. Fleitas M, Rodríguez O, Benítez T, Mena J, Mesa L. Evaluación de dosis de HeberNem para el control de *Meloidogyne incognita* Chitwood en condiciones de cultivos protegidos. Centro Agrícola. 2013; 40(1):57-62.
 45. Alarcón A, Boicet T, Godefroy M, Bacilio-Jiménez M, Ceiro W, Bazán Y. Efecto de las micorrizas arbusculares y *Meloidogyne* spp. en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Rev. Protección Veg. 2013; 28 (3): 219-223.
 46. Cervantes R. Efecto de la pulpa de Café (*Coffea arabica* L.) en las condiciones físico-químicas y biológicas de tres suelos cafetaleros con diferentes estados de sostenibilidad, en el macizo montañoso Guamuhaya". [Tesis en opción al título académico de Máster en Ciencias del Suelo]. Universidad Agraria de La Habana, Cuba. 2013. 60 pp.
 47. Hernández-Ochandía D, Martínez B, Peteira B, Montano M, Arias Y, Infante D, et al. Valoración de cepas de *Trichoderma asperellum* como potenciales agentes de control biológico de *Meloidogyne incognita*. Nematropica. 2013; 43 (2): 302.

48. Pino O, Hernández-Ochandía D, Sánchez Y, Rojas MM, González C, Enrique R, *et al.* Evaluación de las potencialidades de productos naturales de origen botánico en el manejo de *Meloidogyne incognita*. Nematropica. 2013; 43 (2): 318.
49. Vuelta-Lorenzo DR. La biofumigación y la solarización como alternativas al manejo de plagas del suelo. Ciencia en su PC (Cuba). 2014; (1): 15-26.
50. Vuelta -Lorenzo DR, Fals- Hechavarría E, Rizo -Mustelier M, Molina -Lores LB. Evaluación de la solarización, la biofumigación y la biosolarización en el control de nematodos en el cultivo de la habichuela (*Vigna unguiculata*). Ciencia en su PC (Cuba). 2015; (4): 66-77.
51. Santana-Baños Y, del Busto A, Rodríguez MG, Rodríguez FL, Maqueira D. Interacción de *Trichoderma harzianum* Rifai y *Azadirachta indica* A. Juss. sobre una población de *Meloidogyne* spp. en plántulas de *Solanum lycopersicum* L. Rev. Protección Veg. 2016; 31 (1): 114-119.
52. Pérez Y, Castellanos L, Almarales M. Manejo integrado de nematodos *Meloidogyne* spp. para hortalizas en casas de cultivo protegidos. Agroecosistemas (Cuba). 2016; 4 (2): 54.
53. González FM, Casanova AS, Rodríguez MG, Miranda I. Influencia de portainjertos resistentes a *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood sobre la calidad de las plántulas injertadas y la producción del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones protegidas. Agrotecnia de Cuba. 2016; 40 (1): 12-25.
54. González FM, Casanova AS, Rodríguez MG, Salgado JM, Miranda I. Comportamiento de portainjertos sobre el rendimiento y la calidad de los frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones protegidas. Agrotecnia de Cuba. 2017; 41 (1): 31 - 40.
55. Santana-Baños Y, del Busto A, Paneque I, Aguiar I, Ruiz M, Miranda E, *et al.* Biostimulant and nematicidal effect of *Trichoderma harzianum* Rifai and aqueous extract of *Azadirachta indica* A. Juss. in *Solanum lycopersicum* L. Universal Jour. Agricultural Research. 2017; 5(5): 251-256. <http://dx.doi.org/10.13189/ujar.2017.05050>
56. Pulido LE, García R. El injerto herbáceo en tomate: alternativa fitotécnica para el control de nematodos. Universidad & Ciencia (Cuba). 2017; 6 (1): 10-18.
57. Ferral Manresa C, Fuentes Chaviano PF, Calderón Amézaga DM. Uso de microorganismos eficientes autóctonos, en el manejo de *Meloidogyne incognita* en el cultivo del tomate. Centro Agrícola. 2019; 46 (4): 38-43.
58. Pérez Montesbravo E. (Compilador). Tecnologías en el proceso de eliminación del bromuro de metilo en tratamientos al suelo en Cuba. Editorial CIDISAV, Cuba. 2012. 246 pp. ISBN: 978-959-7194-49-1.
59. González FM. Selección de portainjertos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) como táctica para el manejo de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood raza 2 en el sistema de cultivo protegido [Tesis de Doctorado]. Universidad Agraria de La Habana: Editorial Universitaria. 2016. Disponible en <http://bdigital.reduniv.edu.cu/fetch.php?data=1437&type=pdf&id=1438&db=2>
60. Dago Y, Santana-Baños Y, del Busto A. Incidencia de nematodos formadores de agallas asociados a *Psidium guajava* L. Avances (Cuba). 2018; 20 (3): 356-366.

Declaración de los autores: Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses

Contribución de los autores: Mayra G. Rodríguez Hernández: **Conceptualización, investigación, Escritura - borrador original, Redacción: revisión y edición.** Iván Castro Lizazo: **investigación, Escritura - borrador original.**

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)