

# Nematodos fitoparasíticos que afectan cultivos agrícolas en Venezuela

Ligia Carolina Rosales

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), Unidad de Protección Vegetal, Maracay, Venezuela

## RESUMEN

La reserva de alimentos en el mundo está influenciada por múltiples factores que inciden en la cantidad y calidad de los mismos. Uno de los factores que afecta negativamente la producción agrícola es la presencia de plagas afectando los cultivos, durante el proceso productivo o en postcosecha; por eso la necesidad de incrementar la disponibilidad de alimentos debe estar vinculada a un exitoso control de plagas agrícolas. Los nematodos fitoparasíticos son una de estas plagas que silenciosamente causan grandes pérdidas y es necesario educar a los agricultores al respecto. Se realizó una revisión bibliográfica sobre los nematodos presentes en los cultivos de relevancia. En Venezuela los más importantes por los daños que causan pertenecen a los géneros *Globodera*, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus* y *Pratylenchus*. Se encuentran distribuidos en todas las zonas agrícolas afectando sus plantas hospederas. El poco conocimiento que se tiene de estos organismos entre los actores del sector agrícola y la dificultad para detectarlos en el campo, hace que las poblaciones de los mismos aumenten hasta causar cuantiosas pérdidas, sin que se aplique un control adecuado. Estos daños son aún mayores cuando se encuentran asociados a otros patógenos como hongos y bacterias. Es indispensable una correcta identificación de los organismos causales del problema para luego aplicar las medidas correctivas. Para el control o manejo de los nematodos fitoparasíticos pueden utilizarse diversos métodos, solos o combinados, entre los que destacan: agronómicos, biológicos, culturales, químicos y biotecnológicos, entre otros. Se enfatiza la importancia de un correcto diagnóstico del nematodo, previo al establecimiento del plan de manejo.

**Palabras clave:** *Globodera*, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*.

---

\*Autor de correspondencia: Ligia Carolina Rosales

E-mail: carolina.rosalesa@gmail.com

## Phytoparasitic nematodes affecting agricultural crops in Venezuela

### ABSTRAC

The world's food supply is influenced by multiple factors that affect the quantity and quality of food. One of the factors that negatively affect agricultural production is the presence of pests affecting crops during the production process or in post-harvest; therefore, the need to increase food availability must be linked to successful agricultural pest control. Phytoparasitic nematodes are one of these pests that silently cause great losses and it is necessary to educate farmers about them. A bibliographic review was carried out on the nematodes present in relevant crops. In Venezuela, the most important ones due to the damage they cause belong to the genera *Globodera*, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus* and *Pratylenchus*. They are distributed in all agricultural areas affecting their host plants. The lack of knowledge of these organisms among the agricultural sector and the difficulty in detecting them in the field, causes their populations to increase to the point of causing considerable losses, without adequate control. This damage is even greater when they are associated with other pathogens such as fungi and bacteria. Correct identification of the organisms causing the problem is essential in order to apply corrective measures. For the control or management of phytoparasitic nematodes, various methods can be used, alone or in combination, including agronomic, biological, cultural, chemical and biotechnological methods, among others. The importance of a correct diagnosis of the nematode prior to the establishment of a management plan is emphasized.

**Key words:** *Globodera*, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*.

### INTRODUCCIÓN

La importancia de las plantas como fuente de alimentos es relevante, en virtud de las necesidades de mantener nutrida a la población mundial. Aproximadamente el 30% de los cultivos alimentarios básicos del mundo se pierden anualmente debido a patógenos. En este contexto, la necesidad de incrementar la disponibilidad de alimentos debe estar vinculada a un exitoso control de plagas agrícolas que contribuya a elevar la producción con calidad e inocuidad (Savary, 2019; Rizzo *et al.*, 2021).

Los nematodos son organismos que puede enfermar o causar daño a las plantas. Son pluricelulares, no segmentados, con un considerable grado de complejidad y especialización. Las formas típicas son alargadas (vermiformes) y, en casi todas las especies, los extremos se aguzan gradualmente. Sin embargo, las hembras adultas de algunas especies presentan formas abultadas. La mayoría de las formas fitoparásitas miden entre 0,3 y 2,5 mm; los machos son casi siempre más pequeños que las hembras. Carecen de coloración y en su mayoría son transparentes (Crozzoli, 2014). La principal característica de los nematodos fitoparásitos es la presencia de un estilete, el cual utilizan para su alimentación a través de las paredes celulares de las plantas (Weisher y Brown, 2000).

En la agricultura, son considerados “el enemigo invisible”, por varias razones: a) tamaño (son muy pequeños); b) su ubicación, la mayoría de ellos están en el suelo afectando raíces, rizomas y tubérculos, entre otras estructuras subterráneas, lo que dificulta asociar su presencia con un daño que se observe en la parte superior de la planta; c) no producen síntomas específicos que puedan precisar un diagnóstico, ya que los síntomas que ocasionan se confunden con los causados por otros organismos y/o por otros factores abióticos (Ferraz y Brown, 2002). Esto incide en que los productores tarden en

notar su presencia y tomar medidas de control o las que apliquen no sean las adecuadas, por lo que se incrementa el problema y los costos de producción.

Existen aproximadamente 30 000 especies de nematodos descritas, de las cuales alrededor del 20% son nematodos parásitos de plantas (Mandal *et al.*, 2021). En nuestro país se han detectado 136 especies (Crozzoli y Jiménez, 2015). No hay especie de planta cultivada o silvestre, que no sea hospedera de alguna especie de nematodo. La importancia económica de una especie de nematodo está directamente relacionada con la localidad geográfica donde se encuentre y el cultivo que afecte.

En Venezuela, destacan por su importancia económica los nematodos agalladores del género *Meloidogyne* los cuales son de amplia distribución, y se encuentran en casi todos los cultivos, principalmente hortalizas, café (*Coffea* spp.) y frutales; nematodos quistes pertenecientes al género *Globodera*, afectando principalmente al cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L. 1753). También se pueden mencionar los nematodos de las lesiones del género *Pratylenchus* en los cultivos de café (*Coffea* spp.), cereales, frutales, gramíneas, hortalizas, ornamentales, y el nematodo espiral del género *Helicotylenchus* ampliamente distribuido en el país, causando daños principalmente en musáceas, cereales, caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L., 1753), hortalizas y frutales (Crozzoli, 2014; Rosales *et al.*, 2018; Gómez, 2019; Lugo, 2020; Perichi, 2021; Rumbos, 2021).

Se presentan los principales aspectos derivados de una revisión bibliográfica sobre estos géneros, relacionados a los aspectos taxonómicos, biológicos y de manejo, además de algunas consideraciones sobre la situación actual del diagnóstico de los problemas nematológico en el país obtenidos de entrevistas personales a funcionarios de los principales laboratorios de diagnóstico fitopatológico del país.

## **Nematodos agalladores**

### **Nombre común:**

Nematodo agallador, nematodo de la raíz, nematodo de las agallas; nematodo de los nódulos de las raíces; nematodo nodulador, nematodo del rosario.

### **Nombre científico de las especies de importancia para Venezuela:**

*Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood, 1949

*Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback, 1983

*Meloidogyne graminis* (Sledge & Golden) Whitehead, 1968

*Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949

*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949

*Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, 1949

*Meloidogyne salasi* López, 1984

### **Ubicación taxonómica:**

Dominio: Eukaryota

Reino: Metazoa

Phylum: Nematoda

Familia: Meloidogynidae

Género: *Meloidogyne*

### **Características, presencia de subespecies, razas o variantes.**

En todo el mundo, *Meloidogyne* es considerado el género de nematodos fitoparásitos de mayor importancia, ya que afecta más de 3 000 especies de plantas (Martinez *et al.*, 2019). Los nematodos agalladores inducen la formación de engrosamientos en las raíces infestadas las cuales se denominan agallas. Se constituyen en un grupo importante de patógenos de plantas. Su amplia distribución, su amplio rango de hospedantes, su capacidad de reducir drásticamente los rendimientos y calidad de los productos, su capacidad de asociarse con otros microorganismos (hongos, bacterias) y lo difícil de su control, hacen que estos nematodos sean considerados los más importantes y alarmantes en el mundo (Crozzoli, 2014).

Se caracterizan por presentar un gran dimorfismo sexual. Las hembras son abultadas, más o menos periformes o redondeadas, mientras que los machos son vermiformes. Los juveniles, en cambio, presentan formas vermiformes (juveniles de segundo estadio temprano) y obesas (juveniles de segundo estadio tardío, tercero y cuarto estadio). Son endoparásitos obligados de las raíces, aun cuando se pueden encontrar en tallos aéreos, bulbos, rizomas y hasta en hojas.

La morfología de *Meloidogyne* no permite diferenciar las especies fácilmente, ya que los caracteres pueden ser variables. Por ello es necesario el uso de técnicas moleculares que son las más confiables para identificar las mismas (Karsen y Moens, 2006; Ye *et al.*, 2019). Hunt y Handoo (2009) señalaron más de 130 especies del género *Meloidogyne*, distribuidas en todo el mundo. De ellas, 10 son importantes por los daños económicos que provocan, pero sobresalen cuatro especies por su amplia distribución y daños. Estas especies son: *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. hapla*, las dos primeras son comunes en climas tropicales, *M. arenaria* es frecuente en climas subtropicales y *M. hapla* en regiones templadas, aunque también puede encontrarse en las regiones tropicales altas (Gandarilla, 2005; Karssen y Moens, 2006; Ortiz *et al.*, 2015).

En Venezuela, han sido señaladas las siguientes especies: *M. arenaria*, *M. enterolobii*, *M. exigua*, *M. graminis*, *M. hapla*, *M. incognita*, *M. javanica* y *M. salasi* (Crozzoli, 2002; Perichi *et al.*, 2006; Medina *et al.*, 2009). De estas, *M. incognita* se considera la más patogénica y cosmopolita. Esta especie posee cuatro razas, las cuales no se pueden distinguir morfológicamente; su diferenciación se basa en su capacidad de reproducirse en hospederos diferenciales de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y algodón (*Gossypium hirsutum* L.). (Taylor y Sasser, 1983).

### **Cultivos o productos que afecta**

Este es quizás el género de nematodos más ampliamente distribuido a nivel mundial. Venezuela no escapa a esta circunstancia y se encuentra diseminado en todo el país. Igualmente, casi todos los

cultivos agrícolas y un sin número de plantas silvestres son hospederas de alguna o varias de las especies de *Meloidogyne*. Sin embargo, destacan algunos cultivos donde el daño ha sido confirmado, entre ellos ají (*Capsicum annuum* L., 1753), arroz (*Oryza sativa* L., 1753), cafeto (*Coffea* spp.), caraota (*Phaseolus vulgaris* L., 1753), durazno (*Prunus persica* (L.) Siebold & Zucc., 1801), guayabo (*Psidium guajava* L., 1753), lechosa (*Carica papaya* L., 1753), melón (*Cucumis melo* L., 1753), patilla (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. Nakai, 1916), ornamentales, pepino (*Cucumis sativus* L., 1753), tomate (*Solanum lycopersicum* L., 1753), sábila (*Aloe vera* (L.) Burm., 1768) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz, 1766), según Suárez y Rosales, 1998; Rosales y Suárez, 2001; Arnal *et al.*, 2002; Crozzoli, 2002; Perichi *et al.*, 2002; Medina *et al.*, 2009; Lugo *et al.*, 2010; Rosales *et al.*, 2018; Lugo, 2020; Perichi, 2019 y Berroterán *et al.*, 2020.

Es importante mencionar que en Venezuela, en el caso del cultivo de café, *Meloidogyne* es limitante para la producción de plantas en vivero del Plan Nacional de Semillas. Investigaciones realizadas al respecto, señalan el efecto patogénico evidente del género *Meloidogyne* sobre plantas de café, reduciendo el crecimiento de las mismas y el peso de la raíz en 50%, ya que induce la formación de protuberancias llamadas nódulos o agallas (Ferreira y Crozzoli, 1995; Souza *et al.*, 1999).

### Descripción del daño o síntoma

Los nematodos agalladores pueden causar daños directos e indirectos. La formación de las células gigantes y de las agallas comprometen la funcionalidad de las raíces, sus elementos vasculares se rompen y se deforman, interrumpiendo mecánicamente el flujo normal de agua y nutrientes. Las raíces interrumpen su crecimiento y no son capaces de explorar todo el perfil de terreno disponible. La ramificación de las raíces y el grado de extensión de éstas son afectadas por la infestación del nematodo. Lo anterior resulta en una raíz con crecimiento reducido y limitada en su capacidad funcional. Las plantas con tolerancia a *Meloidogyne* son capaces de desarrollar suficientes raíces aún en presencia de los parásitos, tal es el caso de algunos híbridos comerciales de melón empleados comercialmente en el país, en el estado Falcón (Lugo, 2011). Hay hospederos que no desarrollan agallas. Los daños en la parte aérea se manifiestan con crecimiento reducido, inhibición de la brotación, marchitez temporal a pesar de que hay humedad suficiente en el suelo; posteriormente se observan deficiencias nutricionales, reducción de la producción y, a veces, muerte prematura de las plantas. (Crozzoli, 2014).

Síntomas inespecíficos como bajos rendimiento, decaimiento, decoloraciones, pueden confundirse con estrés hídrico o deficiencias nutricionales. Además, muchas veces se une la presencia de otros patógenos, lo que dificulta en campo estimar el daño causado solo por los nematodos.

La mayoría de las veces la presencia de los nematodos agalladores, contribuye a agravar el daño de otros patógenos que se presenten en el cultivo bien sean hongos o bacterias, ocurriendo en estos casos un complejo de enfermedades.

En los campos, la infección de las plantas solo por *Meloidogyne* es poco probable. En la mayoría de los casos están presentes otros organismos patógenos como bacterias, hongos y virus y, a veces, interactúan así mismo con otros nematodos. Estos hongos y bacterias aprovechan los puntos donde penetran o se alimentan los nematodos para invadir la planta. En otros casos, la invasión por organismos secundarios no se debe a las heridas que el nematodo causa sino a que, éste, al alimentarse de grandes cantidades de aminoácidos, es capaz de alterar la planta, debilitarla y hacerla susceptible al ataque de otro organismo. (Suárez *et al.*, 1992, 1998, 1999a, 1999b; Arnal *et al.*, 2002)

## Ciclo de vida

Estos fitoparásitos tienen un ciclo de vida complejo. La planta es parasitada por el juvenil de segundo estadio (J2). Durante el parasitismo, el nematodo se establece y mantiene una estrecha relación con el hospedante. Los J2 son atraídos a la zona de elongación, donde penetran la raíz y luego migran intercelularmente, separando las células por la lámina media en el tejido cortical. Este proceso parece incluir fuerzas mecánicas y secreciones enzimáticas del nematodo. Los J2 sufren tres mudas hasta convertirse en adultos. Después del desarrollo de la hembra, que ocurre usualmente en tres semanas, los huevos son liberados a la superficie de la raíz en una matriz gelatinosa protectora. Los machos migran hacia el suelo y no se alimentan. Al ser parásitos obligados, el crecimiento de los nematodos y su reproducción dependen de los sitios de alimentación especializados en la raíz (Arias *et al.*, 2009)

## Condiciones favorables para su presencia

En regiones tropicales, donde la temperatura no varía grandemente entre estaciones, *Meloidogyne* spp., puede reproducirse constantemente en la presencia de un hospedero y humedad favorable en el suelo. Con suficiente aireación en el suelo y una adecuada humedad, necesarios para el movimiento y la infección, suelos arenosos o bien estructurados y drenados, combinados con un régimen apropiado de irrigación o suficiente lluvia, favorece la reproducción del nematodo. *Meloidogyne* spp., es usualmente encontrado en suelos arenosos o franco arenosos (Taylor y Sasser, 1983)

En cuanto a los aspectos ecológicos, que puedan favorecer su presencia, por si solos no son de gran utilidad; sin embargo, algunas diferencias ayudan a descartar ciertas especies del estudio. La supervivencia del nematodo está influenciada por la temperatura, humedad y disponibilidad de hospedantes adecuados. Generalmente, las condiciones que son favorables al hospedante, son favorables al nematodo. La habilidad de las cuatro especies más comunes de *Meloidogyne* de atacar una gran cantidad de plantas diferentes, es la causa de su amplia distribución, según lo señalado por Crozzoli (2014).

## Distribución a nivel nacional

Es un nematodo cosmopolita que se encuentra diseminado a nivel nacional.

## Medidas o planes de control por parte de los productores

Por ser el nematodo más importante en la agricultura, se puede decir que se han aplicado e investigado todas las medidas posibles para su control. Las medidas iniciales deben ser preventivas tales como utilización de plantas sanas (en viveros y semilleros), trabajar el cultivo con adecuadas prácticas culturales, una precisa fertilización, y cuando sea posible el uso de materiales resistentes. Así mismo deben eliminarse de la zona de siembra los hospederos alternativos, bien sean plantas silvestres o cultivos menores.

El uso de materiales resistentes es la vía más segura para evitar el ataque de estos organismos. Existen algunas hortalizas con estas características, así como algunos frutales. Por ejemplo, en Venezuela, se han encontrado materiales de caricáceas resistentes a *M. incognita* raza1 (Rosales y Suárez, 2001); patrones de guayabo y semeruco (*Malpighia emarginata* Sessé & Moc. ex DC., 1824) con resistencia a *M. enterolobii* (Castellano *et al.*, 2011) y tomate (Rosales *et al.*, 2013)

Este nematodo no ataca partes aéreas y se mantiene en las raíces, por lo que hay que estar pendiente de todo lo relativo al suelo, sustrato de germinación, bolsas de tierra de viveros, bandejas

de germinación, soluciones de cultivos hidropónicos, humus sólidos y líquidos entre otros, que son los lugares donde se puede encontrar el nematodo y afectar las semillas, plántulas o plantas que se siembren allí. Una vez que está el nematodo en el campo, es muy difícil su erradicación y se aplicarían otras medidas para controlar las poblaciones de nematodos, a niveles que permitan al cultivo tener una producción aceptable. Se debe empezar por remover del suelo las raíces infestadas y residuos de cosecha y evitar sembrar el mismo cultivo consecutivamente.

El uso de control químico es la primera medida que usualmente se tomaba por ejercer su acción en un tiempo más reducido (Castellano *et al.*, 1997). Sin embargo, su uso es muy costoso y solo sería viable en cultivos de alto valor comercial como hortalizas u ornamentales. En cultivos extensivos su aplicación es antieconómica. Hasta hace pocos años se usaron fumigantes del suelo, los cuales eran excelentes para el control de nematodos, pero actualmente la mayoría de ellos están prohibidos por ser contaminantes del suelo. Los nematicidas químicos son efectivos y el rendimiento de los cultivos se incrementa, sin embargo, deben ser usados con mucha precaución para evitar daños al ambiente y a la salud humana.

La rotación de cultivos solo puede ser usada en pocos casos ya que, debido al amplio rango de hospederos, se hace difícil conseguir un cultivo que no sea afectado por *Meloidogyne*; sin embargo, es una de las medidas más recomendables y va a depender de la correcta identificación de la especie de *Meloidogyne*. En algunos casos es más útil dejar el terreno sin sembrar (descanso o barbecho) por cuatro o cinco años, pero es una medida que no aceptan la mayoría de los productores.

El uso de agentes de control biológico es otra de las medidas a utilizar. Se conocen ensayos con la aplicación de los hongos *Pochonia chlamydosporia*, *Paecilomyces lilacinus*, y extractos de *Tagetes patula*, *Calotropis procera* (Rondón *et al.*, 2009; Lugo *et al.*, 2011; Abuslin y Vaca, 2017). Sin embargo, en la actualidad el uso de los mismos no es de amplia aceptación sobre todo por la poca disponibilidad de productos en el mercado.

En zonas más cálidas como la Península de Paraguaná el uso de la solarización puede ser una vía de reducir las poblaciones (Lugo, 2009). Como métodos agronómicos o prácticas culturales, la destrucción de restos de raíces es importante, ya que los nematodos pueden permanecer en ellos hasta el siguiente ciclo, al igual que en las malezas. La solarización es muy efectiva al igual que la incorporación de materia orgánica que mejora la estructura del suelo, la capacidad de retención de agua y hace que se incrementen los enemigos naturales. También ha resultado efectiva la incorporación de restos de plantas o extractos de plantas con acción nematicida. La biofumigación, que es la combinación de solarización con este tipo de plantas, ha incrementado la eficacia del control (Rodríguez *et al.*, 2011, 2012).

## **Nematodos quiste**

### **Nombre común:**

Nematodo quistes de la papa; Nematodo dorado de la papa (*G. rostochiensis*), Nematodo blanco de la papa (*G. pallida*).

### **Nombre científico de las especies de importancia para Venezuela:**

*Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Skarbilovich, 1959

*Globodera pallida* Stone, 1973

### Clasificación taxonómica:

Dominio: Eukaryota

Reino: Metazoa

Phylum: Nematoda

Clase: Secernentea

Orden: Tylenchida

Familia: Heteroderidae

Género: Globodera

### Características

Jiménez (2002) y Crozzoli (2014) mencionan que ambas especies son morfológicamente similares y se caracterizan por presentar hembras esféricas con un diámetro de 0,5-0,8 mm y con una proyección correspondiente al cuello. *G. rostochiensis*, para convertirse en quiste, pasa por una fase amarilla dorada y finalmente se torna de color marrón oscuro. En cambio, *G. pallida* no pasa por la fase dorada y la hembra de color blanco, cuando adulta, pasa por una fase de color crema y luego, como *G. rostochiensis*, se torna de color marrón oscuro. La identificación de estas especies no es fácil, aun cuando la coloración amarilla de las hembras indica claramente la presencia de *G. rostochiensis*; la ausencia de hembras con esta coloración en las raíces no garantiza que se trate de *G. pallida*, a menos que se observe el desarrollo del nematodo a lo largo de todo su ciclo biológico. Otros trabajos realizados por Molinari *et al.* (2008) determinaron la presencia en Venezuela de *G. rostochiensis* para los patotipos Ro1, Ro2, Ro3, Ro4 y Ro5.

Por lo antes expuesto y con los resultados obtenidos por Casanova *et al.* (2012) se considera que, para lograr una correcta identificación de especies estrechamente relacionadas como es el caso de *G. rostochiensis* y *G. pallida*, se deben utilizar tanto métodos morfológicos como moleculares.

Su distribución está relacionada a la ubicación del cultivo de la papa. Se considera originario de la región andina de Suramérica y luego se dispersó en los tubérculos de papa que fueron trasladados a otros países, mediante los quistes adheridos a las raíces, estolones, tubérculos y partículas de suelo. Esto permite que cuando encuentran clima adecuado y una fuente de alimentación disponible, es decir después de la siembra, las raíces de la planta huésped, papa en este caso, producen exudados radicales que estimulan la eclosión de los huevos, de los cuales emergen los juveniles de segundo estado, lo que ocasiona que surja una nueva infestación.

Igualmente pueden ser trasladados en implementos y maquinarias agrícolas, en los calzados de los trabajadores, así como también en el material de propagación (semilla asexual). Los quistes pueden ser dispersados por el viento de las tormentas; la lluvia y el agua de riego, pueden arrastrarlos a zonas cercanas libres del patógeno (CABI, 2020b, 2020c).

Es importante acotar que, cuando los campos dedicados a la producción de tubérculos-semillas de papa están infestados, los tubérculos pueden quedar contaminados con los quistes y de esta forma



trasladados de un lugar a otro. Los quistes no tienen movimiento propio y no están dentro de los tubérculos, pero son trasladados a grandes distancias en la tierra adherida a los tubérculos, maquinaria agrícola, suelo agrícola y en los sacos o envases destinados al transporte y producción de semilla de papa.

### **Cultivos o productos que afecta**

Afecta principalmente los cultivos de papa, tomate, berenjena, así como otras especies de solanáceas silvestres (Jiménez *et al.*, 2007; Sullivan *et al.*, 2007). Además de sus hospederos principales, se han encontrado en aproximadamente 150 hospederos alternativos. (CABI, 2020b, 2020c).

### **Descripción del daño o síntoma**

Los nematodos quistes en la papa, no causan síntomas específicos de infestación. Inicialmente, cuando hay bajas densidades del nematodo, este no causa síntomas visibles y pueden permanecer por años en el suelo sin que se detecte su presencia. Si se continúa con el monocultivo, es posible observar un crecimiento retardado en manchas o parches de plantas con crecimiento deficiente y las plantas en estos parches pueden mostrar clorosis y marchitamiento. Cuando se cosechan los tubérculos, se notará una pérdida de rendimiento y tubérculos más pequeños. Para estar seguro de que estos síntomas son causados por los nematodos del quiste de la papa y para dar una indicación de la densidad de población, se deben tomar muestras de suelo u observar las hembras o los quistes directamente en las raíces. En suelos muy infestados, las plantas tienen sistemas radiculares reducidos y, a menudo, crecen mal, debido a las deficiencias de nutrientes y al estrés hídrico. Las plantas pueden envejecer prematuramente ya que son más susceptibles a la infección por hongos cuando son fuertemente invadidas por nematodos del quiste de la papa. La infección de este nematodo puede disminuir el rendimiento del cultivo de papa hasta en un 80% (Singh *et al.*, 2013)

Es importante destacar que para que el nematodo pueda causar daño a la planta, debe establecer un sitio de alimentación. Aun las plantas resistentes pueden ser invadidas por el nematodo, pero al no establecer su sitio de alimentación o sincitio, no es afectada. El nematodo no se alimenta ni se reproduce en estos hospederos resistentes. En resumen, los síntomas serían hojas decoloradas, raíces dañadas y de menor tamaño, planta decaída y envejecimiento prematuro de la planta. Siempre revisar en las raíces y tubérculos la presencia de quistes

### **Ciclo de vida**

Ambas especies de nematodos son endoparásitos sedentarios, con marcado dimorfismo sexual. Las hembras maduras son esféricas, mientras que los machos son vermiformes. Al alcanzar la madurez la cutícula de las hembras se oscurece por los taninos, formando lo que se conoce como quiste, el cual contiene más de 400 huevos, los cuales, en presencia de exudados del hospedante, induce la eclosión de los juveniles, que va del 60 al 80% o si no, permanecen en estado de dormancia por periodos largo de tiempo.

La fase infectiva es el segundo estadio juvenil (J2), el cual al salir del huevo y encontrar al hospedante, penetra la raíz. Se vuelve sedentario al pasar al tercer y cuarto estadio alimentándose del periciclo, de la corteza y de la endodermis de la raíz, al inyectar las secreciones de las glándulas esofágicas, estas provocan el crecimiento de las células formando el sincitio. Los machos en el cuarto estadio se convierten en forma alargada cilíndrica (vermiformes), mientras que las hembras

incrementan su tamaño, rompen la superficie de la raíz y exponen sus cuerpos esféricos. Su cabeza se mantiene dentro del tejido de la raíz, al principio son de color blanco y por la atracción a los machos, ocurre la reproducción sexual y la fase de la producción de huevos, dentro de los cuales ocurre el desarrollo post embrionario hasta formarse los J2; cada quiste contiene de 200 a 500 huevos, en ausencia del hospedante se mantienen en dormancia, fase que puede durar hasta 20 años. En presencia del hospedante ocurre la eclosión del J2 y el ciclo comienza de nuevo.

### **Condiciones favorables para su presencia**

El aumento de las poblaciones de este nematodo está condicionado por la susceptibilidad del hospedero y las condiciones ambientales. Temperaturas de 24 a 30 °C son ideales para su reproducción. Temperaturas inferiores a 15 °C o superiores a 33 °C, interrumpen el desarrollo de la hembra que no llega a completar su madurez (Jiménez, 2007).

La temperatura óptima para el desarrollo de los nematodos formadores de quiste de la papa es de 20-25 °C para *G. rostochiensis* y de 15-20 °C para *G. pallida*, el ciclo de vida a temperatura óptima de 18 °C, dura de 36 a 48 días. (Brodie *et al.*, 1993; Cid del Prado, 2015).

### **Distribución a nivel nacional**

En Venezuela se cultiva la papa en distintos pisos altitudinales desde los 800 a 1 500 metros sobre el nivel del mar, lo que abarca zonas montañosas de los estados Aragua, Lara y Carabobo, hasta las zonas con las mayores superficies sembradas, como lo son los Andes Venezolanos, con altitudes que oscilan entre los 2 000 y 4 000 metros sobre el nivel del mar, tal es el caso de los sembradíos existentes en los estados Táchira, Mérida y Trujillo (Lugo *et al.*, 2021).

La distribución de las especies de *Globodera* identificadas en el país es la siguiente: *G. rostochiensis* se ha detectado en los estados Lara, Mérida, Táchira y Trujillo (Jiménez *et al.*, 2000; Crozzoli, 2014). Estudios moleculares utilizando RAPD, confirmaron la presencia de *G. pallida* solo en el estado Mérida (Casanova *et al.*, 2012)

### **Medidas o planes de control por parte de los productores**

En la zona papera andina, se utilizan prácticas agronómicas que favorecen el incremento poblacional del nematodo y su diseminación, tales como el sistema de monocultivo, el empleo de prácticas como la tracción animal y la mecanización sin la previa desinfección de implementos agrícolas. Estos influyen adversamente en la producción de papa, afectan considerablemente la calidad del tubérculo y reducen el rendimiento (Lugo *et al.*, 2021)

Para el control de estos nematodos se han aplicado diversas medidas, entre ellas tradicionalmente el uso de productos químicos. El uso de fenamifós -forato en la siembra y el aporque, disminuyó en 25% la población de quistes y se encontró un aumento entre 19 a 106% (Obando *et al.*, 2017). Igualmente, en algunas zonas productores muy receptivos que apuestan a una sustentabilidad del cultivo hacen uso de prácticas agroecológicas como lo son el empleo de la biofumigación, uso de solarización, incorporación de abonos verdes, así como el uso de variedades resistentes (Lugo *et al.*, 2021)

Por consiguiente, un manejo efectivo de estos nematodos se basa en la identificación precisa de especie/s y patotipo/s presentes en la unidad de producción del cultivo (Casanova *et al.*, 2012).

Con respecto al uso de biológicos se han hecho innumerables ensayos de laboratorio donde resalta la efectividad de algunos de ellos como *Beauveria* y *Trichoderma* (Cepeda-Siller *et al.*, 2018).

La asociación del nematodo con el cultivo es altamente específica, por lo que el uso de rotación de cultivos sería una medida adecuada en este caso, pero debe realizarse durante mínimo 4 años continuos para comenzar a ver reducciones en las poblaciones de *Globodera*; esta práctica es muy difícil de aplicar en el país, ya que los productores siembran la papa como un monocultivo ininterrumpidamente a lo largo del año, todos los años.

## Nematodo espiral

**Nombre común:** Nematodo espiral.

**Nombre científico de las especies de importancia para Venezuela:**

*Helicotylenchus multicinctus* (Cobb, 1893) Golden, 1956

*Helicotylenchus dihystra* (Cobb, 1893) Sher, 1961

**Ubicación taxonómica:**

Dominio: Eukaryota

Reino: Metazoa

Phylum: Nematoda

Familia: Hoplolaimidae

Género: *Helicotylenchus*

## Características

El género *Helicotylenchus* Steiner, 1945 es conocido como el nematodo espiral (Cuadra, 2016; Crow, 2017) por su posición en estado de reposo o postmortis, tiene hábito de alimentación ecto y semi-endoparásito (Hunt *et al.*, 2018). Son nematodos que completan su ciclo de vida dentro del hospedero.

La identificación de especies de *Helicotylenchus* es un trabajo difícil debido a que muchas especies tienen caracteres diagnóstico similares y alta variabilidad intraespecífica (Fortuner, 1984). En Venezuela se conocen 14 especies (Crozzoli, 2014), de ellas las más frecuentemente encontradas son *H. multicinctus* y *H. dihystra*.

*H. multicinctus* es bisexual y se reproduce por fertilización cruzada o anfimixis. *H. dihystra* se reproduce por partenogénesis. Este género de nematodos puede sobrevivir sin el hospedero entre cuatro a seis meses, (Baujard y Martin, 1995). Todos los estadios del nematodo se consiguen dentro de las raíces, donde completan su ciclo de vida.

## Cultivos o productos que afecta

Es un género de nematodos cosmopolita que en nuestro país ha sido registrado en hortalizas, frutales, cereales, raíces y tubérculos, zábila y ornamentales, más específicamente en ají dulce, arroz, cebolla (*Allium cepa* L., 1753), cacao (*Theobroma cacao* L., 1753), caraota, caña de azúcar, girasol (*Helianthus annuus* L., 1753), papa, maíz (*Zea mays* L., 1753), naranja (*Citrus* spp.), níspero (*Manilkara sapota* Van Royen), melón, patilla, pimentón, tomate, piña (*Ananas comosus* (L.) Merr., 1917), yuca y vid (*Vitis vinifera* L., 1753). Especial mención su efecto negativo en el cultivo de las musáceas donde se encuentra en altas poblaciones (Suárez y Rosales, 1999; Jiménez *et al.*, 2001; Crozzoli, 2002; Perichi *et al.*, 2002; Maggiorani *et al.*, 2004; Medina *et al.*, 2009; Lugo *et al.*, 2010; Silva, 2017; Rosales *et al.*, 2018; González-García *et al.*, 2021; Lugo, 2020; Márquez, 2020; Perichi, 2021).

## Descripción del daño o síntoma

Este nematodo penetra en las raíces y se ubica en el parénquima cortical. Las células de los tejidos infestados muestran contracción del citoplasma, distorsión y ruptura de las paredes y agrandamiento de los núcleos. El nematodo migra dentro del parénquima cortical de la raíz paralelamente al eje longitudinal de la misma. Causa lesiones superficiales rojizas en la epidermis y corteza. En infestaciones graves, las lesiones coalescen causando extensas necrosis en la parte superficial de la corteza. *Helicotylenchus* en musáceas también afecta al rizoma, lesionándolo superficialmente y pudiéndose diseminar a través de él. En la parte aérea de la planta causa reducción de crecimiento, retrasa el ciclo vegetativo, reduce el rendimiento y acorta la vida útil de la planta (Crozzoli, 2014).

Es interesante destacar que este nematodo pocas veces se encuentra solo. Es frecuente detectarlo en conjunto con *Radopholus similis* y con otras especies de *Pratylenchus*, *Meloidogyne* o *Rotylenchulus reniformis*. Así mismo puede estar asociado a otros fitopatógenos como bacterias y hongos (Delgado, 2018; Rosales *et al.*, 2018; Lugo, 2020; Perichi, 2021)

## Ciclo de vida

Es un nematodo capaz de completar el ciclo biológico en la región cortical de las raíces donde se pueden agrupar grandes cantidades de individuos de ambos sexos, juveniles y huevos. Se pueden apreciar grupos de 8-26 huevos en los tejidos corticales que, luego de 48-51 h, eclosionan. El ciclo tarda aproximadamente 35 -38 días a temperaturas entre 22 – 33 °C. Todas las etapas del ciclo, a excepción del huevo, se desarrollan dentro de los tejidos corticales de la raíz. Por eso las paredes celulares alrededor del nematodo se engrosan y se forman una pequeña mancha color marrón alrededor del punto de penetración. Algunas veces ocurre un desprendimiento del tejido cortical (Nemalex, 2019).

## Condiciones favorables para su presencia

En Venezuela, las poblaciones de *H. multicinctus* se mantienen elevadas durante todo el año, a pesar de que ocurre una reducción de las mismas después de lluvias intensas (Crozzoli *et al.*, 1995). Las discrepancias pueden ser atribuidas a los diferentes tipos de suelo e intensidad de las lluvias. *H. multicinctus* prefiere suelos orgánicos con altos niveles de arcilla, limo y bajo pH (Quénéhervé, 1988).

Especies de *Helicotylenchus* se han encontrado en áreas donde las precipitaciones anuales son inferiores a 100 mm, puede entrar en fase de anhidrobiosis y sobrevivir por más de 8 meses en

condiciones extremas. Este nematodo también se ha encontrado en suelos con pH de 3,3 – 10,6 y con porcentajes de arcilla y arena de 66% y 100% respectivamente, lo que indica que se adapta a diversas gamas de suelos, desde los suelos pesados, arenosos, arcillosos hasta los orgánicos (Crow, 2017).

### Distribución a nivel nacional

En Venezuela, es amplia su distribución en todo el territorio nacional. Es común observar al nematodo en distintos pisos climáticos, en musáceas, hortalizas, frutales y gramíneas, particularmente caña de azúcar. Los niveles poblacionales son variables en los distintos rubros. Es importante destacar que cada vez es más frecuente la aparición de este género de nematodos, en los análisis nematológicos que se realizan en los distintos laboratorios prestadores de servicio del país y se ha evidenciado que se encuentra distribuido en todas las zonas agrícolas. (Rosales *et al.*, 2018; Lugo, 2020; Perichi, 2021; Rumbos, 2021).

### Medidas o planes de control por parte de los productores

Es un nematodo que puede dispersarse fácilmente en el calzado de los trabajadores agrícolas, en partículas de suelo y en partes vegetales, bulbos, tubérculos, raíces y en el rizoma de las plantas de banana. Lo más recomendable sería el empleo de materiales resistentes, pero desafortunadamente no existen para la mayoría de los cultivos. Una medida que es fundamental es utilizar material de propagación sano, se considera como el método más efectivo para prevenir su diseminación.

En el caso de musáceas, el tratamiento térmico es común. Consiste en inmersiones de los rizomas por 5 min o más en agua a 50 °C, son medidas eficaces y no dañan el rizoma. El uso de controladores biológicos como *Pseudomonas fluorescens* y *Glomus fasciculatum* reducen significativamente las poblaciones de *H. multicinctus* y se incrementa el rendimiento (Jonathan *et al.*, 2004).

En campo, el uso de nematicidas es el método más eficaz para reducir las poblaciones de *H. multicinctus*. Los granulados, fenamifos, ethoprop, aldicarb y carbofuran aplicados al suelo (1,5-4 g i.a./cepa) controlan al nematodo y se incrementa el rendimiento. También se puede usar oxamyl aplicado al follaje. Las dosis de los nematicidas granulados varían mucho, dependiendo de la concentración del producto comercial, edad de las plantas y características del suelo, sobre todo textura, contenido de materia orgánica y pH. En Venezuela, aplicando fraccionadamente ethoprop en mayo y noviembre, se logró reducir las poblaciones de *H. multicinctus* y *M. incognita* e incrementar de 4,4 Kg el peso de los racimos de banano cv Pineo Gigante con dosis de 2,25 + 2,25 g i.a./cepa. El apuntalamiento de las plantas afectadas por nematodos, para evitar su caída, es muy usado en el estado Aragua (Crozzoli *et al.*, 1995).

### Nematodo lesionador

**Nombre común:** nematodo de las lesiones, nematodo lesionador, nematodo de la raíz del plátano; nematodo lesionador del cafeto.

### Especies de importancia económica para Venezuela:

*Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941

*Pratylenchus coffeae* (Zimmermann 1898) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941

*Pratylenchus penetrans* (Cobb, 1917) Filipjev and Schuurmans-Stekhoven, 1941 *Pratylenchus zaeae* Graham, 1951

## Ubicación taxonómica

Dominio: Eukaryota

Reino: Metazoa

Phylum: Nematoda

Familia: Pratylenchidae

Género: Pratylenchus

## Características

Son endoparásitos migratorios capaces de causar lesiones en raíces de plantas superiores que varían desde punturas superficiales hasta cavidades profundas. Su ciclo de vida completo se lleva a cabo en las raíces. Al interior del género hay especies bisexuales de reproducción amfimíctica como *P. penetrans*, y *P. coffeae*; y especies de reproducción partenogenética que es el caso de *P. zaeae* y *P. brachyurus*. Produce reacciones necróticas en la raíz y causa destrucción mecánica de las células durante su migración por las raíces. Se ubican en raíces, rizomas o tubérculos, y pueden vivir por poco tiempo en el suelo. (Manzanilla *et al.*, 2003; Crozzoli, 2014)

## Cultivos o productos que afecta

*P. brachyurus* y *P. coffeae* afectan la mayoría de los cultivos de importancia agrícola, entre los más importantes, café y musáceas, afectando también cítricos, guayabo, maíz, melón, pastos, pepino, patilla, piña, musáceas, caña de azúcar, algodón y yuca (Renaud, 1985; Naveda, 1999; Jiménez, 2001; Crozzoli, 2002; Rosales *et al.*, 2018; Lugo, 2020; Rumbos, 2021).

*P. penetrans* es común en plantas ornamentales de follaje y flores de corte en zonas altas. Entre estas se mencionan: crisantemo (*Chrysanthemum* spp.), rosa (*Rosa* spp.), clavel (*Dianthus* spp.), Lirios (*Alstroemeria* spp.), gladiolo (*Gladiolus* spp.), ave del paraíso (*Strelitzia reginae* Aiton, 1789) y cala (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng., 1826). *P. zaeae* es común en gramíneas principalmente arroz, caña de azúcar y maíz (Renaud, 1985; Crozzoli, 2002).

## Descripción del daño o síntoma

No penetran en las zonas de crecimiento, prefieren una región vieja o madura. Primero se alimentan de las células de la epidermis, 4-6 horas más tarde de las células de la corteza y, en 8-10 horas, están completamente dentro de los tejidos. Generalmente parasitan la región cortical, sin embargo, en algunos hospedantes pueden penetrar y dañar el sistema vascular, asimismo pueden afectar rizomas y tubérculos (Crozzoli, 2014; CABI, 2021).

En el cultivo de café, destruye la región cortical de las raíces. Tanto las formas juveniles como las adultas perforan y se alimentan de las células corticales hasta destruirlas, lo que produce una serie de galerías. Allí son dejados los huevos y los excrementos, produciendo un punto de penetración y desarrollo para otros microorganismos. De esta manera se inicia el necrosamiento y la muerte de la raíz afectada. Después ocurre la interrupción de la absorción de agua y nutrientes que tiene como consecuencia reflejos visibles en la planta. En la parte aérea sus síntomas dependen de las condiciones

nutricionales de la planta. En ataques severos su síntoma es el amarillamiento generalizado de la planta. En campo se observa una reducción del crecimiento de las plantas, generalmente agrupadas en focos (Castillo y Vovlas, 2007).

En plantas de cafeto afectadas por el nematodo, se observa la producción de muchas raíces adventicias sobre la zona de la lesión, dando una apariencia de “barbas” al sistema radical. En algunos árboles se producen regiones corchosas en la base del tronco, encontrándose un gran número de nematodos en el tejido afectado. El sistema radical de las plántulas afectadas por este nematodo es pobre, pudiendo ser arrancadas fácilmente del suelo. Es importante acotar que lo antes citado sustenta uno de los motivos por los cuales los nematodos del género *Pratylenchus* son considerados limitante por el Plan Nacional de Semillas en la producción de plantas de cafeto en viveros en Venezuela.

*P. penetrans* en ornamentales, además de reducir drásticamente el vigor de las plantas, afecta la calidad de las flores, acorta la vida del cultivo. La acción del nematodo trae como consecuencia un sistema radical reducido y un pobre desarrollo de la parte aérea (Crozzoli *et al.*, 2008).

### Ciclo de vida

El ciclo de vida de estos nematodos es simple. Los huevos son depositados en las raíces, cormos, tubérculos, o en el suelo. El primer estadio juvenil ocurre dentro del huevo, muda a segundo estadio juvenil y el huevo eclosiona; el juvenil se alimenta, muda tres veces más y se convierte en adulto. Se reproducen anfidicticamente en especies donde los machos son comunes (*P. coffeae* y *P. penetrans*); donde los machos no son comunes (*P. brachyurus* y *P. zae*) la reproducción es partenogénica. Las especies tropicales como *P. brachyurus* y *P. zae* pueden completar el ciclo en 3-4 semanas a una temperatura de 30 °C; especies de clima templado como *P. penetrans*, completan el ciclo en 6-7 semanas a una temperatura de 20 °C. Los adultos y los juveniles de diferentes estadios migran constantemente desde y hacia el interior de las raíces, por lo que todos los estadios del ciclo de vida son infectivos y causan daño a las raíces (Nemaplex, 2021).

### Condiciones favorables para su presencia

El género *Pratylenchus* puede encontrarse en cualquier continente. Algunas especies habitan en climas templados, otras en tropicales y algunas se adaptan a ambas condiciones. La distribución es independiente de la presencia de plantas hospederas y factores abióticos como la temperatura (Castillo y Vovlas, 2007).

Chávez *et al.* (2014) en trabajos desarrollados en Costa Rica, encontró que la mayor densidad poblacional de *Pratylenchus* está asociada con mayor cantidad de lluvia (1 248 mm), mayor altitud (1 175 m.s.n.m.), mayor porcentaje de arena (40 a 52%) y menor porcentaje arcilla (10 - 26,6%).

### Distribución a nivel nacional

Este género de nematodos tiene una amplia distribución. La mayoría de las especies tienen un amplio rango de hospedantes y es frecuente encontrar hasta tres especies de *Pratylenchus* en el mismo cultivo. En Venezuela están presentes en todas las áreas cultivadas, sobre todo *P. brachyurus* y *P. coffeae*.

*P. penetrans* se encuentra más restringido a las zonas donde se cultivan ornamentales, bien sea al aire libre o en invernaderos de los estados, Distrito Capital, Miranda, Táchira, Trujillo, La Guaira.

## Medidas o planes de control por parte de los productores

El método de control más adecuado es el uso de cultivares o patrones resistentes; sin embargo, no se dispone de muchos materiales con estas características. El uso de variedades resistentes en la medida de lo posible es la principal medida que se debería utilizar. Otra medida importante es el uso de material sano para iniciar un nuevo ciclo del cultivo, bien sean plántulas, rizomas o plantas de vivero o cualquier otro material vegetativo. En musáceas se acostumbra el uso de tratamiento térmico de la semilla. En café se realiza la desinfección de los suelos a nivel de vivero.

El uso de nematicidas en viveros es más adecuado y menos costoso que usarlos de una manera extensiva. Usar rotación de cultivos cuando sea posible, así como el uso de abonos orgánicos. En Venezuela, el uso de nematicidas y sub productos provenientes del procesamiento de la caña de azúcar tales como vinaza y ferbiplant, han demostrado un buen control de los nematodos con un consecuente aumento del rendimiento (Delgado *et al.*, 2007). La importancia en pérdidas económicas provocadas por *Pratylenchus* está relacionada directamente con el hospedante y la especie (Castillo y Vovlas, 2007).

## Principales debilidades relacionadas con el diagnóstico de la presencia de nematodos

Las debilidades relacionadas al diagnóstico son comunes a todas las plagas. La creciente aparición de plagas y enfermedades nativas y no nativas de los cultivos en Venezuela está afectando los medios de vida rurales y el desarrollo económico en todo el país. No obstante, los servicios fitosanitarios y, por tanto, el control y vigilancia de las plagas y enfermedades de las plantas, se aminoraron sustancialmente en los últimos años como consecuencia del colapso de la economía y el deterioro sustancial de la administración pública venezolana. Por lo tanto, la mayoría de los patógenos asociados con síntomas que causan enfermedades permanecen no identificados o no caracterizados (Marys y Rosales, 2021).

A este problema se suman varios factores

- 1) Falta de especialistas para el diagnóstico. Tradicionalmente han sido pocos los especialistas dedicados a la nematología, en el área de la sanidad vegetal. Actualmente la situación es crítica y ha mermado a niveles mínimos ya que muchos de ellos se han jubilado, otro grupo ha emigrado del país o se dedican a otras actividades. Los que quedan habilitados para ejercer esta función son menos de la mitad de los que hubo hace 10 años, ya sea en el sector público o en las universidades.
  - 2) Desmantelamiento de la red nacional de laboratorios de servicio a nivel oficial y disminución de la red privada. El alto precio de los insumos, las desapariciones del financiamiento para los proyectos de investigación han incidido en la poca o nula dotación de los laboratorios de diagnóstico para ejercer sus funciones bien sean de servicio o de investigación.
  - 3) Poca presencia en el campo y en puntos de entrada al país, en actividades necesarias para obtener la información actualizada sobre detección de nuevas plagas.
  - 4) La poca disponibilidad de transporte y la escasez de combustible, ha derivado en un abandono de las actividades de campo, bien sean visitas de muestreo, proyectos de investigación o asesorías a los productores. Las mismas son necesarias para generar la información requerida para validar planes de manejo, niveles de severidad o estrategias de control.
-



- 5) Paralización del sector educativo ha conllevado a disminuir los egresados en las especialidades de la sanidad vegetal que pudieran convertirse en la generación de relevo y cubrir las vacantes que se han generado en el área.
- 6) Los bajos sueldos y salarios en las instituciones del Estado, así como en otros sectores relacionados, hace que los profesionales deriven a otros empleos que les permitan mantener un nivel de vida aceptable.

Lo antes expuesto evidencia la necesidad de reforzar la educación con respecto al tema de los nematodos. También se debe restablecer el financiamiento a los programas de investigación en el área de plagas agrícolas y fortalecer los laboratorios de diagnóstico bien sean del sector público o privado. Un esfuerzo conjunto que beneficiaría al país, y que debe tener como objetivo fundamental la reducción de pérdidas de alimentos causadas por las plagas.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abuslin Ponce, S.A.; G.A. Vaca Delgado. 2017. Control del nematodo nodulador de la raíz *Meloidogyne incognita* en el cultivo de tomate utilizando los hongos *Pochonia chlamydosporia*, *Paecilomyces lilacinus*, el extracto botánico *Tagetes patula* y el nematicida oxamil. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Zamorano. Honduras. 19 p. Disponible en: <https://bit.ly/3hA1jDR> [Consultado: 09/06/ 2021].
- Arias, Y.; Y. González; M. Rodríguez; C. Rosales; Z. Suárez; B. Peteira 2009. Aspectos generales de la interacción tomate (*Solanum lycopersicon* L.) – *Meloidogyne incognita*. Revista Protección Vegetal. 24(1):1-13. Disponible en: <https://bit.ly/3qY9wWF> [Consultado: 12/06/2021].
- Arnal, E.; A. Rondón; A. Aponte; Z. Suárez; Y. Guevara; A. Maselli; C. Rosales. 2002. Aspectos fitosanitarios del duraznero. In El duraznero en Venezuela (en línea). Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Maracay. Serie B N° 4. pp. 71-112. Disponible en: <https://bit.ly/3yFdzcY> [Consultado: 09/06/2021].
- Berroterán, G.; G. Perichi; Y. Aguirre. 2020. Reacción de seis genotipos de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) al nematodo agallador *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood. Bioagro 32(1): 67-71. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3jPv9GW> [Consultado: 12/06/2021].
- Brodie, B.B.; K. Evans; J. Franco. 1993. Nematode parasites of potatoes. In Evans, K; D. Trudgill; J. Webster (Eds.) Plant parasitic nematodes in Temperate Agriculture. UK: CAB International. 87-132.
- CABI (Commonwealth Agricultural Bureaux International, UK). 2019. *Helicotylenchus multicinctus* Datasheet 26826. In Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. Disponible en: <https://bit.ly/2URBE1F> [Consultado: 12/06/2020].
- CABI (Commonwealth Agricultural Bureaux International, UK). 2020a. *Meloidogyne incognita* Datasheet 33245. In Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. Disponible en: <https://bit.ly/2ThVnXP> [Consultado: 12/06/2020].

- CABI (Commonwealth Agricultural Bureaux International, UK). 2020b. *Globodera pallida* Datasheet 27033. In Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. Disponible en: <https://bit.ly/2U8I6ko> [Consultado: 12/06/2020].
- CABI (Commonwealth Agricultural Bureaux International, Reino Unido). 2020c. *Globodera rostochiensis* (yellow potato cyst nematode) Datasheet 27034 (en línea). In Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. Disponible en: <https://bit.ly/3hD77fx> [Consultado: 12/06/2020].
- CABI (Commonwealth Agricultural Bureaux International, Reino Unido). 2021. *Pratylenchus coffeae* (banana root nematode) Datasheet 43895. In Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. Disponible en: <https://bit.ly/3hD77fx> [Consultado: 12/06/2020].
- Casanova, M.; N. Jiménez-Pérez; A. Hernández; R. Crozzoli. 2012. Especies de *Globodera* asociadas con el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en Venezuela (en línea). *Fitopatología Venezolana* 25(1):16-23. Disponible en: <https://bit.ly/3x13SVZ> [Consultado: 09/06/ 2021].
- Castellano, G.; R. Camacho. 1997. Evaluación de tres dosis de furadan para control de *Meloidogyne* sp. en guayabo. *Fitopatología Venezolana* 10: 47.
- Castellano, G.; O. Quijada; N. Jiménez-Pérez; E. Briceño. 2004. Nematodos fitoparasíticos asociados con merey, tamarindo y semeruco en el estado Zulia y respuesta de dos cultivares de merey ante el nematodo agallador *Meloidogyne* incognita. *Fitopatología Venezolana* 17: 7-9.
- Castellano, G.; O. Quijada; N. Jiménez; R. Crozzoli; V. Hernández; C. Marín. 2011a. Reacción de cultivares de *Psidium* spp. a *Meloidogyne enterolobii* (Nematoda: Meloidogynidae). *Fitopatología Venezolana* 24: 28-30.
- Castellano, G.; O. Quijada; N. Jiménez; R. Crozzoli; V. Hernández; C. Marín. 2011b. Reacción de cultivares de cerecita (*Malpighia glabra*) a *Meloidogyne enterolobii* (Nematoda: Meloidogynidae). *Fitopatología Venezolana* 24: 25-27.
- Castillo, P.; P. Castagnone-Sereno. 2020. *Meloidogyne enterolobii* (Pacara earpod tree root-knot nematode). Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CABI. Disponible en: <https://bit.ly/3dqDehn> [Consultado: 07/06/ 2021]cid.
- Castillo, P.; N. Vovlas. 2007. *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, biology, pathogenicity and managment. Leiden, Boston. Estados Unidos de Norteamérica. Brill. 147 p.
- Cepeda-Siller, M.; F. Garrido Cruz; E. Castro Narro; S.R. Sánchez Peña; M.D. Dávila. 2018. Infección in vitro de cepas de *Beauveria* spp. sobre *Globodera rostochiensis* Wollenweber (1923). *Acta Universitaria* 28(4): 25-30.
- Cid del Prado, I. 2015. Ficha técnica Nematodo dorado *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) (Skarbilovich, 1959) (en línea). OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, El salvador). 22 p. Disponible en <https://bit.ly/3qCPiBC> [Consultado: 09/06/ 2021].
- CIPF-FAO (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, Italia). 2020. Revisión científica del impacto del cambio climático en las plagas de las plantas. Un desafío mundial en la prevención y la mitigación de los riesgos de plagas en la agricultura, la silvicultura y los ecosistemas. Secretaría de la CIPF. 2021. 88 p. Disponible en: <https://bit.ly/3hW6wWp> [Consultado: 23 jun. 2021].

- Crow, W.T. 2017. Spiral Nematode *Helicotylenchus* spp. (Nematoda: Tylenchida:Hoplolaimidae) (en línea). University of Florida, Entomology and Nematology Department 1-4. Disponible en: <https://bit.ly/3w9HQid> [Consultado: 09/06/2021].
- Crozzoli, R.; G. Martínez; D. Rivas. 1995. Manejo y fluctuaciones poblacionales de *Helicotylenchus multicinctus* y *Meloidogyne incognita* en banano en Venezuela. *Nematopica* 26: 61-66.
- Crozzoli, R. 2002. Especies de nematodos fitoparásitos en Venezuela. *Interciencia* 27: 354-364.
- Crozzoli, R. 2014. La Nematología Agrícola en Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. 534 p. (CD).
- Crozzoli, R.; T. Hurtado; G. Perichi; A. Arcia. 2008. Characterization of a Venezuelan population of *Aphelenchoides ritzemabosi* on chrysanthemum. *Nematologia Mediterránea* 36: 79-83.
- Crozzoli, R.; N. Jiménez. 2015. Una revisión de las especies de nematodos fitoparásitos en Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía (UCV)* 41(3): 117-126. Disponible en: <https://bit.ly/2UnPkkD> [Consultado: 23/06/2021].
- Cuadra, Q.P. 2016. Identificación de fitoparásitos en raíces del cultivo de piña *Ananas comosus* L. var. Roja trujillana en el valle de santa catalina La Libertad. Universidad Nacional de Trujillo. 54 p.
- Delgado, A.; D. Navia; C. Triviño; W. Christopher. 2018. Efecto de Poblaciones del Nemátodo *Helicotylenchus multicinctus* sobre Cantidad de Raíces en Banano. In 1 Congreso internacional alternativas tecnológicas para la producción agropecuaria sostenible en la amazonía ecuatoriana. Disponible en: <https://bit.ly/3qD63fN> [Consultado: 12/06/2021].
- Delgado, B. 2007. Diagnóstico y control de nematodos fitoparásitos asociados con el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* sp. híbrido) en la zona de influencia de la azucarera Río Turbio y el Central Matilde. Trabajo de Maestría. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. 99 p.
- Eisenback, J.D. 2020. *Meloidogyne incognita* (root-knot nematode). *Invasive Species Compendium*. Wallingford, UK: CABI. Disponible en: <https://bit.ly/2TxGReN> [Consultado: 12/06/2021].
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization, France). 2010. *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. Disponible en: <https://bit.ly/3dQqMHP> [Consultado 12/06/2021].
- Ferraz, L.C.C.B.; D.J.F. Brown. 2002. An introduction to nematodes: Plant Nematology. Pensoft. 221p.
- Gandarilla, H. 2007. Algunos aspectos sobre las principales especies de fitonematodos asociadas a los cultivos de plantas ornamentales. *Fitosanidad* 9(2): 49-57. Disponible en: <https://bit.ly/2TrQj3j> [Consultado: 06/06/ 2021].
- Gómez, E.T. 2019. Identificación de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en la Provincia de Loja. Universidad Nacional de Loja facultad agropecuaria y de recursos naturales renovables. Tesis de grado Ingeniería agronómica. Loja – Ecuador 82 p. Disponible en: <https://bit.ly/3hx6rbH> [Consultado: 09/06/2021].

- González-García, H.; A. González-Pedraza; M. Pineda-Zambrano; M. Casanova-Yépez; G. Rodríguez-Yzquierdo; A. Soto-Bracho. 2021. Poblaciones de fitonematodos asociados al vigor de plantas de plátano. *Agronomía Mesoamericana* 32(1): 163-177. Disponible en: <https://bit.ly/3wooiXv> [Consultado: 06/06/ 2021].
- Hunt, D.; Z. Handoo. 2009. Taxonomy, identification and principal species. In Perry, R; Moens, M; Starr, J. eds. *Root-knot nematodes*. London, UK. CAB International. 238 p.
- Hunt, D.J.; J.E. Palomares-Rius; R.H. Manzanilla-López. 2018. Identification, morphology and biology of plant parasitic nematodes. In Luc, M; R.A. Sikora; J. Bridge (eds). *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture: 3rd ed.*, pp.11–52. Disponible en: <https://doi.org/fv2w5g> [Consultado: 12 /06/ 2021].
- Jiménez, N. 2002. Nematodos fitoparásitos asociados con el cultivo de la papa en el estado Lara y estudio de la patogenicidad, emergencia y ciclo biológico de una población larense de *Globodera rostochiensis* (Nematoda; Tylenchida). Tesis Doctoral. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay. 170 p.
- Jiménez, N.; R. Crozzoli; P. Petit; N. Greco. 2001. Nematodos fitoparásitos asociados con el cultivo de la piña, *Ananas comosus*, en los estados Lara y Trujillo, Venezuela. *Nematología mediterránea* 29(1): 13-17. Disponible en: <https://bit.ly/3hkjzAD> [Consultado: 06/06/2021].
- Jiménez-P, N.; R. Crozzoli; N. Greco. 2007. Nematodos fitoparásitos asociados con el cultivo de la papa en el estado Lara, Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 20: 34-40.
- Jonathan, E.I.; I. Cannayane; R. Samiyappan. 2004. Field application of biocontrol agents for the management of spiral nematode, *Helicotylenchus multicinctus*, in banana. *Nematologia Mediterranea* 32: 169-173.
- Karsen, L.; M. Moens. 2006. Diagnostic characters useful in the identification of the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp). In Barker, K; Carter, C; Sasser, J. (Ed). *An advanced treatise on Meloidogyne*. Vol. II, Methodology. North Carolina State University Graphics. pp. 256-278.
- Lugo, Z. 2009. Nematodos fitoparásitos asociados a cultivos de importancia agrícola en el estado Falcón y estrategias de control de *Meloidogyne incognita* en melón. Tesis Doctoral. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay. 181 p.
- Lugo, Z.; R. Crozzoli; N. Greco; A. Cortez; A. Fernández. 2010. Efecto de la solarización y de *Calotropis procera* en el control de *Meloidogyne incognita* en melón en el estado Falcón, Venezuela. *Nematología Mediterránea* 38: 121-127.
- Lugo, Z.; R. Crozzoli; N. Greco; G. Perichi; A. Fernández; C. Rosales; R. Medina. 2012. Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de zábila (*Aloe vera*) en el estado Falcón, Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 25: 37-39.
- Lugo, Z.; R. Crozzoli; N. Greco; G. Perichi; A. Fernández. 2010. Nematodos fitoparásitos asociados a hortalizas en el estado Falcón, Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 23(1): 16-22. Disponible en: <https://bit.ly/3y3Hnj9> [Consultado: 09/06/2021].
- Lugo, Z.; R. Crozzoli; S. Molinari; N. Greco; G. Perichi; N. Jiménez, 2005. Patrones isoenzimáticos de poblaciones venezolanas de *Meloidogyne* spp. *Fitopatología Venezolana* 18: 30-33.

- Lugo, Z.; R. Crozzoli; G. Perichi; R. Medina; G. Castellano. 2007. Nematodos fitoparasíticos asociados a plantas cultivadas y no cultivadas en el municipio Miranda del estado Falcón, Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 20: 15-20.
- Lugo, Z. 2020. Informe técnico anual del Laboratorio de Fitopatología, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Mérida. 15 p.
- Lugo, Z.; C. Ramírez; R. Montero; R. Crozzoli; Y. Aguirre; J. Salas; G. Perichi; L.C. Rosales. 2021. Estrategias agroecológicas para el control del nematodo dorado de la papa en plantaciones del estado Mérida, Venezuela. *Agronomía Tropical* 71, e5080526, pp.1-12. Disponible en: <https://10.5281/zenodo.5080526> [Consultado: 23/06/2021].
- Maggiorani, A.; L. Bracamonte; O. Holmquist; A. Cadenas; E. Briceño; J. Renaud. 2004. Identificación de especies del género *Helicotylenchus* (Nematodos) en Venezuela. Parte I. *Revista Forestal Venezolana* 48(1): 81-86.
- Mandal, H.R.; S. Katel; S. Subedi; J. Shrestha. 2021. Plant Parasitic Nematodes and their management in crop production: a review. *Journal of Agriculture and Natural Resources* 4(2): 327-338. Disponible en <https://bit.ly/3hldVhY> [Consultado 23 /06/ 2021].
- Manzanilla, R.; K. Evans; J. Bridge. 2003. Plant diseases caused by nematodes. In Chen, Z.X.; S.Y. Chen; D.W. Dickson (eds). *Nematology advances and perspectives*. Vol. 2. Nematode management and utilization. CABI Publishing. ISBN 0851996469. pp: 637-703.
- Márquez-Paz, E. 2020. Caracterización morfológica y molecular de dos especies de nematodos fitoparásitos de mayor prevalencia asociados al cultivo de piña en el Valle del Cauca, Colombia. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia. 127 p. Disponible en: <https://bit.ly/2Ug044I> [Consultado: 09/06/2021].
- Marys, E.; L.C. Rosales. 2021. Plant disease diagnostic capabilities in Venezuela. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. In Research Topic Food Security and Food Safety Challenges in Venezuela. Vol. 5 e715463 pp:1-8. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.715463> [Consultado: 03/11/2021].
- Medina, A.; R. Crozzoli; G. Perichi. 2009. Nematodos fitoparásitos asociados a los arrozales en Venezuela. *Nematologia mediterránea* 51: 21-26.
- Molinari, S.; N. Greco; R. Crozzoli; M. Zouhar. 2008. Pathotypes of *Globodera* spp. as detected by superoxide dismutase isoelectrofocusing patterns. 5th International Congress of Nematology. Brisbane, Australia, 13-18 July.
- Nemaplex. 2019. *Helicotylenchus multicinctus* (en línea). Universidad de Davis USA. Disponible en: <https://bit.ly/35ZMapL> [Consultado: 07/06/2021].
- Nemaplex. 2021. *Pratylenchus* (en línea). Universidad de David, USA. Disponible en: <https://bit.ly/3jIsAXp> [Consultado: 07/06/2021].
- Niño de G., L.; M. Flores. 1994. Identificación de especies y patotipos de tres poblaciones del nematodo quiste de la papa (*Globodera* spp.) provenientes de los estados Mérida y Lara. *Memorias del VI Congreso Venezolano de Hortalizas*, Maracay, Venezuela. pp. 45.

- Obando Vergara, M.; G. García Morera; M. Araya. 2017. Control químico de *Globodera pallida* (Stone) Behrens y la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad Floresta. 32(3): 1-11. Disponible en: <https://bit.ly/2T56aVg> [Consultado: 06/06/2021].
- Ortiz, A.M.; B. Sipes; S. Miyasaka; A. Arakaki. 2015. Green Manure Crops for Management of *Meloidogyne javanica* and *Pythium aphanidermatum*. HortScience 50(1): 90-98. Disponible en: <https://bit.ly/3hyHZ9T> [Consultado: 06/06/2021].
- Perichi, G.; R. Crozzoli. 2010. Morfología, morfometría y hospedantes diferenciales de poblaciones de *Meloidogyne* de los estados Aragua y Zulia. Fitopatología Venezolana 23: 5-15.
- Perichi, G.; Y. Aguirre; A. Vegas; Y.D. Jáuregui. 2019. Pathogenicity of *Meloidogyne incognita* in bell pepper in Rio Tocuyo, Lara State. Venezuela. Bioagro 31(1): 67-72. Disponible en: <https://bit.ly/3jZwjzZ> [Consultado: 23/06/2021].
- Perichi, G. 2021. Informe técnico Servicio de Diagnóstico Nematológico FAGRO-UCV. Instituto de Zoología Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 25 p.
- Rao, V.; G. Swarup. 1975. Studies on the life history of *Helicotylenchus dihystera* and on the histopathological of infested sugarcane root. Indian Journal of Nematology 5: 56-61.
- Rodríguez, M.G.; L.P. Díaz-Viruliche; D. Hernández; J. Hernández; R.R. Enrique; L. Gómez; I. Miranda; L.C. Rosales; Z. Suárez. 2011. Impacto de la biofumigación y materiales orgánicos en la recuperación de viñedo infestado con Nematodos Agalleros. Agronomía Tropical 61(2): 113-124. Disponible en: <https://bit.ly/2SMiU2K> [Consultado: 09/06/2021].
- Rodríguez, M.G.; L. Gómez; D. Hernández-Ochandía; R. Enrique; I. Miranda; O. Pino; I. Castro-Lizazo; L.C. Rosales; L. Díaz-Viruliche. 2012. Efecto de la biodesinfección con residuos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre población de *Meloidogyne* spp. en suelo. Revista de Protección Vegetal 27(3): 197-201. Disponible en: <https://bit.ly/2UYSnQv> [Consultado: 09/06/2021].
- Rodríguez, Y.; M. Soto; L. Marín. 2020. La sanidad vegetal en Venezuela: el rol del Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral. Agronomía Tropical 70: 1-22. Disponible en <https://doi.org/gm2s> [Consultado 23/06/2021].
- Rondón, Y.M.; R. Crozzoli; G. Perichi. 2009. Actividad nematocida *in vitro* de extractos acuosos de plantas en el nematodo agallador *Meloidogyne mayaguensis*. Fitopatología Venezolana 22:72.
- Rosales, L.C.; R. Crozzoli; Y. Aguirre; L. Puente. 2013. Reacción de diferentes materiales genéticos de tomate a *Meloidogyne incognita* y *Meloidogyne enterolobii* (Nematoda: Meloidogynidae). Fitopatología Venezolana 26: 29-32.
- Rosales, L.C.; Z. Suárez. 2001. Nematodos fitoparasíticos asociados al lechoso y distribución geográfica en Venezuela. Fitopatología Venezolana 14(1): 21-23.
- Rosales, L.C.; Z. Suárez H. 2001. Reacción de cinco materiales de caricáceas, al ataque del nematodo *Meloidogyne incognita*. Nematología mediterránea 29(2):177-180.
-

- Rosales, L.C.; J. Pilco; L. Puente. 2018. Informe técnico anual del Servicio de Diagnóstico de nematodos en plantas. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Unidad de Protección Vegetal. Maracay. 11 p.
- Rumbos, R. 2021. Informe técnico anual Laboratorio de Servicios de Protección Vegetal, Estación Local Chama del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) del estado Zulia. 9 p.
- Savary, S.; L. Willocquet; S.J. Pethybridge; P. Esker; N. McRoberts; A. Nelson. 2019. The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nature Ecology & Evolution* 3: 430–39. Disponible en <https://doi.org/gf35k8> [Consultado: 23/06/2021].
- Silva, A.; Y. Mujica; Y. Flores. 2017. Nematodos fitoparásitos en 18 clones de yuca, Fundación La Salle campus Cojedes. *Revista de Ciencia Y Tecnología* 14: 45-50. Disponible en: <https://bit.ly/35YaFDJ> [Consultado: 09/06/2021].
- Singh, S.K.; M. Hodda; G.J. Ash. 2013. Plant-parasitic nematodes of potential phytosanitary importance, their main hosts and reported yield losses. *EPPO Bull.*, 43(2): 334-374.
- Suárez, Z.; A. Rondón; V. Tellechea; R. Solórzano; R. Navas. 1992. Asociación de hongos del suelo con nematodos fitoparásitos en aguacatero. *Agronomía Tropical* 42: 321-328.
- Suárez, Z.; L.C. Rosales. 1998. Nematodos asociados a los frutales de importancia y su control. II Frutales anuales. *Fonaiap Divulga* 60: 38-41.
- Suárez, Z.; L.C. Rosales. 2008. Comportamiento de materiales genéticos de piña (*Ananas comosus*) al ataque de *Meloidogyne incognita* Raza 1. *Revista Protección Vegetal* 23 (3): 191-195.
- Suárez, Z.; L.C. Rosales; A. Rondón; M.S. González. 1998. Histopatología de raíces de *Psidium guajava* atacadas por el nematodo *Meloidogyne incognita* raza 1 y los hongos *Macrophomina phaseolina* y *Fusarium oxysporum*. *Fitopatología Venezolana* 11: 44-47.
- Suárez, Z.; L.C. Rosales; A. Rondón. 1999a. Efecto sinérgico de los hongos *Macrophomina* y *Fusarium* con el nematodo agallador *Meloidogyne* spp. sobre un decaimiento en guayabo. *Nematologia Mediterranea* 27: 79-82.
- Suárez, Z.; L.C. Rosales; A. Rondón; M.S. González. 1999b. Nematodos fitoparásitos en el complejo de enfermedades de algunos frutales en Venezuela. *Nematropica* 29: 135.
- Sullivan, M.J.; R.N. Inserra; J. Franco; I. Moreno-Leheudé; N. Greco. 2007. Potato cyst nematodes: plant host status and their regulatory impact. *Nematropica* 37(2): 193-201. Disponible en: <https://bit.ly/3dR06a5> [Consultado: 07/06/2021].
- Taylor, A.; J. Sasser. 1983. Biología, identificación y control de los nematodos de nódulo de la raíz (especies de *Meloidogyne*). International *Meloidogyne* Project, North Carolina State University, Agency for International Development, United States. 301 p.
- Ye, W.; R.T. Robbins; T. Kirkpatrick. 2019. Molecular characterization of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) from Arkansas, USA. *Scientific Reports* 9(10): 15680. Disponible en: <https://go.nature.com/2TcOSWo> [Consultado: 07/06/2021].