



Importancia

Los nematodos son organismos pluricelulares que sobreviven a la mayoría de los hábitats, por lo que se distribuyen en todo el mundo, principalmente en zonas húmedas de suelos naturales y cultivados. Actualmente se conocen 26,646 especies de nematodos, de los cuales 4,105 son fitopatógenos. Los nematodos fitopatógenos pueden afectar el desarrollo de las plantas, ya que sin un adecuado manejo del cultivo son difíciles de controlar (Rodríguez *et al.* 2009).

Los nematodos tienen una gran capacidad reproductiva, logrando depositar miles de huevos y desarrollar cinco o seis generaciones anuales, incluso más dependiendo de las condiciones ambientales. Estos organismos no participan en la descomposición de la materia orgánica y su control

es más eficiente en zonas templadas (Gandarilla y Fernández, 2002).

Descripción

Los nematodos son microorganismos pluricelulares con cuerpo vermiforme (forma de gusano), semitransparentes, carecen de sistema circulatorio y respiratorio, y tienen una cutícula hialina con marcas o estrías, la cual muda en cada etapa larvaria. Estos organismos son redondeados, miden de 300 a 1000 μm de largo y de 15 a 35 μm de ancho, cuentan con cavidad oral y de acuerdo con el género presentan un órgano para alimentación a manera de lanza conocido como estilete, que es retráctil, mientras que otros géneros tienen el estilete sólido modificado (Figura 1). El estilete es una estructura de los nematodos que les permite perforar las células de la planta y extraer los nutrientes, causando enfermedades (Flores *et al.* 2010; Guzmán *et al.* 2013).

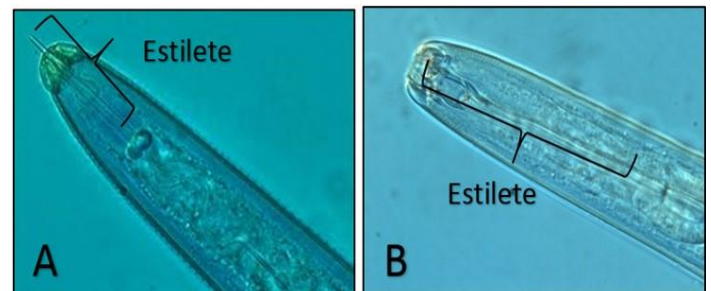


Figura 1. Tipos de estilete en nematodos: A) Hueco o lanza y B) Sólido.

Estos microorganismos forman parte de la fauna del suelo siendo de los componentes más abundantes,

ya que se encuentran en todos los hábitats y ecosistemas.

detectar la presencia de alimento (Flores *et al.* 2010; Guzmán *et al.* 2013).

Ciclo biológico

Los nematodos fitopatógenos presentan un ciclo biológico semejante. Los huevecillos se incuban principalmente en las raíces de la planta, en los cuales se desarrollan las larvas, cuya apariencia es similar al nematodo adulto. Las larvas aumentan de tamaño en cada etapa que concluye con una muda. Todos los nematodos tienen cuatro etapas larvianas y cuatro mudas, la primera se produce aun estando en el huevecillo. En la última muda, los nematodos se diferencian en hembras y machos adultos. Una característica de las hembras es que puede producir huevecillos al aparearse con un macho, partenogenéticamente o al producir su propio esperma (hermafroditismo). (Gandarilla y Fernández, 2002; Guzmán *et al.* 2013)

El ciclo de vida de los nematodos (Figura 2) puede llevarse a cabo en tres o cuatro semanas dependiendo de las condiciones climáticas, ya que disminuye su desarrollo a temperaturas menores a los 10 °C. Las etapas en las cuales atacan los nematodos a la planta son principalmente a partir del tercer estadio larval, periodo durante el cual deben buscar alimento, y en caso de no encontrar un hospedante, en menos de un mes mueren. Existen especies de nematodos en las cuales la larva permanece en estado de reposo o los huevecillos continúan en el suelo en reposo por años hasta

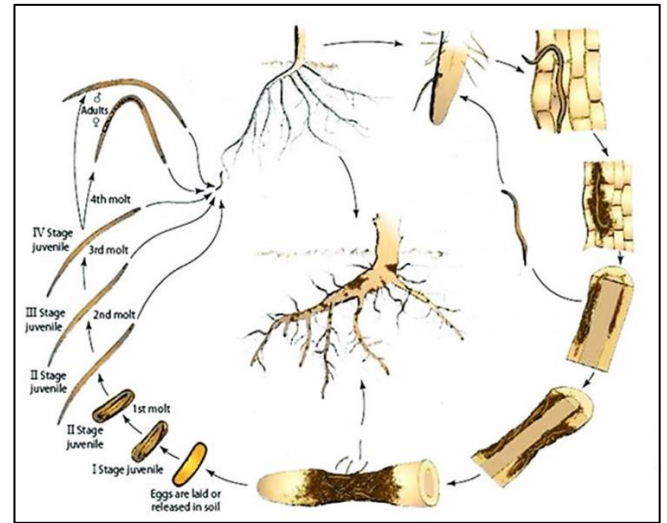


Figura 2. Ciclo de vida de los nematodos.

Ubicación de los nematodos en la planta

Los daños causados por nematodos se ubican principalmente en el área radical y el área foliar, pero pueden atacar tallos, troncos, yemas, flores y semillas; las cuales pueden desarrollar de distinta manera durante el crecimiento del cultivo, afectando el desarrollo adecuado de la planta. El nivel de daño que causan los nematodos depende de su densidad poblacional, la agresividad de las especies y la resistencia o tolerancia de la planta huésped.

Clasificación de nematodos fitopatógenos

Los nematodos fitopatógenos se clasifican de acuerdo con el área que afectan y a su vez, en la manera en que lo realizan, como puede ser:

○ NEMATODOS FITOPATÓGENOS DEL SISTEMA RADICAL

Ectoparásitos. Nematodos que se alimentan sin penetrar a las raíces, de mayor tamaño y con estiletes más largos (Valencia *et al.* 2014). Dentro de este grupo existen:

- **E. migratorios.** Se alimentan de diferentes áreas (Géneros: *Hemicriconemoides*, *Trichodorus*, *Paratrachodorus*, *Belonolaimus*, *Xiphinema*, etc.)
- **E. sedentarios.** Se alimentan de una célula por mayor tiempo (Géneros: *Criconemella* y *Criconema*).

Endoparásitos. Nematodos que penetran por completo las raíces, desarrollándose adentro de ellas (Castillo *et al.*, 2003), los cuales se dividen en:

- **E. migratorios:** Todas las fases de su desarrollo son parasíticos (Géneros: *Meloidogyne*, *Heterodera*, *Nacobbus* y *Punctodera*)
- **E. sedentarios:** tienen un estilete pequeño e inducen la formación de un saco permaneciendo inmóviles, por ejemplo, especies de los géneros: *Hirschmanniella*, *Radopholus* y *Pratylenchus*.

Semi-endoparásitos. Nematodos que solo penetran la parte anterior, donde la parte posterior está en

contacto con el suelo y cubierta de un tejido especial adquiriendo forma abultada (Guzmán *et al.*, 2012). Estos se dividen en:

- **S. migratorios.** Géneros: *Hoplolaimus* y *Helicotylenchus*.
- **Semi-endoparásitos sedentarios.** Géneros: *Sphaeronema* y *Tylenchulus*.

○ NEMATODOS FITOPATÓGENOS DE TEJIDOS AÉREOS

Ectoparásitos. Nematodos que permanecen sobre la superficie de los tejidos del hospedante y se alimentan insertando el estilete en las células (Valencia *et al.*, 2014), su dieta es principalmente de la epidermis de células de hojas jóvenes, tallos y primordios florales (Géneros: *Anguina*, *Aphelenchoides* y *Ditylenchus*).

Endoparásitos migratorios. Nematodos que penetran por completo el tejido de la planta y se mueven con libertad a través de tallos, hojas, primordios florales o semillas (Castillo *et al.*, 2003); los cuales también pueden migrar a las raíces (Géneros: *Aphelenchoides*, *Bursaphelenchus* y *Ditylenchus*).

Daños causados por nematodos

Los daños de los nematodos en las plantas son causados principalmente por la saliva que secretan éstos al momento de alimentarse, proceso que causa una reacción de defensa por las células afectadas, causando el debilitamiento de raíces o área afectada hasta la muerte total del tejido infectado (Guzmán *et al.*, 2012 y Guzmán *et al.*, 2013).

Los síntomas más significativos por nematodos fitopatógenos que atacan el sistema radical son:

- Menor cantidad y longitud de raíces.
- Desarrollo anormal de raíces como excesiva ramificación, nudos (Figura 3), agallas, lesiones necróticas o rosadas, quistes color blanco o castaño.
- Pudrición de raíces.
- Agrietamiento y arrugamiento.
- Coloración anormal de raíces.
- Reducción de crecimiento (Figura 4).
- Marchitamiento de hojas.
- Disminución de área foliar.
- Acame de la planta.
- Hojas con lesiones necróticas (Figura 5).
- Muerte de plantas.



Figura 3. Formación de nudos en raíces de lechuga.



Figura 4. Disminución de crecimiento en el cultivo de papa.



Figura 5. Lesiones necróticas en hojas de begonia.

Al momento de identificar algún síntoma ocasionado por nematodos en una planta se recomienda:

- **Tomar una muestra representativa del daño (raíces) o suelo infectado.**
- **Enviar la muestra vegetal y de suelo al laboratorio para su análisis fitopatológico.**

La correcta y oportuna identificación del patógeno permitirá realizar las medidas necesarias y toma de decisiones en un corto plazo. Estas medidas pueden evitar la diseminación del patógeno, reduciendo el daño generado en el cultivo y evitando pérdidas.

El control de nematodos resulta de suma importancia debido a que, al atacar raíces, provocan que la planta no reciba la cantidad adecuada de nutrientes para un correcto desarrollo, lo que se traduce en pérdidas de rendimiento. Además, las lesiones causadas por nematodos en la zona radicular y foliar puede propiciar el establecimiento de otros fitopatógenos, como bacterias y hongos del suelo, intensificando los problemas fitosanitarios.

Para una correcta identificación de nematodos fitopatógenos y su cuantificación para la toma de decisiones en estrategias de control se recomienda hacer análisis de suelo y planta, inclusive agua, en un laboratorio de diagnóstico fitosanitario.

Recomendaciones

1. Utilizar material certificado en zonas productoras.
2. Realizar monitoreos periódicos para la detección de daños por nematodos.
3. Eliminar las plantas completas con nematodos.
4. Eliminar malezas cercanas al cultivo.
5. Realizar labores culturales sin dañar las raíces de la planta.

6. Nutrir adecuadamente a la planta durante su crecimiento, para evitar atracción de nematodos.

Referencias

- Castillo P., A. I. Nico, H. F. Rapoport y R. M. Jiménez D. 2003. Nematodos fitoparásitos en viveros de olivo. Bol. San. Veg. Plagas. 29(1): 255-263.
- Flores L. Y., B. Rivera O., E. B. Arias T. y E. P. Delgado Q. 2010. Nematodos Asociados al Cultivo del Olivo (*Olea europaea* L). INVURNUS. 5(1): 23-27.
- Gandarilla B., H. y E. Fernández G. 2002. Registro actualizado de fitonematodos en plantas ornamentales de Cuba. Fitosanidad. 6(3): 9-27.
- Guzmán H., T., I. Varela B., S. Hernández V., J. Durán M., W. Montero C. 2013. Principales géneros de nematodos fitoparásitos asociados a plátano y piña en las regiones Huetar Norte y Huetar Atlántica de Costa Rica. Tecnología en Marcha. 27(1): 85-92.
- Guzmán P., O. A., L. Pérez y A. Patiño. 2012. Reconocimiento de nematodos fitoparásitos en pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* HAW.). Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural. 16 (2): 149 – 161.
- Rodríguez D., J. G., J.L. Olivares, J. Arece y E. Roque. 2009. Evolución de los parásitos: consideraciones generales. Rev. Salud Anim. 31(1): 13-17.
- Valencia S., R. A., O. A. Guzmán P., B. Villegas E. y J. Castaño Z. 2014. Manejo integrado de nematodos fitoparásitos en almácigos de plátano dominico hartón (*Musa AAB SIMMONDS*). Luna Azul. 39(1): 16