

Artículo reseña

***Meloidogyne mayaguensis* RAMMAH Y HIRSCHMANN, PLAGA EMERGENTE PARA LA AGRICULTURA TROPICAL Y SUBTROPICAL**

Mayra G. Rodríguez, Lucila Gómez y Belkis Peteira

Dirección de Protección de Plantas, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Apartado 10, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. Correo electrónico: mrguez@censa.edu.cu

RESUMEN: *Meloidogyne mayaguensis* Rammah y Hirschmann, constituye una importante plaga en países de la zona tropical y subtropical, donde parasita de manera natural más de 30 especies de diferentes plantas de cultivo como guayaba (*Psidium guajava*), café (*Coffea* spp.), hortalizas, ornamentales y arvenses. Su distribución ha ocurrido relativamente rápido debido a factores antropogénicos y la mayor preocupación con esta especie es su capacidad para parasitar y reproducirse en plantas con resistencia a *Meloidogyne* spp. Esta especie presenta alta variabilidad en la morfología de su patrón perineal, por lo que es recomendable, para su identificación, el uso de elementos complementarios como los que ofrecen los perfiles de esterases. Esta especie puede hallarse en poblaciones concomitantes junto a *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne arenaria* y *Meloidogyne javanica*, haciendo más complejo su diagnóstico y manejo. Entre las regulaciones empleadas para mitigar su efecto negativo se encuentran, la implementación de medidas de cuarentena interna y el uso de Cadusafos y Abamectina, con resultados variables. De igual modo, grupos de investigación en África y América han evaluado extractos de *Crotalaria* spp. y agentes de control biológico (*Arthrobotrys* spp.), entre otras tácticas. *M. mayaguensis* se considera una de las especies más peligrosas del género, su detección, correcta identificación y contención en las áreas donde aparece constituyen uno de los retos más importantes de las autoridades sanitarias en los países donde ha sido encontrada, para los cuales la información oportuna y capacitación efectiva de los actores involucrados en esta esfera representa un elemento de vital importancia para el enfrentamiento a esta plaga emergente.

(Palabras clave: *Meloidogyne mayaguensis*; hospedantes; distribución; diagnóstico; manejo)

***Meloidogyne mayaguensis* RAMMAH Y HIRSCHMANN, EMERGENT PEST FOR TROPICAL AND SUBTROPICAL AGRICULTURE**

ABSTRACT: *Meloidogyne mayaguensis* Rammah y Hirschmann, is an important pest in tropical and subtropical countries, because it affects in natural way more than 30 different species like guava (*Psidium guajava*), coffee (*Coffea* spp.), vegetables, ornamental plants and weeds. Its distribution has been very fast due to anthropogenic factors, and the highest concern about this species is its capacity to infest and reproduce on resistant plants to *Meloidogyne* spp. This species has a high variability in its perineal pattern morphology; thus the use of complementary elements like the offered by esterase profile is recommended. This specie has been found in mixed population with *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne arenaria* and *Meloidogyne javanica*, making more complex its diagnosis and management. Among the measurements to diminish its negative effect are the implementation of internal quarantine measures and the use of Cadusafos and Abermectine with variable results. In the same way, different research teams from Africa and America have evaluated extracts from *Crotalaria* spp., biological control agents (*Arthrobotrys* spp.), among other tactics. *M. mayaguensis* has been considered one of the most dangerous species of this genus. Its detection, right identification and contention in the areas in which it is found constitute one of the most important challenges for the sanitary authorities in the countries when the species has been reported. The opportune information and the effective training of the staff involved in the phytosanitary area represent a vital element for facing this emergent pest.

(Key words: *Meloidogyne mayaguensis*; hosts; distribution; diagnostic; management)

INTRODUCCIÓN

Los nematodos del género *Meloidogyne* Goeldi constituyen importantes plagas en los países tropicales y subtropicales. Este género posee más de 90 especies descritas (41); sin embargo, las pérdidas atribuidas a dichos nematodos se relacionan a menudo, solo con algunas especies, entre las que usualmente se encuentran *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood, *Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood y *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, ampliamente distribuidas en el planeta. No obstante, en los últimos años otras especies han sido informadas también asociadas a daños, destacándose algunas capaces de romper la resistencia de diversos cultivos y que están exhibiendo una dispersión relativamente rápida.

La especie *Meloidogyne mayaguensis* Rammah y Hirschmann, fue señalada por Fargette *et al.* (27) como un grupo biológico distintivo y altamente virulento. Según estos autores, resultaba necesario determinar la distribución global de esta plaga potencialmente dañina e implementar medidas de cuarentena adecuadas.

En Cuba, a inicios de la década de los 80' del pasado siglo se encontraron poblaciones de nematodos formadores de agallas compuestas por varias especies en la provincia Granma, entre las que se distinguieron ejemplares cuyas características morfológicas y patogenicidad los diferenciaban de las especies del género previamente informadas para el cultivo del café en nuestro país y se les denominó nueva "forma" de *Meloidogyne* (30), sugiriéndose posteriormente, sobre la base de estudios preliminares, que podría tratarse de poblaciones de la especie *Meloidogyne mayaguensis* (20, 60). Estudios realizados en la década de los 90' e inicios del 2000 confirmaron la presencia en la zona oriental de *M. mayaguensis* (55, 60), constituyendo actualmente una de las especies de nematodos objeto de cuarentena para Cuba, ubicada en la categoría A2.

Hasta el año 2000, el conocimiento a escala mundial que se tenía de *M. mayaguensis* era limitado, tanto desde el punto de vista morfológico como de su comportamiento en general, debido a que la misma había mostrado hasta entonces una distribución restringida a pocos países de la región tropical y solo había sido informada como plaga en cultivos de importancia económica en África (59), sin embargo, el informe de su presencia en la península de la Florida en el 2002

(53) llamó la atención de las autoridades sanitarias de la región. En la actualidad la importancia de la especie es reconocida y numerosos grupos de investigadores han desarrollado diversos estudios relativos a su distribución, hospedantes, diagnóstico y posibles medidas de manejo.

El objetivo de la presente revisión es poner a disposición de los especialistas de la rama agrícola en el país, un análisis crítico de la información disponible acerca de esta especie, considerada ya en ciertas zonas como especie invasora, teniendo como premisa el hecho de que la información actualizada, resulta vital para decisores, especialistas y agricultores, en el proceso de diseño y ejecución de planes de manejo para una plaga en particular.

PARTE ESPECIAL

La especie de nematodo formador de agallas *M. mayaguensis* es considerada en la actualidad como una de las más importantes del género por su habilidad de reproducirse en plantas que presentan resistencia a otras especies del género. Su dispersión hacia diversas áreas en países como Brasil (72) y Venezuela (Cassasa, comunicación personal¹) por factores antropogénicos (distribución de plántulas infestadas) y las pérdidas provocadas en esas zonas, constituyen elementos que avalan el planteamiento de que representa una plaga emergente que debe recibir atención por parte de las autoridades fitosanitarias de los países donde está informada.

Especie: Origen, distribución actual

La especie *M. mayaguensis* fue descrita por Rammah y Hirschmann (56), a partir del estudio de una población proveniente de Puerto Rico, que tenía como hospedante original a *Solanum melongena* L., previamente descrita como *M. arenaria* y que se encontraba depositada en el banco de nematodos de la Universidad de Carolina del Norte (57), lugar donde se establecieron las poblaciones estudiadas a través del Proyecto Internacional de *Meloidogyne*.

Esta especie ha sido informada en los siguientes continentes y países: África: Burkina Faso, Burundi, Congo, Costa de Marfil, Malawi, Senegal y Sudáfrica (27, 71, 76). América: Brasil, Costa Rica, Cuba, Estados Unidos de América, Guatemala, Martinica, Puerto Rico; Trinidad y Tobago y Venezuela (10, 20, 47, 53, 56, 59, 60, 64, 71, 74) y en Europa: Francia (5).

¹ MSc. Ana María Cassasa. Universidad de Zulia. Venezuela.

Según la información disponible, en Brasil su diseminación ha ocurrido muy rápidamente, a través de diversos estados y ha causado pérdidas millonarias a la fruticultura de ese país, por lo que recibe en la actualidad atención por parte de la Empresa de Pesquisas Agropecuarias, que emiten información acerca de los municipios donde está presente la especie y las vías de diseminación y desarrolla la capacitación y sensibilización de los actores sociales involucrados en el diagnóstico y manejo de esta plaga en diferentes estados. En este país ha sido encontrada en plantaciones agrícolas (10) y áreas forestales (46). Un fenómeno similar se presenta en Senegal, donde la diseminación ha sido rápida, constituyendo un problema agronómico en ese país (21).

Lo contrario ocurrió en Cuba, su distribución se restringió a las provincias orientales (61), debido a las medidas de cuarentena establecidas por el Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV, La Habana), sin embargo, Molinari *et al.* (49), informaron la presencia de *M. mayaguensis* en Ciudad de La Habana, en *Lycopersicon esculentum* Mill. que crecía en la denominada Zona Franca, aspecto que amerita el desarrollo de un estudio a nivel nacional para determinar su actual distribución en el país, como elemento primario en el diseño y establecimiento de programas de manejo.

Identificación de *M. mayaguensis*: Variabilidad en la morfología del patrón perineal y uso de técnicas complementarias

El diagnóstico de *Meloidogyne* hasta nivel de género resulta relativamente fácil, sin embargo la determinación de especies es compleja debido a variaciones intra-específicas (39). En este género, esta actividad se realiza en dos niveles. El primer diagnóstico se ejecuta en el campo, cuando se extraen plantas y se observa la presencia de agallas en sus raíces, lo que indicará la existencia de nematodos de los géneros *Meloidogyne* o *Nacobbus* Thorne y Allen (falso nematodo de agallas), mientras que la identificación de segundo nivel se ejecuta en laboratorios. Esta abarca estudios morfológicos, moleculares y fisiológicos.

La identificación de las especies dentro del género *Meloidogyne* es basada primariamente en los caracteres morfológicos. En este género, las características de los patrones perineales de las hembras adultas han constituido históricamente los elementos fundamentales en la identificación de sus especies. Para algunas poblaciones este carácter es muy estable y especie-específico (ej. *M. javanica*), pero en otras la identificación es más complicada por la presencia de aberraciones y formas intermedias (65).

Esto último se pone de manifiesto en los patrones perineales de las poblaciones de *M. mayaguensis* en varias partes del mundo donde ha sido identificada la especie.

Los patrones perineales de *M. mayaguensis*, frecuentemente exhiben caracteres atípicos, unas veces, con elementos intermedios entre *M. incognita*, *M. arenaria* y *M. javanica* (12, 29, 59), otras, donde los patrones se semejan mucho a *M. incognita* (6, 52), resultando difícil la discriminación entre ambas especies.

La población cubana estudiada exhibe los patrones redondeados dorso - ventralmente. Arco dorsal bajo con estrías cuticulares generalmente continuas. Área ventral redondeada. Zona de la cola mayormente elipsoidal y despejada (59, 64), carácter que aparece como distintivo en la descripción que, de esta especie, aparece en la página de la Sociedad de Nematólogos (67). Presenta, usualmente, líneas laterales cortas o llegando a los extremos del patrón, incluso, en ocasiones aparecen como pequeños campos laterales que no sobrepasan el área del períneo. En la población se presentan dos tipos de patrones, uno donde las estrías cuticulares se sitúan concéntricas a la vulva y otro donde estas se disponen concéntricas a la cola (64). Las características de los patrones coinciden con lo referido en la descripción original de la especie *M. mayaguensis* (56).

Por otra parte, en el estudio de las poblaciones foráneas de *M. mayaguensis*, provenientes de Puerto Rico y Costa de Marfil, Rodríguez (59) encontró que los patrones perineales presentaban características semejantes a *M. incognita*, destacándose que en ambas no fue frecuente la presencia de la zona de la cola despejada y elipsoidal, carácter señalado en la descripción original de Rammah y Hirschmann (56). Al respecto, se ha reconocido que esta especie, posee un patrón perineal con características variables que abarcan a poblaciones semejantes a *M. incognita* (29) y *M. arenaria* (59).

En este sentido, Torres *et al.* (69) destacaron que la configuración del patrón perineal, considerada aisladamente, no permite un diagnóstico conclusivo de esta especie, pues en muchos casos, las poblaciones presentes en Brasil, exhiben patrones semejantes a *M. incognita* o aparecen como atípicos. Patrones semejantes a los de esta última especie fueron observados también en poblaciones de *M. mayaguensis* en África (29), Brasil (12, 69) y Florida (6).

Las poblaciones estudiadas en la Florida, poseen perineales similares, en parte, a los informados en la descripción original de *M. mayaguensis*. Brito *et al.* (6) señalaron que el 70% de los especímenes exami-

nados mostraban patrones redondeados u ovoides dorso-ventralmente; sin embargo que el restante 30% presentaban arco dorsal trapezoidal similares a los que se presentan en *M. incognita*, por lo que estos patrones fueron indistinguibles de esta última especie. Estos autores plantearon que no descartan la posibilidad de que *M. mayaguensis* estuviera presente en la Florida antes del 2002, momento en que fue informada, y que su diagnóstico por parte del servicio fitosanitario fuera de *M. incognita*.

Con el objetivo de poder discriminar *M. incognita* y *M. mayaguensis*, Perichi *et al.* (52) estudiaron poblaciones de ambas especies e informaron que la posición del poro excretor en las hembras adultas puede ser empleado con este fin. Así el poro de *M. mayaguensis* se encuentra generalmente ubicado a nivel del bulbo medio, como se constata en los dibujos de la región anterior de la hembra que ofrecen Rammah y Hirschmann (52), mientras que en *M. incognita*, el poro excretor está ubicado cercano a la base del estilete. No obstante esos hallazgos, diversos autores señalan que resulta complicado distinguir *M. mayaguensis* de *M. incognita* utilizando solo caracteres morfológicos (6, 59).

La existencia de estos antecedentes y el hecho de que Rodríguez (59) encontrara en su estudio que, en una población pura de *M. mayaguensis*, hay caracteres como patrones semejantes también a los de *M. arenaria* y otros con características atípicas (aberrantes), indican la necesidad de establecer una metodología que permita a los especialistas, identificar poblaciones de *M. mayaguensis* con bajas probabilidades de error.

El estudio de machos y juveniles contribuirá a la identificación de la especie. En la población cubana de *M. mayaguensis*, estudiada por Rodríguez (59), se encontró que los machos poseen el estilete robusto con cabezas basales grandes, redondeadas e inclinadas hacia atrás. La cutícula se presenta finamente estriada transversalmente y con cuatro líneas laterales longitudinales (las dos externas areoladas). Casquete cefálico sin anillación. El hemizonidio se encontró situado de 3 a 5 anillos antes del poro excretor. Con relación a los juveniles de segundo estadio (J2), se constató la existencia de estilete delicado y hemizonidio anterior al poro excretor. Al igual que los machos, presentan 4 líneas laterales. El recto aparece dilatado, las colas delicadas que afinan gradualmente y poseen término redondeado, presentando en ocasiones, un lóbulo. Término hialino bien definido y fasmídeas distintivas. La longitud total de los J2 estuvo entre 398.8 y 500 μm ($x=446.6 \mu\text{m}$); mientras que la longitud entre la base del estilete y la apertura de la

glándula dorsal esofágica estuvo entre 3.3 a 4.1 μm ($x=3.9 \mu\text{m}$).

Los estudios complementarios desarrollados, utilizando la población cubana, permitieron establecer que el número de cromosomas somáticos de $2n = 44-45$ (valor modal $2n = 44$), apareciendo estos en forma de diadas y dispersos en la zona del núcleo (59, 64), valores que se encuentran contenidos dentro de los intervalos informados para *M. mayaguensis* ($2n = 44-45$) (60).

Por su parte, los perfiles enzimáticos, en especial los relacionados con la actividad de las esterasas han sido utilizados en los últimos años para el diagnóstico de especies de *Meloidogyne* y en especial de *M. mayaguensis*. El estudio ejecutado por Rodríguez (59) evidenció la existencia de coincidencias entre la población cubana de *Meloidogyne* y la población foránea proveniente de Puerto Rico de *M. mayaguensis* en cuanto a número de bandas de actividad esterasa no específica (formas electroforéticas) y su movilidad relativa.

Al respecto, se conoce que los informes de presencia de *M. mayaguensis* efectuados desde inicios del 2000 hasta el presente, han sido sobre la base de estudios de perfiles de isoenzimas (11), en especial de las esterasas (6, 69, 71, 74), donde las poblaciones de esta especie exhiben un perfil de alfa esterasas denominado M2.

El uso de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) con los cebadores que actúan en la región del Espacio Inter- Génico (EIG) entre los genes 18S y 5S (3) permite separar las poblaciones de *M. mayaguensis* de otras especies como *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *Meloidogyne paranaensis* Carneiro, Carneiro, Abrahantes, Castangnoni y Almeida y *Meloidogyne exigua* Goeldi (59).

También se ha empleado otros métodos basados en el uso del ADN para distinguir *M. mayaguensis* de otras especies tropicales de este género, como son el Polimorfismo de la Longitud de los Fragmentos de Restricción (RFLP) (28) y la Amplificación al Azar del DNA Polimórfico (RAPD) (4, 43). Con relación a esta última técnica, patrones RAPD de aislados de *Meloidogyne* spp., generados con el cebador o iniciador OPA-4 hicieron posible distinguir *M. paranaensis*, *M. incognita*, *Meloidogyne arabicida* López y Salazar, *M. javanica*; *M. arenaria*, *M. exigua* y *M. mayaguensis* (14).

Recientemente, Blok *et al.* (5), demostraron que la amplificación de la región del ADN mitocondrial, entre los genes *COII* e *IARN* y la región repetitiva de 63pb puede ser utilizada también para diferenciar *M. mayaguensis* de las otras especies tropicales.

Con el empleo de Hospedantes Diferenciales se pudo comprobar que la población cubana de *M. mayaguensis* (59) mostró un comportamiento similar al de poblaciones de *M. incognita* raza 2, tal y como informaran Rammah y Hirschmann (56). Esta población cubana fue capaz de atacar al tomate genotipo Guadajira (33), el cual posee el gen *Mi* de resistencia a *Meloidogyne* spp., por lo que demostró su alta virulencia y capacidad para romper estas barreras (59). Sin embargo, el estudio de poblaciones de esta especie provenientes de Florida mostraron un comportamiento similar al de *M. incognita* raza 4, lo que según Brito *et al.* (6) fue también observado en poblaciones africanas de *M. mayaguensis* y sugieren la posibilidad de existencia de razas en esta especie, aspecto que debe ser estudiado en Cuba, por las implicaciones que posee en el manejo de las poblaciones.

Presencia de poblaciones concomitantes

Las comunidades poli-específicas de nematodos parásitos de plantas son encontradas usualmente en suelos agrícolas y ecosistemas estables (1) y en el caso de los nematodos formadores de agallas es común la presencia de dos o más especies de *Meloidogyne* en el mismo campo, sistema radical y agalla (59).

M. mayaguensis ha sido encontrada frecuentemente en poblaciones concomitantes, donde convive con *M. incognita*, *M. arenaria* y *M. javanica* (7, 59, 64) y se conoce que la presencia de esta especie en poblaciones concomitantes complejiza el manejo de los nematodos formadores de agallas.

Detección

La adopción de medidas adecuadas de manejo de un organismo plaga están basadas, en primer lugar, en una certera detección e identificación de la misma (39). En Cuba, la detección y estimación de poblaciones de nematodos formadores de agallas presentes en un suelo se ejecuta a través de bioensayos con el uso de las llamadas Plantas Indicadoras (59), donde se utilizan especies y variedades de la familia Cucurbitaceae.

Bajo nuestras condiciones, la variedad de calabaza que se ha empleado históricamente en los bioensayos ha mostrado un comportamiento variable. Rodríguez *et al.* (64) y Sánchez y Rodríguez (inédito²) informaron que no constituyó buen hospedante de *M. javanica*, mostrando similar comportamiento frente a poblaciones de *Meloidogyne* sp.,

del cafeto (59, 63); sin embargo, Fernández *et al.* (32), informaron que la variedad RG-1 se comportó como muy susceptible a diversas poblaciones de *M. incognita* (razas 1,2 y 3), *M. arenaria* (raza 2) y *M. javanica*.

Estos hallazgos sugieren que, para el trabajo con poblaciones compuestas por diversas especies, la selección de hospedantes para el bioensayo debe realizarse previamente, con el objetivo de determinar si este posee selectividad para las especies y razas presentes, siendo recomendable el uso de la madama (*Impatiens balsamina* L.) cuando se trate de poblaciones en que *M. mayaguensis* esté involucrada en un alto porcentaje, de ahí que, debe ejecutarse el estudio de nuevas especies, para determinar su factibilidad y ser empleadas como plantas indicadoras, que permitan realizar los bioensayos teniendo en cuenta las condiciones locales: especies de nematodo predominantes, disponibilidad material de siembra; entre otros.

Los resultados obtenidos por Rodríguez (59) señalaron a la madama como el hospedante favorable para la realización de los bioensayos en aquellos suelos donde se posee evidencia o sospecha de la presencia de *M. mayaguensis*. Además de esta característica, otras no menos importantes son el hecho de que esta planta produce abundantes semillas y es bastante rústica, lo que la convierte en una opción práctica para estos fines.

Plantas Hospedantes: Implicaciones en el manejo

El efecto que ejercen los factores físicos del entorno (suelo) en el establecimiento y desarrollo de las poblaciones de nematodos resulta importante, sin embargo, es vital la función del hospedante como componente del ecosistema, ya que representa el alimento y es quien, en última instancia, determina el tipo y cuantía de los organismos que se encuentran en la rizosfera y como interactúan ya sea positiva o negativamente con los nematodos.

Se conoce que, una parte de las especies de nematodos formadores de agallas son polífagas. Según Jepson (39) cada una de las cuatro especies "mayores" (*M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* y *M. hapla* Chitwood) parasita un gran número de hospedantes con representantes en casi todas las familias botánicas.

M. mayaguensis, aparece en el panorama mundial como una especie polífaga, que parasita plantas

² Sánchez, Lourdes y Mayra G. Rodríguez. (1998): Complejo de especies de *Meloidogyne* presentes en tabaco y evaluación de plantas indicadoras para su detección. Informe de investigación. CENSA. 6 pp.

de cultivo, ornamentales y arvenses (Tabla 1), lo que constituye un elemento a tener en cuenta en el diseño e implementación de estrategias de manejo.

La utilización de tácticas como la rotación de cultivos y el uso de variedades o portainjertos resistentes debe ser antecedida por la evaluación de los genotipos a emplear antes de ser llevados a campo.

Por su parte, debido a la importancia de esta especie de *Meloidogyne*, numerosos grupos de investigadores han evaluado la capacidad hospedante de diversos cultivos en condiciones semicontroladas, resultados que se presentan en la Tabla 2. En ella se puede constatar que especies pertenecientes a familias botánicas como Fabaceae, Cucurbitaceae, Rubiaceae, Brasicaceae, Myrtaceae y Solanaceae son parasitadas.

TABLA 1. Hospedantes parasitados naturalmente por *M. mayaguensis*. / *Natural hosts for M. mayaguensis*

Nombre Común	Nombre científico	Referencia
Árboles de sombra	-	28
Ornamentales varias	<i>Ajuga reptans</i> ; <i>Brugmansia</i> sp.; <i>Brugmansia</i> x 'Sunray'; <i>Calistemon viminalis</i> ; <i>Calistemon</i> sp.; <i>Clerodendrum ugandense</i> ; <i>Lantana</i> sp.; <i>Myrica cerifera</i> ; <i>Solandra maxima</i> ; <i>Tecomaria capensis</i> ; <i>Tibouchina</i> x <i>compacta</i> ; <i>Tibouchina</i> x <i>elegans</i> ; <i>Mezcla de raíces de Thunbergia</i> spp.; <i>Tithonia</i> spp.; <i>Tibouchina</i> spp.; <i>Torenia</i> spp. y <i>Trachelospermum</i> spp.	7
-	<i>Amaranthus hybridus</i>	68
Piña	<i>Ananas comosus</i>	15
Angelonia	<i>Angelonia angustifolia</i>	39
Arvenses	Arvenses varias	28
Romerillo	<i>Bidens pilosa</i>	9, 18, 76
Chile	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>longum</i>	35
Pimiento	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>annuum</i> , Portainjerto resistente <i>C. annuum</i> cv. Silver	7, 15.
Papaya	<i>Carica papaya</i>	68
Cactus	<i>Cereus fernambucensis</i>	68
Yerba de la niña	<i>Chamaesyce próstata</i>	68
Ortiga	<i>Cnidioscolus urens</i>	68
Cafeto	<i>Coffea arabica</i> / <i>Coffea canephora</i>	20, 36, 59, 60, 64, 72, 74
Calabaza	<i>Cucurbita moschata</i> , <i>Cucurbita pepo</i>	15, 73
Clavel chino	<i>Emilia sonchifolia</i>	68
Achicoria de cabra	<i>Erechtites hieracifolius</i>	15
Diciplinilla	<i>Euphorbia tirucalli</i>	68
-	<i>Hidrocotyli bonariensis</i>	68
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> / <i>L. esculentum</i> cv. Andrea y cv. Debora	7, 15
Acerola o semeruco	<i>Malpighia puniceifolia</i> ; <i>Malpighia glabra</i>	47, 68, 72
Albahaca	<i>Ocimum</i> sp.	7, 35
Orquídea nativa (Brasil)	<i>Oeceoclades maculata</i>	15
Maracuya	<i>Passiflora mucronata</i>	68
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> ; <i>Psidium guajava</i> cv. Paluma, <i>Psidium guajava</i> cv. Cotorrera, <i>P. guajava</i> cv. Dimple, <i>P. guajava</i> (viveros en Indias Occidentales Francesas – Caribe) <i>P. guajava</i> cv. Ogawa	64, 65, 7, 35, 55, 70. 40, 67
Higuereta	<i>Ricinus communis</i>	55
Sucanga (Brasil)	<i>Senefeldera multiflora</i>	42
Arvenses	<i>Senna</i> spp.; <i>Emilia sonchifolia</i> ; <i>Chamaesyce prostata</i> ; <i>Passiflora mucronata</i>	41, 64
-	<i>Senna alata</i>	45, 69
-	<i>Solanum americanum</i>	68
Berenjena	<i>Solanum melogena</i>	7
	<i>Talinum triangulare</i>	68

TABLA 2. Hospedantes evaluados con inoculaciones de *M. mayaguensis* en condiciones semicontroladas./
M. mayaguensis hosts evaluated under semicontrol conditions

Nombre vulgar	Nombre científico	Referencia
Acacia	<i>Faidherbia albida</i> ; <i>Acacia seyal</i> ; <i>Acacia holosericea</i>	22
Albahaca dulce	<i>Ocimum basilicum</i>	8
Apio	<i>Apium graveolens</i> cv. Utah	62
Berenjena	<i>Solanum melongena</i> cv. F1-100; <i>S. melongena</i> cv. Black Bell.; <i>Solanum melongena</i> cv. Black Beauty	8, 59, 62
Brócolis	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> cv. Waltham	8
Cafeto	<i>Coffea arabica</i> cv. Mundo Novo	14
Calabaza	<i>Cucurbita</i> sp. cv. Fifi; <i>Cucurbita</i> sp. cv. Marucha	62
Calabaza amarilla	<i>Cucurbita pepo</i> cv. Yellow Crook Neck	8
Canavalia	<i>Cannavalia ensiformis</i>	8, 19, 62
Caupi	<i>Vigna unguiculata</i> cv. 'IPA-206'; <i>V. unguiculata</i>	8, 51
Col	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>esculenta</i>	8
Crotalaria	<i>Crotalaria juncea</i>	51
Frijol común	<i>Phaseolus vulgaris</i> cv. Icapijao; <i>P. vulgaris</i> cv. 'IPA-9'	51, 62
Frijol lima o frijol caballero	<i>Phaseolus lunatus</i>	19
Frijol mungo	<i>Phaseolus aureus</i> syn. <i>Vigna radiata</i> var. <i>radiata</i>	19
Guayabo	<i>Psidium guajava</i> cv. Cotorrera	62
Melón	<i>Cucumis melo</i> ; <i>Citrullus lunatus</i> cv 'Crimson Sweet'	50, 69
Melón de agua	<i>Citrullus lunatus</i> cv. Grimson Sweet	8
	<i>Brassica oleracea</i> cv. Florida Broad Leaf	8
Papa	<i>Solanum tuberosum</i> var. Desirée	62
Perejil	<i>Petroselinum crispum</i> cv. Plain	62
Pimiento	<i>Capsicum annuum</i> cv. California Wonder	62
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i> cv. Detroi	62
Tabaco	<i>Nicotiana tabacum</i> var. Paraguay x Claro; <i>N. tabacum</i> H-92; <i>Nicotiana tabacum</i> cv. Virginia; <i>Nicotiana tabacum</i> cv. Criollo; <i>Nicotiana tabacum</i>	21, 23, 62
Tomate	<i>L. esculentum</i> cv. 'Santa Cruz'; <i>L. esculentum</i> cv. 'Viradouro': Portador de gen <i>Mi</i> , que confiere resistencia a <i>Meloidogyne</i> spp.; <i>L. esculentum</i> cv. Guadajira: Resistente a poblaciones de <i>M. incognita</i> y <i>M. arenaria</i> . (30); <i>L. esculentum</i> var. Campbell 28; <i>L. esculentum</i> var. Rossol: Posee diferentes grados de resistencia a <i>Meloidogyne</i> spp.; <i>L. esculentum</i> var. INCA 17; <i>L. esculentum</i> cv. Solar Set; <i>L. Esculentum</i> cv. Florida 47; <i>L. esculentum</i> cv. Roma	17, 25, 29, 51, 62
-	<i>Ziziphus mauritiana</i>	21

Al estudiar los resultados obtenidos por los diferentes grupos de investigadores que trabajan con *M. mayaguensis* se puede constatar la gran variabilidad en la capacidad como hospedantes de diversas plantas para esta especie de *Meloidogyne*. En este aspecto, poblaciones de Brasil que parasitan guayaba no lo hacen en cafeto (Hidalgo, comunicación personal³).

Debido a que una de las medidas de manejo de nematodos más efectivas, lo constituye la rotación de cultivos, en especial en áreas productoras de hortalizas, papa, ornamentales anuales, frijoles y otros cultivos no perennes, resulta imprescindible evaluar los cultivos frente a la población de nematodos formadores de agallas antes de llevarse al campo, de ahí la necesidad de continuar este tipo de estudio para el caso de la población cubana de *M. mayaguensis*.

³ Dr. Leopoldo Hidalgo. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Informaciones obtenidas en intercambio con especialistas de la Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuarias, 2007.

Sintomatología y Daños

Las interacciones de los nematodos parásitos de plantas y sus hospedantes son complejas y dinámicas y pueden abarcar, dependiendo de las especies, la estimulación de la eclosión de los huevos, atracción al hospedante, penetración y migración en los tejidos, el reconocimiento de los tejidos favorables para el establecimiento del sitio de alimentación y la elaboración de células modificadas en el hospedante (37).

El parasitismo de los nematodos en las raíces puede (y tiene) un impacto dramático en la fisiología y crecimiento de las plantas. Los síntomas que provocan son variados y están directamente relacionados con los niveles de nematodos en las raíces (37).

En Cuba, Rodríguez (59), describió la sintomatología provocada en cafeto por poblaciones mixtas de *M. mayaguensis* (especie en mayor proporción), *M. incognita* y *M. arenaria*, señalando que, más del 30% de las plantas afectadas presentaban alto grado de defoliación, muy marcada en las ramas de las zonas baja y media de la copa. Gran parte de las hojas que permanecían en las plantas estaban cloróticas, excepto la parte superior correspondiente a la zona de crecimiento donde estas eran verdes. Las plantas con estos síntomas exhibían escasa producción de cerezas. Las más afectadas podían ser extraídas con relativa facilidad y muchas morían. El cuadro de síntomas aparece generalmente en forma de parches en los campos, tanto en las laderas de elevaciones como en la base de estas.

En las áreas estudiadas, el 57.2% de las plantas evaluadas exhibían agrietamiento en la zona del cuello de la raíz y parte baja del tronco, que alcanzaba entre 20-25cm de altura en el tronco, este puede presentarse como una pequeña herida o en todo el perímetro del tronco en esta zona baja, presentando suberización de la zona afectada dándole una apariencia corchosa. Las raíces secundarias se observaron también agrietadas. En aquellas plantas donde la afectación era severa se producía la pérdida del sistema de raíces secundarias, la raíz se engrosaba y las zonas de las rajaduras se presentaban más oscuras. Cuando estas áreas afectadas se seccionaron longitudinalmente, se constató la presencia de hembras de *Meloidogyne*, formando hileras a lo largo de las rajaduras.

En numerosas plantas produce una proliferación de raicillas que parten perpendicularmente de la zona de la raíz por debajo del cuello, y gran parte de estas raicillas estaban agalladas y los cecidios, de hasta 5mm de diámetro, aparecían individualmente o for-

mando collares, en muchos casos se presentó agrietamiento del tejido de la superficie en los mismos y en su interior se encontraron hembras en todos los estadios de desarrollo.

Por su parte, en las plantas afectadas por *Meloidogyne* spp., con predominio de *M. mayaguensis*, se pudieron observar síntomas radicales similares a los descritos para *C. arabica*, en las plantas de *C. canephora*, aunque las rajaduras ocuparon, solo $\frac{1}{4}$ del perímetro del tronco, de manera general. Se observaron agallas pequeñas en las raíces superficiales que se desarrollaban en los primeros 30 cm de profundidad (59). En dicho estudio, bajo las condiciones en que se desarrolló la evaluación, *C. canephora* se comportó como tolerante al complejo de *Meloidogyne* donde *M. mayaguensis* fue la especie mayoritaria en la población, aunque cuando el nivel de la población aumentaba se producían afectaciones (31, 59).

En hortalizas, se observó que en plantas de pimiento parasitadas por una población mixta de *M. mayaguensis* y *M. incognita*, en Brasil, presentaron clorosis, disminución del crecimiento, marchitamiento en las horas más calientes del día y una consecuente reducción de la cantidad y calidad de los frutos. Los sistemas radiculares severamente infestados por los nematodos presentaron pobre desarrollo con un gran número de agallas y ausencia de raíces secundarias (18).

En la actualidad, *M. mayaguensis* constituye una de las especies de nematodos formadores de agallas de importancia para América Latina. Al respecto, Carneiro *et al.* (13) la incluyen entre las que mayores daños ocasionan al cultivo del cafeto.

Investigadores brasileños, desarrollan desde el año 2003, investigaciones en la Universidad Estadual del Norte Fluminense y han determinado, que en guayaba (*P. guajava*) aun con la aplicación de materia orgánica como táctica de manejo, las pérdidas han llegado al 30%, teniendo en cuenta que las dos variedades que usan, Paluma y Ogawa, son altamente susceptibles a *M. mayaguensis* (72), planteándose que podría aniquilar la producción de guayaba (2).

En un estudio ejecutado, comparando la patogenicidad *M. mayaguensis* con *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* y *M. floridensis* en tomate, se encontró que *M. mayaguensis* exhibió la mayor producción de huevos y porcentaje de agallamiento en las raíces, donde el tamaño de las agallas fueron además inusualmente grandes (16), lo que podría estar relacionado con la agresividad de esta especie.

Además de afectar frutales como guayaba, *M. mayaguensis* fue encontrada en el estado de São Paulo, Brasil, parasitando un portainjerto de pimiento y dos variedades de tomate (resistentes a *Meloidogyne*), señalando Carneiro *et al.* (2005), citados por Ciroto *et al.* (18) que dicho nematodo viene causando pérdidas en estas hortalizas en los municipios de Pirajúi, Santa Cruz do Rio Pardo, Reginópolis y Campos Novos Paulista.

En Guadalupe y en Martinica, *M. mayaguensis* está sistemáticamente asociado con un grave deterioro de los guayabos, llegando, incluso, a causar la muerte de los árboles jóvenes de 5 a 7 años de haber sido plantados. Esta especie emergente de nematodo por el momento limitada a las zonas tropicales, tiene importantes capacidades parasitarias y representa actualmente una amenaza, ante su eventual introducción y aclimatación en Europa (55).

Prácticas utilizadas y/o estudios de nuevas tácticas para su posible uso en el manejo de las poblaciones de *M. mayaguensis*.

Medidas de exclusión: En Cuba se ejecutan medidas cuarentenarias para evitar la diseminación de *M. mayaguensis* desde hace más de 15 años (61), lográndose que la especie tenga en la actualidad una limitada distribución en el país.

En Brasil, investigadores y autoridades sanitarias han determinado la necesidad de establecer medidas de exclusión (70, 72) para detener la rápida diseminación del parásito en estados productores de guayaba.

Material de siembra: Se recomienda el uso de plántulas certificadas en el caso de guayabo (72) y cafeto (31), para evitar que el parásito sea introducido a nuevas áreas.

Evaluación de genotipos para su uso en programas de manejo: Han sido desarrollados estudios de capacidad hospedante de diversas especies, líneas y variedades y sus resultados se recogen en la Tabla 2, donde se exponen los hospedantes de *M. mayaguensis*. Plantas de muy diversas familias botánicas son hospedantes de este nematodo, por lo que se hace difícil el diseño de estrategias de manejo que incluyan la rotación de cultivos.

Sin embargo, se conoce que el maní forrajero (*Arachis pintoii* L.) no fue capaz de mantener y multiplicar las especies *M. incognita* y *M. mayaguensis*, aseverando Queneherve *et al.* (54) que, esta planta tampoco es hospedante de las principales especies de nematodos agalladores. Según estos autores, el uso de dicha planta tiene como ventajas: la existen-

cia de semillas comercializadas, la propagación por semilla o vegetativa; no es hospedante de varias especies de nematodos incluido *Meloidogyne* spp., es compatible como planta de cobertura y el aporte de aproximadamente 60 kg. ha⁻¹ al año de nitrógeno al suelo. Por su parte, señalan como inconvenientes: que son plantas hospedantes de nematodos endoparásitos migratorios, como *Radopholus similis* y *Pratylenchus coffeae*; de instalación lenta y la necesidad de inocular la bacteria específica asociada.

La introducción y la utilización de *A. pintoii* como planta de cobertura en plantaciones podría pues efectuarse en sitios en Martinica y las Antillas en otros agrosistemas distintos que aún no se han experimentado, sobre todo en huertas de frutales, como los cítricos y sobre todo, para los guayabos que sufren graves ataques de *M. mayaguensis* en las Antillas (54).

En Venezuela, Crozzoli *et al.* (19), evaluaron diversas especies, líneas y variedades de leguminosas y encontraron que *P. vulgaris* cv. MGM-10-02-35 fue resistente a *M. mayaguensis*, genotipo que pudiera constituirse en una opción para emplear en suelos infestados con esta especie de nematodo.

El uso de patrones tolerantes está siendo evaluado en el cultivo de guayaba (*P. guajava*), uno de los más afectados en el continente, por especialistas de Martinica (44), quienes introdujeron en 1999, desde Costa Rica a *Psidium friedrichstalianum* (Berg.) Nied. El que no ha mostrado incompatibilidad con las variedades actuales de guayaba. Según estos autores, la técnica para injertar está bajo ensayo para mejorar el porcentaje de éxito y se desarrollan experimentos de campo para determinar la eficacia de esta asociación a largo plazo, el crecimiento del árbol, la productividad y la calidad de la fruta.

Inspecciones a las plantaciones establecidas:

Resulta muy conveniente, efectuar muestreos para determinar nuevas áreas infestadas y en el caso de frutales como la guayaba, en Brasil indican a los productores la búsqueda de síntomas como la presencia de hojas con bordes amarillos o rojizos y la presencia de agallas en las raíces (72) como indicativo de la presencia del nematodo, para tomar medidas que van desde la aplicación de materia orgánica y productos químicos, hasta la eliminación de las plantas afectadas.

En Cuba, se ejecuta de forma anual una encuesta para *M. mayaguensis* (61), y así determinar la presencia del nematodo en nuevas áreas y los niveles poblacionales en las zonas donde está presente, como elemento base para establecer medidas de manejo, sin embargo, resulta necesario perfeccionar el méto-

do de detección y diagnóstico para esta especie, toda vez que posee características que hacen posible sea confundida con otras especies de *Meloidogyne* de amplia distribución en nuestro país.

Tratamiento con productos comerciales en áreas infestadas: Hace una década, en Sudáfrica, en guayaba se comenzó a emplear el nematicida Cadusofos (100g.kg^{-1} a razón de 10g.m^{-2}) en la zona de irrigación, siendo duplicado al siguiente año, observándose que al tercer año, los árboles con infestaciones de *M. mayaguensis* mostraban buenas condiciones (76).

En Brasil, se estudió el efecto de la Abamectina y el Cadusofos en la reducción de las poblaciones de *M. mayaguensis* en el cultivo de la guayaba, teniendo en cuenta la especial problemática que poseen los productores de esta fruta en dicho país con la dispersión y daños provocados por este nematodo.

Moreira *et al.* (51) evaluaron la eficiencia de las dosis 2, 4 y 8 mL. planta⁻¹ de Abamectina (diluida en 5 litros de agua, para cada planta) y de Cadusofos, 22.5 g de producto comercial.planta⁻¹(incorporado el suelo), aplicados al ruedo de las plantas, en tres aplicaciones con intervalos de 30 días. A los 60 días desde la primera aplicación, se extrajeron muestras de suelo y raíces, que fueron procesadas por el método de Embudos de Baermann y se contabilizó la población total de juveniles de segundo estadio, para determinar el porcentaje de eficiencia de los tratamientos. En este estudio, todos los tratamientos produjeron reducciones de la población en suelo y raíces, pero las mayores se produjeron con las dosis de Abamectina de 4 y 8 mL. planta⁻¹, (48% en suelo y 66% en raíces y 44% -51% respectivamente). Por su parte, el Cadusofos, produjo reducciones de la población de 71% en suelo y 10% en las raíces.

Se ha informado que investigadores brasileiros han evaluado tácticas como la aplicación de abundantes volúmenes de materia orgánica en las plantaciones de guayabo afectadas por *M. mayaguensis* con resultados favorables y que han obtenido respuesta de resistencia en un material evaluado que debe ser estudiado ahora como portainjerto de *P. guajava* (72).

Prospección y Evaluación de Agentes de Control Biológico: Dos aislamientos de *Arthrobotrys oligospora* Fresenius fueron aislados y evaluados en Senegal, como agentes de control biológico, los que atraparon el 87% de los juveniles de segundo estadio de *M. mayaguensis* en experimentos *in vitro*. En el estudio ejecutado en macetas, el índice de agallamiento (evaluado según escala de Zeck) fue

menor (grado 2) en los tratamientos con los dos aislamientos del hongo, difiriendo significativamente del tratamiento con nematodos sin el agente de control biológico, donde el valor fue de 4, teniendo igual comportamiento el Índice de reproducción del nematodo. Cuando se evaluaron los aislamientos en condiciones de campo, uno de ellos, el denominado ORS 18692 S7 produjo menor índice de agallamiento y una disminución de las poblaciones (25). En este estudio, los autores plantearon que este aislamiento podría contribuir al control de *M. mayaguensis* dentro de programa MIP, pero señalaron que se necesitaban otros estudios.

A pesar de que se plantea que estos hongos atrapadores no presentan especificidad en su acción sobre estados vermiformes de nematodos, Duponnois *et al.* (26) informaron que los aislamientos ORS 18690 S2, ORS 18692 S5 y ORS 18692 S7 atraparon juveniles de *M. mayaguensis* en diferentes proporciones, pero no capturaron juveniles de *M. incognita* y *M. javanica*. En su estudio, estos autores hacen referencia a que la acción "atrapadora" de estos hongos está bien estudiada y que tiene relación con la existencia de glicoproteínas compatibles, como las lectinas, en la cutícula de los juveniles, aseverando que la mejor diana de los aislamientos Saharianos de *Arthrobotrys* fue *M. mayaguensis*.

No obstante, los resultados satisfactorios de estos ensayos con tomate y tabaco (23), así como el hecho de que los investigadores de ORSTOM- Francia, habían hallado el método de reproducir el hongo en bloques de estiércol y otros desechos (21), está disponible poca información acerca de su uso ulterior en las condiciones de África, contando solo con el informe de que la actividad antagónica de *A. oligospora* es mayor cuando están presentes hojas de *Acacia holoserica* (24).

Duponnois *et al.* (26) sugirieron evaluar inóculo dual de *A. oligospora* y *Pausteria penetrans* (Thorne) Sayre y Starr, el cual podría tener un gran potencial para el control de *M. mayaguensis* en campo, sin embargo, en estudios ejecutados por Trudgill *et al.* (71), este nematodo se comportó como resistente a la infección por *P. penetrans*. En la Florida, no se encontraron juveniles de *M. mayaguensis* infectadas de *P. penetrans* (7), aspecto que debe continuar siendo objeto de investigaciones, teniendo en cuenta la diversidad de aislamientos que se posee de esta bacteria.

En Brasil se trabajará en la búsqueda de agentes de control biológico para el manejo de *M. mayaguensis* con la colaboración de especialistas cubanos (2, 34).

Modificaciones en la rizosfera: Se conoce que factores relacionados con el ambiente (planta-suelo) poseen influencia en la composición y cantidad de los exudados radiculares y que estos a su vez, ejercen influencia en la eclosión de los huevos de los nematodos. La modificación de los factores que provoquen retardo en la eclosión de los huevos, podrían tener influencia en el manejo de las poblaciones.

En el caso de *M. mayaguensis*, Siqueira *et al.* (66) desarrollaron un estudio para determinar el efecto de los lixiviados de caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp, cv. Epace 10) inoculado con *Glomus etunicatum* Becker y Gerdemann y/o *Bradyrhizobium* sp. sobre la eclosión de los huevos de esta especie y en los de *M. incognita* y *M. javanica*. Estos autores encontraron que la eclosión de los huevos en *Meloidogyne* varía con el tipo de lixiviado y el tiempo de exposición a estos. Para la especie *M. mayaguensis*, la mayor eclosión ocurre en agua y en los lixiviados de caupí inoculado con una mezcla de estirpes de *Bradyrhizobium* sp., seguida de los valores obtenidos en los lixiviados de caupí cv. Epace 10 con *G. etunicatum* + *Bradyrhizobium* sp.

Estos elementos son importantes si van a utilizar estos organismos en condiciones de campo, resultando necesario en nuestras condiciones, la evaluación del comportamiento de este parámetro en plantas tratadas con EcoMic® u otro producto/organismo con función similar, sabiendo que no constituyen agentes de control biológico y que su efecto sobre las poblaciones de *Meloidogyne* es variable.

Extractos y/o productos de origen botánico: Según Jourand *et al.* (40), la habilidad de las especies de *Crotalaria* de fijar nitrógeno por la simbiosis con organismos como *Bradyrhizobium* sp. o *Methylobacterium* sp., han hecho que se utilicen frecuentemente en los sistemas agrícolas y teniendo en cuenta que algunas leguminosas han mostrado alta resistencia a nematodos formadores de agallas, el uso de *Crotalaria* sp., aparece como una alternativa muy interesante para reducir las poblaciones en los suelos agrícolas.

Estos autores evaluaron *in vitro* la producción de parálisis en los segundos estados juveniles de tres importantes especies para la agricultura mundial: *M. incognita*, *M. javanica* y *M. mayaguensis* por los extractos acuosos de raíces y tallos frescos de 15 especies de *Crotalaria* procedentes de África Occidental. En este estudio se demostró que la acción de las especies de este género varía con la especie de nematodo evaluada. De las especies evaluadas, los extractos de raíces de *Crotalaria atrorubens* y *Crotalaria lathyroides* fueron más efectivos sobre *M. mayaguensis*; mientras que los extractos de tallos de

C. grantiana fueron efectivos contra las tres especies de nematodos.

En este estudio se discute la sostenibilidad del uso de extractos y se aconseja el uso de *Crotalaria* como abono o enmienda verde y/o intercalado en plantaciones, evaluando antes el efecto nematostático de las partes u órganos a emplear, aspecto que debe ser evaluado en Cuba.

Aplicaciones de materiales orgánicos: El efecto reductor de los abonos y otros materiales orgánicos sobre las poblaciones de fitonematodos es bien conocido. En este sentido, Sousa *et al.* (68) evaluaron cuatro aplicaciones de estiércol vacuno curado (60kg.planta⁻¹ a intervalos de 120 días entre cada aplicación), incorporando dicho material en el área del ruedo de las plantas de guayaba. También el uso de estiércol curado mezclado con 200g de torta de neem (*Azadirachta indica* A. de Jussieu) (con intervalos de 105 días entre los tratamientos) y un tercer tratamiento con estiércol complementado con follaje de *Mentha* sp. y *Mucuna aterrina* Hol. En todos los casos se produjeron reducciones sustanciales de la población de *M. mayaguensis* en el suelo de guayaba y aumento en los rendimientos.

CONCLUSIONES

M. mayaguensis constituye una importante plaga en cultivos relacionados con la alimentación y con otros generadores de rubros exportables en nuestra región. Las dificultades para su diagnóstico certero y su rápida distribución en algunos territorios sugieren la necesidad de desarrollar estudios conducentes a determinar su distribución y hospedantes naturales, optimizar métodos de diagnóstico y determinar la variabilidad morfológica y patogénica de sus poblaciones, así como la evaluación de variedades y tácticas para el diseño de programas de manejo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Dra. Yaima Arocha (CENSA) por su colaboración en el suministro de información para la elaboración de este artículo.

REFERENCIAS

1. Abawi, G.S. y Chen, J. (1998): Concomitant Pathogen and Pest Interactions. En *Plant and Nematode Interactions*. K. Barker, G. Pederson, G. Windham (Eds). Agronomy Monograph No 36. Madison, Wisconsin, USA. Pp. 135-158.

2. Anónimo (2006): Cultura da goiaba enfrenta problemas. (En línea). Disponible en http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=11093 (Consulta: 2-7-07).
3. Blok, Vivian C.; Phillips M. S. y Fargette, M. (1997): Comparison of sequences from ribosomal DNA Intergenic Region of *Meloidogyne mayaguensis* and others Major Tropical Root-Knot Nematodes. *J. Nematol.* 29(1): 16-22.
4. Blok, Vivian C.; Phillips, M.S.; McNicol, J.W. y Fargette, M. (1997): Genetic variation in tropical *Meloidogyne* spp. as shown by RAPD-PCR. *Fundamental and Applied Nematology.* 20: 127-133.
5. Blok, Vivian C.; Wishart, Jane; Fargette, Mireille; Berthier, Karine y Phillips, M.S. (2002): Mitochondrial DNA differences distinguishing *Meloidogyne mayaguensis* from the major species of tropical root-knot nematodes. *Nematology.* 4(7): 773-781.
6. Brito, Janete, Powers, T.O.; Mullin, P.G.; Inserra, R.N. y Dickson, D.W. (2004): Morphological and Molecular Characterization of *Meloidogyne mayaguensis* Isolates from Florida. *J. Nematol.* 36(3): 232-240.
7. Brito, Janete A.; Stanley, J.; Cetintas, R.; Powers, T.; Inserra, R.; McAvoy, G.; Mendes, Maria; Crow, B. y Dickson, D. (2004): *Meloidogyne mayaguensis* a new plant nematode species, poses threat for vegetable production in Florida. 1-6. (En línea). Disponible en <http://www.mbao.org.2004.proceeding08.pdf> (Consulta: 3-7-07).
8. Brito, J.A.; Stanley, J.; Mendes, M. L.; Cetintas, R. y Dickson, D.W. (2007): Host status of selected cultivated plants to *Meloidogyne mayaguensis* in Florida. *Nematropica.* 37(1): 65-71.
9. CAB International (2001): *Meloidogyne mayaguensis*. En *Crop Protection Compendium*, global module, 3rd edition. Wallingford, UK: CAB International.
10. Carneiro, Regina M.D.G.; Almeida, Maria R.A. y Queneherve, P. (2000): Enzyme phenotypes of *Meloidogyne* spp. Populations. *Nematology.* 2(6): 645-654.
11. Carneiro, Regina M.D.G.; Almeida, María R.A. y Carneiro, R.G. (1996): Enzyme phenotypes of brazilian populations of *Meloidogyne* spp. *Fundam. Appl. Nematol.* 19(6): 555-560.
12. Carneiro, Regina M.D.G.; Moreira, W.A.; Almeida, María R.A. y Gomes, A.C.M.M. (2001): Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. *Nematol. Bras.* 25: 223-228.
13. Carneiro, Regina M.D.G.; Barros, E.V.S.A.; Goncalves, W. y Pereira, A.A. (2006): Reaction of *Coffea arabica* genotypes to *Meloidogyne* spp. (En línea). Disponible en http://www.asic-cafe.org/pdf/abstract/PA200_2006.pdf. (Consulta: 2-7-2007).
14. Carneiro, Regina M.D.G.; Tigano, Myrian; Randig, O.; Almeida, Maria R.A. y Sarah, J.L. (2004): Identification and genetic diversity of *Meloidogyne* spp. (Tylenchida: Meloidogynidae) on coffee from Brazil, Central America and Hawaii. *Nematology.* 6(2): 287-298.
15. Carneiro, Regina M.D.G.; Mônico Amaral, Ana P. Do; Peruzzo, Marcela; Nakamura, Kelly C. y Scherer, Alexandra (2006): Identificação de *Meloidogyne mayaguensis* em Goiabeira e em plantas invasoras, em solo argiloso, no Estado do Paraná. *Nematol. Bras.* 30(3): 293-298.
16. Cetintas, R.; Dickson, D.; Brito, Janete y Nyczepir, A. (2005): Pathogenicity of *Meloidogyne mayaguensis* compared with *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* and *M. floridensis* on tomato in microplots in Florida. *J. Nematol.* 37: 361.
17. Cetintas, R.; Kaur, R.; Brito, Janete. A.; Mendes, M.L.; Nyczepir, A. y Dickson, D. (2007): Pathogenicity and reproductive potential of *Meloidogyne mayaguensis* and *Meloidogyne floridensis* compared with three common *Meloidogyne* spp. *Nematropica.* 37(1): 21-31.
18. Ciroto, P.A.; Resende, O.F.; Quintanilha, A.P. y Carneiro, Regina M.D.G. (2007): Resistência de cultivares de *Capsicum annum* a *Meloidogyne* spp. En: *27º Congresso Brasileiro de Nematologia*. Universidade Federal de Goiás. Brasil.
19. Crozzoli, R.; Perichi, G.; Perez, D. y Espinosa, M. (2006): Response of some legumes to Venezuelan population of root knot nematode *Meloidogyne mayaguensis*. *Nematropica.* 36(2): 120.

20. Decker, H. y Rodríguez, María E.. (1989): Über das Auftretendes Wurzelgallennematoden *Meloidogyne mayaguensis* an *Coffea arabica* in Kuba. *Wiss. Z. WPU. Rostock. N-Reihe.* 38(3): 32-34.
21. Duponnis, R.; Gueye, M.; Mustapha, A. y Sene, Veronique (1997): Champignons contre nématodes lutte biologique au Sénégal. *ORSTOM Actualites.* 54: 35-39.
22. Duponnis, R.; Tabula, T.K. y Cadet, P. (1997): Étude des interactions entre trois espèces d'Acacia (*Faidherbia albida* Del., *Acacia seyal* Del., *A. holosericea* A Cunn. ex G. Don) et *Meloidogyne mayaguensis* au Sénégal. *Can. J.. Soil Science.* 77(3): 359-365.
23. Duponnois, R.; Mateille, T. y Ba, A. (1997): Potential effects of sahelian nematophagous fungi against *Meloidogyne mayaguensis* on tobacco (*Nicotiana tabacum* L. var. Paraguay x Claro). *Ann. Du Tabac, Section 2,* 29: 61-70.
24. Duponnois, R.; Chotte, J.L., Sall, S. y Cadet, P. (2001): The effects of organic amendments on the interactions between a nematophagous fungus *Arthrobotrys oligospora* and the root-knot nematode *Meloidogyne mayaguensis* parasitizing tomato plants. *Biology and Fertility of Soils.* 34: 1-6.
25. Duponnois, R.; Mateille, T. y Gueye, M. (1995): Biological characteristics and effects of two strains of *Arthrobotrys oligospora* from Senegal on *Meloidogyne* species parasitizing tomato plants. *Biocontrol Sci. and Technology.* 5: 517-525.
26. Duponnois, R.; Mateille, T.; Sene, V.; Sawadogo, A. y Fargette, Mireille (1996): Effect of different West Africans species and strains of *Arthrobotrys* nematophagous fungi on *Meloidogyne* species. *Entomophaga.* 41(3/4): 475-483.
27. Fargette, Mireille; Davies, K.G; Robinson, M.P. y Trudgill, D.L. (1994): Characterization of resistance breaking *Meloidogyne incognita* - like populations using lectins, monoclonal antibodies and spores of *Pausteria penetrans*. *Fundam. Appl. Nematol.* 17(6): 537-542.
28. Fargette, Mireille; Phillips, M.; Blok, Vivian C.; Waugh, R. y Trudgill, D. (1996): An RFLP study of the relationships between species, populations and resistance-breaking lines of tropical species of *Meloidogyne*. *Fundam. Appl. Nematol.* 19(2): 193- 200.
29. Fargette, Mireille y Braaksma, R. (1990): Use of esterase phenotype in the taxonomy of the genus *Meloidogyne*. 3. A study of some "B" race lines and their taxonomic position. *Revue Nématol.* 13(4): 375-386.
30. Fernández, E.; Gandarilla, Hortensia y Sariol, H. (1981): Observaciones sobre una nueva forma de *Meloidogyne* Goeldi, que ataca el cafeto (*Coffea arabica* L.) en Cuba. En *1^{ra} Jornada Científica de Sanidad Vegetal-* Cienfuegos. Tomo 3. Pp. 84-89.
31. Fernández, E.; Acosta, Oneida; García, Isabel; Cuadra, R.; Rodríguez, Mayra G.; Sánchez, Lourdes; Rodríguez, I.; López, Miriam; Lorenzo, Emma; Pérez, Alina y otros colaboradores (1993): Manejo Integrado de los nematodos del género *Meloidogyne* en el cafeto. *VIII Forum de Ciencia y Técnica.* INISAV. SNT-Ciencia y SNTAF. Ciudad Habana. 23pp (Biblioteca de Ciencia–Ministerio de Ciencia, Cuba).
32. Fernández, E.; Pérez, M.; Gandarilla, Hortensia y colaboradores. (1998): Guía para disminuir infestaciones de *Meloidogyne* spp. mediante el empleo de cultivos no susceptibles. *Boletín Técnico* (INISAV). 4(4):1-18.
33. Fernández, R.; Cabrera, J.; Rodríguez, M.C.; Espárrago, G.; González, J.A.; Báguena, M.; Encina, C.L.; Rodríguez, A. y Cuartero, J. (1999): "Guadajira" and "Gevora": Open-pollinated, procesing tomato cultivars resistant to Root Knot Nematodes and *Fusarium* Wilt. *HortScience.* 34(2): 356-357.
34. Franca, Cristina (2005): A cultura da goiaba agoniza no vale do São Francisco. FCAP/UPE. (En línea). Disponible en <http://www.portaldoagronegocio.com.br/index.php?p=texto&&idT=59> (Consulta: 3-7-2007).
35. Guimaraes, L.M.; Moura, R.M. y Pedrosa, E.M.R. (2003): Parasitismo de *Meloidogyne mayaguensis* em diferentes espécies botânicas. *Nematol. Bras.* 27: 139-145.
36. Hernández, A.; Fargette, Mireille; Moliner, V.; Ramenason, H.; Decazy, B. y Sarah, J.L. (1996): Enzymatic characterization and reproductive

- fitness on Coffee of Root- Knot Nematode population from Central America. En: *Third International of Nematology Congress*. Gosier, Guadeloupe: 85. (Abstract).
37. Hussey, R.S. y Williamson, Valerie M. (1998): Physiological and Molecular Aspects of Nematode Parasitism. En: *Plant and Nematode Interactions*. K. Barker, G. Pederson, G. Windham (Eds.) Agronomy Monograph No. 36. Madison, Wisconsin, USA. Pp. 87-108.
38. Inserra, R. y Brito, Janete (2003): Nematodes of special interest. *Triology*. 42 (1), DPI - FDACS.htm
39. Jepson, Susan (1987): *Identification of root-knot nematodes (Meloidogyne spp.)*. C.A.B. International. Wallingford, UK. 265 pp.
40. Jourand, P.; Rapior, Sylvie; Fargette, Mireille y Mateille, T. (2004): Nematostatic activity of aqueous extracts of West African *Crotalaria* species. *Nematology*. 6(5): 765-771.
41. Karssen, Gerrit y Moens, M. (2006): Root Knot Nematodes. En: *Plant Nematology*. R.N. Perry & M. Moens (Eds.). CAB International. Pp. 59-90.
42. Kaur; R.; Brito, Janete; Dickson, D.W. y Stanley, J.D. (2006): First Report of *Meloidogyne mayaguensis* on *Angelonia angustifolia*. *Plant Dis*. 90:1113.
43. Kermarrec, A.; Panoma, S.; Queneherve, P.; Mauleon, H. y Castagnone-Sereno, P. (2002): Genetic variability of *Meloidogyne mayaguensis* isolates from the Caribbean. En: *Fourth International Congress of Nematology Programme and Abstracts*. 8-13 June 2002 Tenbel, La Galletas, Arona, Tenerife, Canary Islands, Spain. CD Edited by Brill, Netherland. Pp. 139.
44. Lavigne, C.; Pigeat, C.; Bertin, Y.; Ducelier, D. y Jannoyer, M. (2007): El injerto de la guayaba (*Psidium guajava*) en el cas (*P. friedrichstalianum*) protege contra la sensibilidad al nematodo (*Meloidogyne mayaguensis*). En *II Simposio Internacional de Fruticultura Tropical. FRUTICULTURA 2007*. 17 al 21 de septiembre. Ciudad de La Habana. CD con Resúmenes y Programa.
45. Lima, I.M.; Dolinski, C.M. y Sousa, R.M. (2003): Dispersão de *Meloidogyne mayaguensis* em goiábais de São João da Barra (RJ) e relato de novos hospedeiros dentre plantas invasoras e cultivadas. En *XXIV Congresso Brasileiro de Nematologia*, Petrolina: 139 (Resúmenes).
46. Lima, I.M.; Sousa, R.M.; Silva, C.P. y Carneiro, Regina M.D.G. (2005): *Meloidogyne* spp. from preserved areas of Atlantic Forest in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Nematol. Bras*. 29(1): 31-38.
47. Lugo, Zunilde; Crozzoli, R.; Molinari, S.; Greco, N.; Perichi, G. y Jiménez-Pérez, N. (2005): Patrones isoenzimáticos de poblaciones venezolanas de *Meloidogyne* spp. *Fitopatol. Venez*. 18(2): 26-29.
48. Medeiros, J.E.; Moura, R.M. y Pedrosa, E.M.R. (2003): Novas plantas hospedeiras de *Meloidogyne mayaguensis*. En *Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Federal Rural de Pernambuco*, Recife. (CD Rom).
49. Molinari, S.; Lamberti, F.; Crozzoli, R.; Sharma, S.B. y Sanchez, Lourdes (2005): Isozyme patterns of exotic *Meloidogyne* spp. populations. *Nematol. Medit*. 33: 61-65.
50. Moreira, W.A.; Pereira, A.V.S.; Magalhães, E.E.; Lopes, D.B.; Barbosa, F.R. y Moura, A.O.S. (2003): Avaliação da eficiência de abamectina e do cadusafos na redução populacional de nematóides-das-galhas, na cultura da goiabeira. En: *XLIX Reunião Anual da Sociedade Interamericana de Horticultura Tropical e Horticultura Tropical em Regiões Semi-Áridas*. Fortaleza, CE, Brasil (Libro de Programa y resúmenes). Pp. 141.
51. Moura, R.M.; Pedrosa, E.M. R. y Guimarães, L.M.P. (2003): *Meloidogyne mayaguensis* parasitims on different plant species. *Nematol. Bras*. 27(2): 139-145.
52. Perichi, G.; Crozzoli, R. y Lugo, Zunilde (2006): Diferenciación morfológica de poblaciones venezolanas de *Meloidogyne mayaguensis* y de *Meloidogyne incognita*. *Nematropica*. 36(2): 140 (abstract).
53. Pest Alert (2002): NAPPO Phytosanitary Alert System. Un nematodo de la raiz nuevo para EU.

- (En línea). Disponible en <http://doacs.state.fl.us/~pi/enpp/nema/m-ayaguensis.html> (Consulta: 28-6-02).
54. Queneherve, P.; Bertin, Y. y Chabrier, C. (2002): *Arachis pintoi*: ¿una planta de cobertura para los bananales? Ventajas e inconvenientes desde un punto de vista nematológico. *Infomusa*. 11(1): 28-30.
 55. Queneherve, P. (2006): El estudio de microorganismos parásitos en plantas es fundamental para la protección del medio ambiente. (En línea). Disponible en http://www.mx.ird.fr/imprimer_article.php?id_article=2509 (Consulta: 23-7-07).
 56. Rammah, A. y Hirschmann, Hedwig (1988): *Meloidogyne mayaguensis* n. sp. (Meloidogynidae), a Root-Knot Nematode from Puerto Rico. *J. Nematol.* 20(1): 58-69.
 57. Rammah, A. (1989): Morphological and taxonomic studies of certain populations of *Meloidogyne arenaria* and *M. javanica*. *PhD. Thesis*. North Carolina State University. En *Dissertation Abstracts International*. 49(7): 2447.
 58. Randig, O.; Carneiro, Regina M.D.G. y Castagnone-Sereno, P. (2004): Identificacao das principais especies de *Meloidogyne* parasitas do cafeeiro no Brasil com Marcadores SCAR-Cafè em Multiplex –PCR. *Nematol. Bras.* 28(1): 1-10.
 59. Rodríguez, Mayra G. (2000): Identificación y caracterización de *Meloidogyne mayaguensis* en el café en Cuba. *Tesis en opción al Grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas*. Universidad Agraria de La Habana. Cuba. 100pp.
 60. Rodríguez, Mayra G.; Sánchez, Lourdes; Rodríguez, I. y Enrique, R. (1989): Detalles acerca de una nueva especie del género *Meloidogyne* que parasita el café en Cuba. *Rev. Protección Veg.* 4: 88-90.
 61. Rodríguez, Mayra G.; García, Isabel y Gandarilla, Hortensia (2004): Internal quarantine for *Meloidogyne mayaguensis* in Cuba. En *XXXVI Annual Meeting of Organization of Nematologists of Tropical America*. Puerto Vallarta, Jalisco. Mexico. (Programs and Abstracts). Pp. 70-71.
 62. Rodríguez, Mayra G.; Sánchez, Lourdes y Rowe, Janet (2003): Host status of agriculturally important plant families to root-knot nematode *Meloidogyne mayaguensis* in Cuba. *Nematropica*. 33(2): 125-130.
 63. Rodríguez, Mayra G.; Sánchez, Lourdes y Enrique, R. (1999): Evaluación de hospedantes para el monitoreo de poblaciones de *Meloidogyne* spp., presentes en el café. *Rev. Protección Veg.* 14(1): 51-54.
 64. Rodríguez, Mayra G.; Rodríguez, I. y Sánchez, Lourdes (1995): Especies del género *Meloidogyne* que parasitan el café en Cuba: Distribución geográfica y sintomatología. *Rev. Protección Veg.* 10: 123-128.
 65. Santos, M.S. y Abrantes, Isabel (1998): Identification of Root-Knot Nematodes. En: *A Workshop Manual for Research on Verticillium chlamydosporium as a biological control agent for Root-Knot Nematodes*. EU Project FAIR5-PL97-3444. IACR-Rothamsted, UK. Pp 64-71.
 66. Siqueira, K.M.S.; Torres, G.R.C.; Pedrosa, Elvira M.R. y Moura, R.M. (2004): Eclosão de *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne mayaguensis* em Lixiviados de Caupi Asociado a *Glomus etunicatum* e *Bradyrhizobium* sp. *Fitopatol. Bras.* 29(3): 259-262.
 67. Sociedad de Nematólogos (SON) (2002): *Meloidogyne mayaguensis* Pest Information. *Exotic Nematode Plant Pest of Agricultural and Environmental Significance to the United State*. (En línea). Disponible en www.son.org/Meloidogyne_mayaguensis_Pest_Information.htm. (Consulta: 22-7-02).
 68. Sousa, R.M.; Nogueira, M.S.; Lima, I.M.; Melarato, M. y Dolinski, C.M. (2006): Manejo do nematóide das galhas da goiabeira em Sao Joao da Barra (RJ) e relato de novos hospedeiros. *Nematol. Bras.* 30(2): 165-169.
 69. Torres, G.R.C.; Sales, R.; Nerivania, Vitorina; Rehn, C.; Pedrosa, Elvira M.R. y Moura, R.M. (2005): Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em Goiabeira no Estado do Ceará. *Nematol. Bras.* 29(1):105-107.

70. Torres, G.R.C.; Covello, Vitorina, N.; Sales, R.; Pedrosa, Elvira, M.R. y Moura, M. (2004): *Meloidogyne mayaguensis* em *Psidium guajava* no Rio Grande do Norte. *Fitopatol. Bras.* 29(5): 570.
71. Trudgill, D.; Bala, G.; Blok, Vivian C.; Daudi, A.; Davies, K.G.; Gowen, S.R.; Fargette, Mireille; Madulu, J.D.; Mateille, T.; Mwageni, W.; Netscher, C.; Phillips, M.; Sawadogo, A.; Trivino, Carmen G. y Voyoukallou, E. (2000): The importance of tropical nematodes (*Meloidogyne* spp.) and factors affecting the utility of *Pausteria penetrans* as a biocontrol agent. *Nematology*. 2(8):823-845.
72. UENF (2007): Pesquisadores discutem como conter parasita de goiabeiras: Praticamente invisível, nematóide ataca variedades mais plantadas no Norte Fluminense. Comunicación de: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Riveiro del 3 de julio 2007. (En línea). Disponible en www.uenf.br. (Consulta: 22-7-07).
73. UFRRJ (2007): Infecção natural de *Cucurbita moschata* por *Meloidogyne mayaguensis*, no Estado do Rio de Janeiro. En *Resumos do XXVI Congresso Brasileiro de Nematologia*. (En línea). Disponible en www.ufrrj.br/institutos/ib/denf/republicacao.htm. (Consulta: 6-6-07).
74. Villain, L.; Sarah, J.L.; Hernandez, A.; Charmentat, P.; Bertrand, B.; Anthony, F.; Topart, P.; Lashermes, P.; Anazueto, F. y Carneiro, Regina M.D.G. (2006): Biodiversity of Root Knot Nematodes, *Meloidogyne* spp., on Coffee in Central America. *ASIC-CAFÉ 2006*. (En línea). Disponible en http://www.asic-cafe.org/pdf/abstract/PA189_2006.pdf. (Consulta: 2-7-07).
75. Willers, P. (1997): Die aalwurmprobleem by koejawels en moontlike gebruik van kadusafos aalwurmdoder. (Guava Koejawel) *ITSC Information Bulletin*. No 293: 10-11. (Sudáfrica).
76. Willers, P. (1997): First record of *Meloidogyne mayaguensis* Rammah and Hirschmann, 1988: Heteroderidae en commercial crops in the Mpumalanga Province, South Africa. *Subtropica*. 18(2): 19-20.

(Recibido 3-8-2007; Aceptado 18-9-2007)

Huevos de *Meloidogyne* spp. infectados por:

Pochonia chlamydosporia

KlamiC
BIONEMATICIDA
BIOPREPARADO PARA EL CONTROL DE NEMATODOS AGALLEROS

La solución ideal al problema de los nematodos agalleros

KlamiC es un producto desarrollado a base de una cepa nativa seleccionada del hongo *Pochonia chlamydosporia* var. *catenulata* cepa IMI SD 187

Este hongo actúa como parásito de huevos de nematodos formadores de agallas (*Meloidogyne* spp.), los cuales constituyen una plaga de gran importancia en los sistemas intensivos de producción de hortalizas.

La elevada patogenicidad de la cepa seleccionada, junto a su capacidad para producir clamidosporas y colonizar la rizosfera de una amplia gama de cultivos hortícolas, lo hacen una alternativa ideal para el manejo de los nematodos formadores de agallas.

Del CENSA, un producto... **C-kure**