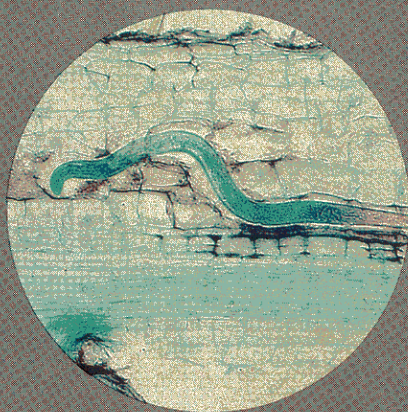


NEMATODOS

Diagnóstico y Combate



Jessé Román
Nelia Acosta



H-159
Julio 1984

Universidad de Puerto Rico
Servicio de Extensión Agrícola
Recinto Universitario de Mayagüez
Mayagüez, Puerto Rico 00708

NEMATODOS

Diagnóstico

y Combate

Jesé Román
Nelia Acosta

Universidad de Puerto Rico
Servicio de Extención Agrícola
Recinto Universitario de Mayagüez
Mayagüez, Puerto Rico 00708

CONTENIDO

	Página
Parte I	
Introducción	5
Definición	5
Morfología	5
Ciclo biológico.....	8
Diagnóstico.....	8
Recolección de muestras para diagnosticar la presencia de nemátodos.....	9
Métodos de combate	9
Prevención	10
Variedades	10
Control biológico	10
Prácticas de cultivo	11
Control químico	11
Parte II	
Síntomas generales.....	17
Reducción de la germinación de las semillas.....	17
Reducción en rendimiento.....	18
Manchas foliares	19
Marchitez y clorosis.....	20
Enanismo	21
Deformación de hojas y tallos.....	22
Síntomas específicos	23
Raíces noduladas	23
Disminución de brotes	25
Deformación y necrosis de raíces y tallos subterráneos	26
Atrofia de ápices radicales	28
Disminución del sistema radical	29

Parte III

Nematicidas para cultivos agrícolas	30
Arroz.....	30
Caña	30
Farináceas.....	31
Batata	31
Ñame	33
Papa	34
Forrajes (sorgo)	35
Frutales	35
Cítricas	35
Piña.....	38
Hortalizas	40
Berenjena	40
Calabaza	41
Melón	42
Pepinillo	43
Sandía	44
Habichuela tierna	45
Lechuga	47
Maíz	47
Pimiento	49
Repollo	50
Tomate	51
Plátanos y guineos	53
Ornamentales y céspedes	56
Soya	62
Tabaco.....	65
Glosario de nematología	68

Parte I

NEMATODOS

Diagnóstico y combate

J. Román y N. Acosta¹

Introducción

Definición

Los nematodos fitoparasíticos son animales multicelulares, generalmente microscópicos (miden alrededor de 0.5 mm de largo), que poseen los principales sistemas fisiológicos de los organismos superiores con excepción del respiratorio y el circulatorio. En general, tienen forma de gusano delgado cilíndrico y alargado, con el diámetro reducido en los extremos. Las hembras, que son más grandes que los machos, en algunas especies toman diferentes formas (fig. 1). Los nematodos no son segmentados; están protegidos por una cutícula acelular, transparente y semipermeable de proteínas, lípidos y carbohidratos. Estos organismos requieren un medioambiente húmedo pero pueden encontrarse en casi todo tipo de ambiente ecológico. Invaden los tallos, hojas y semillas de las plantas tanto como las raíces, bulbos, tubérculos y cormos.

Morfología (fig. 2)

La pared del cuerpo de los nematodos está formada por tres capas: cutícula, hipodermis y musculatura somática. Externamente están protegidos por la cutícula, la función principal de la cual es facilitar el intercambio de gases con el exterior y proveer protección del medioambiente. La cutícula es una secreción de la hipodermis o capa celular que se encuentra inmediatamente debajo. La musculatura somática es la capa que rodea la cavidad interna del nematodo.

El sistema digestivo está formado por un tubo que comienza en la boca o abertura bucal y termina en el ano. En las hembras, este sistema se divide en tres regiones: esófago, intestino y recto. En los machos el intestino y el teste desembocan en una cloaca. Hay seis labios rodeando la abertura bucal, que conecta con la cavidad bucal donde se encuentra el estilete o aparato en forma de aguja usado en el parasitismo. Hay dos tipos de estilete: el estomatoestilete, modificación de las paredes del estoma, y el odontoestilete, formado por una célula del esófago. Ambos poseen un lumen de diámetro generalmente muy reducido que permite el paso de partículas de alimento, virus y enzimas digestivas, pero no de bacterias. El esófago se encuentra inmediatamente debajo de la cavidad bucal o estoma y es tubular con un lumen triradiado. En la mayoría de las especies fitoparasíticas se compone de tres regiones: 1) corpus,

¹Nematólogo y Nematólogo Asociado, respectivamente, Departamento de Protección de Cultivos, Estación Experimental Agrícola y Especialistas del Servicio de Extension Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez. Los autores desean expresar su agradecimiento al Sr. Rafael Montalvo-Zapata y a la Srta. Nilsa Acín, Químico y Químico Asociado, respectivamente, Departamento de Protección de Cultivos, por su valiosa ayuda durante la preparación de la parte de esta publicación relacionada con plaguicidas para uso en cultivos agrícolas. También se agradece la ayuda editorial del Sr. Samuel O. Vélez Delgado, Editor de la Estación Experimental Agrícola.

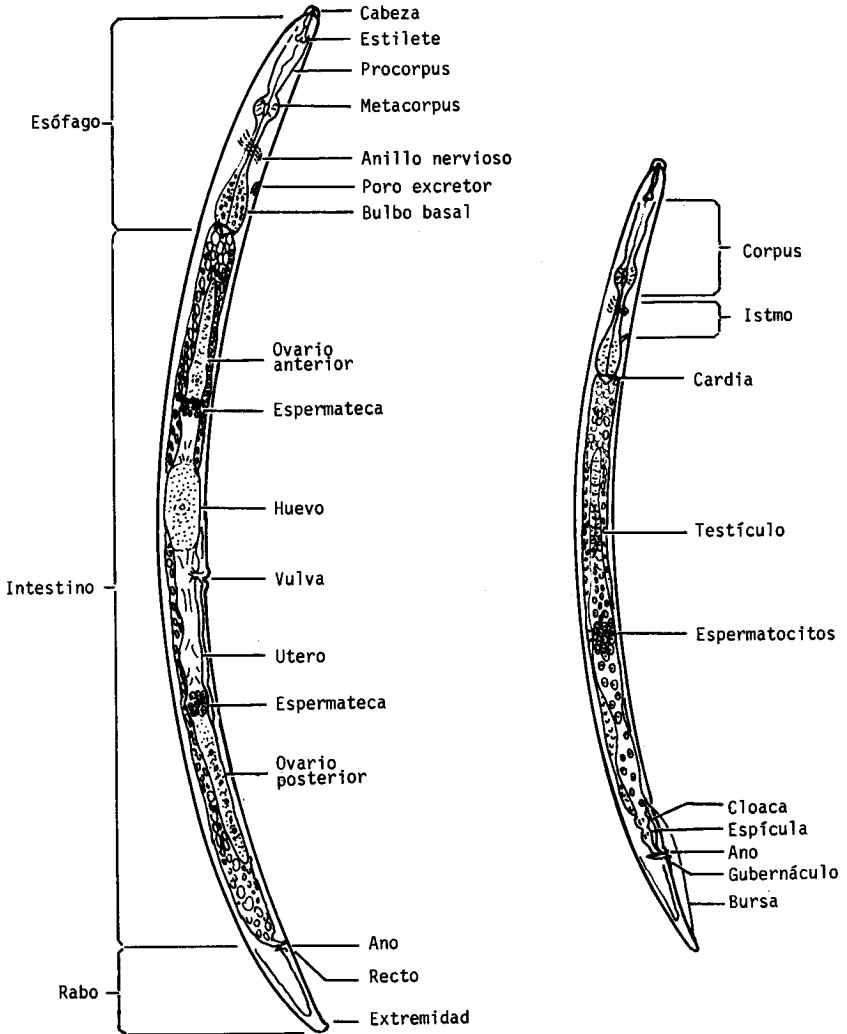


Figura 1—Anatomía de nematodos fitoparasíticos (hembra y macho). (Según Taylor, 1968, y modificación de Rafael Inglés, 1984. Cortesía de FAO, Roma, Italia)

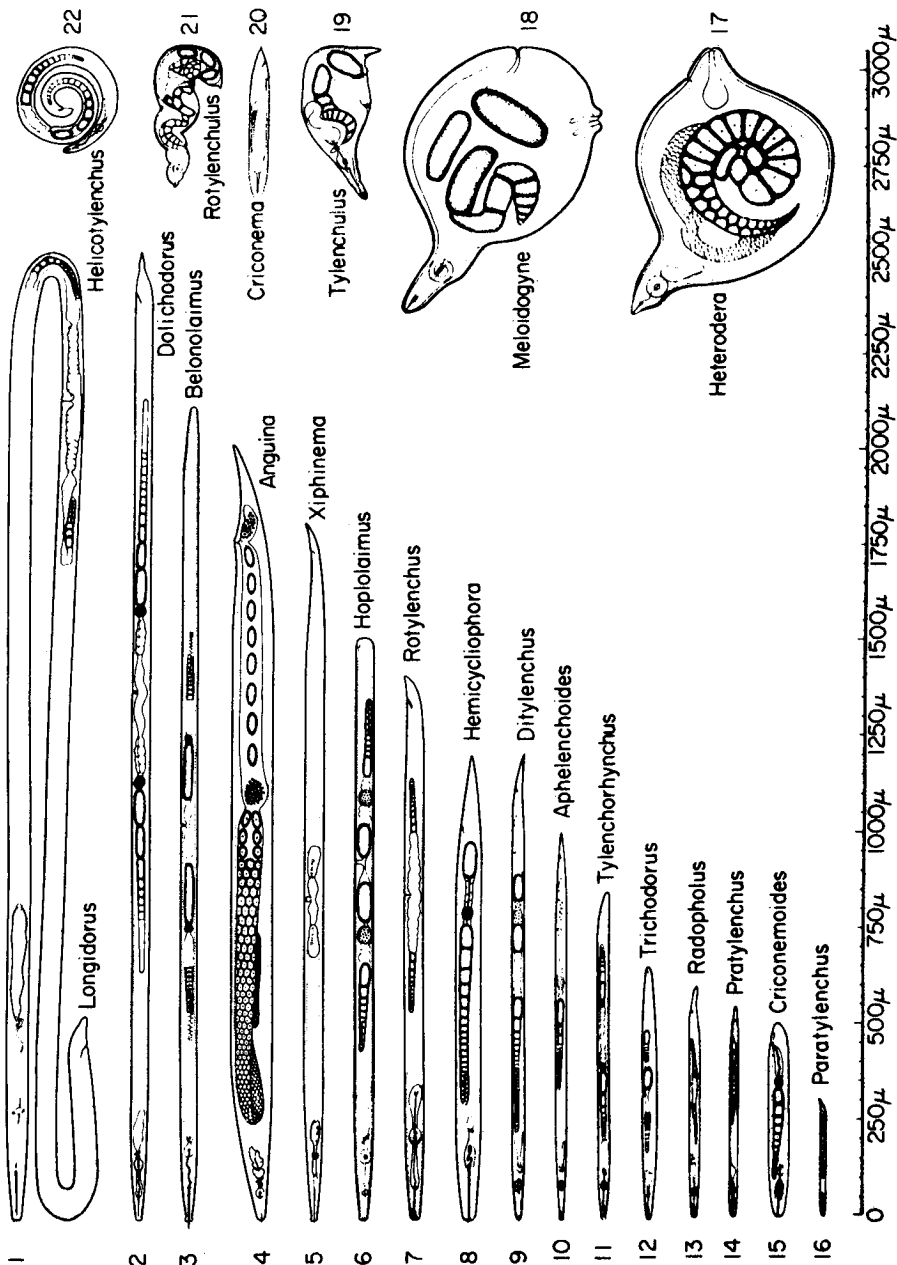


Figura 2—Forma y tamaño de algunos géneros de nematodos fitoparásitos. (Según Agrios, 1969).

porción más próxima al estilete, formado por una parte anterior delgada o procorpus y por una posterior ensanchada o bulbo medio; 2) istmo, parte estrecha y 3) bulbo basal, donde se encuentran las glándulas esofágicas que contienen las enzimas digestivas necesarias para disolver y penetrar las células de las plantas y luego digerir el alimento ingerido dentro del nematodo.

El sistema excretor es generalmente tubular y abre al exterior por un poro revestido de cutícula localizado ventralmente al nivel del esófago.

El sistema nervioso tiene como centro el collar nervioso, que se encuentra alrededor del istmo en el esófago, de donde salen nervios a las diferentes partes del cuerpo. Además de la musculatura somática, los nematodos también poseen una musculatura especializada que está asociada o conectada con el estilete, el esófago, el intestino, el recto, el ano, la vulva y las espículas.

Generalmente los nematodos son dioicos (hay machos y hembras) y la forma más común de reproducción conlleva la fecundación cruzada. Algunas especies se reproducen por partenogénesis, donde se produce una cría sin la participación de una célula sexual masculina; otras son hermafroditas, donde se producen ambas células en un mismo individuo. Los machos y las hembras son generalmente similares en apariencia pero en algunas especies se observan variaciones morfológicas entre ambos sexos (dimorfismo sexual). Por lo general el sistema reproductivo de las hembras está compuesto de uno o dos ovarios tubulares, oviducto, espermateca (receptáculo seminal), útero, vagina y vulva (apertura genital). Los machos generalmente tienen un testículo, vesícula seminal, vaso deferente, dos espículas cuticularizadas, un gubernáculo (aparato guía de las espículas) y pueden tener una aleta caudal que ayuda en la copulación. El intestino del macho se une posteriormente al sistema reproductor formando la cloaca.

Ciclo biológico

Hay seis etapas en el desarrollo de la mayoría de los nematodos: el huevo, cuatro etapas juveniles y el adulto. El huevo es generalmente depositado, en distintas etapas de desarrollo, en el suelo o dentro del tejido de la planta. En algunas especies éstos están protegidos por una capa gelatinosa. El huevo fecundado sufre una serie de divisiones mientras pasa por las etapas de blástula y gástrula hasta llegar al estado juvenil (nematodo filiforme). En la mayoría de las especies fitoparasíticas, el segundo estado juvenil emerge del huevo, se mueve por el suelo y penetra e invade el tejido vegetal. Esta etapa, que es generalmente la infecciosa, es en la mayoría de las especies una que resiste las condiciones ambientales desfavorables.

Diagnóstico

Generalmente los síntomas causados por los ataques de nematodos, con excepción de los que ocasiona el nematodo nodulador o de agalla, son muy parecidos a los causados por otros patógenos tales como hongos y bacterias y a la falta de nutrientes y humedad adecuada en el suelo. La expresión o severidad del daño depende del cultivo afectado, la especie de nematodo, la edad de la planta y de las condiciones ambientales prevalecientes.

Los síntomas se pueden dividir en síntomas aéreos (generales) y subterráneos (específicos); (pag. 17-29)

Generales

1. Reducción de la germinación de la semilla
2. Baja en rendimiento
3. Manchas foliares
4. Marchitez y clorosis
5. Enanismo
6. Deformación de hojas y tallos
7. Necrosis interna del tallo
8. Defoliación
9. Falta de vigor

Específicos

1. Raíces noduladas
2. Desprendimiento y necrosis de la corteza de raíces, cormos y tubérculos
3. Baja en la producción de semilla y yemas o brotes
4. Deformación y necrosis de raíces, bulbos, tubérculos y cormos
5. Proliferación excesiva de raíces (escoba de bruja)
6. Atrofia de ápices radicales (formación de muñón)
7. Sistema radical pobremente desarrollado

Recolección de Muestras para Diagnosticar la Presencia de Nematodos

Las muestras de suelo y raíces para comprobar la presencia de nematodos se toman alrededor de la rizosfera de plantas que muestran síntomas y de plantas próximas aparentemente sanas. Las muestras se toman a una profundidad de 20 a 30 cm (8 a 12 pulgadas) en plantas de raíces no muy profundas (hortalizas) y a mayor profundidad, dependiendo de la profundidad de las raíces, en otras plantas. No deben tomarse muestras de plantas muertas. La muestra debe estar compuesta de varias submuestras. Para análisis de rutina el tamaño de la muestra debe ser de aproximadamente 250 a 350 cm³. Las muestras se envasan en bolsas transparentes de polietileno para evitar que se des sequen. Debe incluirse información sobre el cultivo, el lugar y la fecha de colección, los síntomas asociados, las condiciones ambientales prevalecientes, el nombre del colector, los productos químicos que se hayan aplicado en el área y cualquier otra información que pueda servir de ayuda para el diagnóstico.

Las muestras para análisis pueden someterse al laboratorio de la Clínica de Fitopatología localizada en el Departamento de Protección de Cultivos en el Recinto Universitario de Mayagüez a través de los agentes agrícolas.

Métodos de Combate

El combate de nematodos no es sencillo porque su eficacia depende de la identificación correcta del organismo a controlarse, del cultivo afectado, de un conocimiento de la fisiología y biología de ambos organismos (planta y nematodo) y de los factores ambientales asociados con la expresión de síntomas.

Los nematodos se pueden combatir efectivamente con métodos preventivos y fitosanitarios que sigan las leyes reguladoras, el uso de

variedades resistentes, el control biológico, las prácticas de cultivo y el uso de nematicidas.

Prevención

Debido a que los nematodos fitoparasíticos se mueven muy lentamente, la forma en que más comúnmente se diseminan es al transportar suelos y material vegetativo infectado. El agua, los animales (incluyendo el hombre) y la maquinaria agrícola pueden llevar los nematodos a distancias considerables. De este modo, el que se establezcan en nuevas áreas depende de que haya un cultivo susceptible y de condiciones ambientales favorables para la reproducción. Para evitar la diseminación de los nematodos se debe eliminar todo material vegetativo infectado y se debe tratar el suelo con un fumigante o con calor. Además, la maquinaria agrícola se debe limpiar antes de trasladarla a un campo libre de nematodos y se debe evitar que el suelo o material vegetativo contaminado llegue al agua de riego. Es sumamente importante mantener los semilleros libres de nematodos para evitar que se diseminen a los campos. Todo el material usado (suelo, tiestos, implementos de cultivos) debe fumigarse o tratarse con agua caliente. Las plantas infectadas se deben aislar, tratar o descartar. Prácticamente en todos los países rige una serie de leyes (cuarentenas) para regular o prevenir la entrada de algunas especies de nematodos fitoparasíticos. También se trata de restringir la plaga al lugar donde se encuentra para evitar su diseminación. En los Estados Unidos se puso en vigor la cuarentena federal del nematodo de quiste de soja (*Heterodera glycines*) que prohíbe el movimiento de cultivos de raíces suculentas fuera del área regulada. En California está en vigor una cuarentena contra el nematodo barrenador (*Radopholus similis*). La cuarentena prohíbe la entrada a los Estados Unidos de suelo o plantas con raíces provenientes de Florida, Hawaii y Puerto Rico a menos que se certifique que están libres de este nematodo. En Puerto Rico se prohíbe la entrada de palmas y muchos de sus productos que puedan portar el nematodo causante del anillo rojo del cocotero.

Variedades resistentes

El sembrar variedades resistentes es el método más conveniente por ser el más económico, efectivo y duradero y porque no altera el ecosistema agrícola. Es importante impartir resistencia multigénica a un cultivar de alta producción que posea otras características agronómicas deseables. Además, se deben desarrollar variedades resistentes a más de un patógeno (e.g., hongos, bacterias, virus y nematodos). Se han desarrollado variedades de tomate (Nemared, Nematex, Ronita) resistentes al nematodo nodulador, *Meloidogyne incognita*. Las variedades de tabaco NC95, Coker 258 y SC22 son resistentes al *M. incognita*. Las variedades de cítricas Pomeroy, Rubidoux y otras son resistentes a *Tylenchulus semipenetrans*.

Control biológico

El control biológico consiste en suprimir una plaga con enemigos naturales tales como depredadores y parásitos. Este método se está investigando intensivamente. En muchos ensayos se ha usado materia orgánica donde se reproducen los enemigos naturales. Algunos de estos enemigos son nematodos depredadores (*Mononchus*, *Trypila*, *Seinura*), platelmintos, tardígrados, insectos (colémbolos) y otros. Entre los parásitos se encuentran algunos proto-

zoarios, virus, bacterias y hongos. Los hongos nematófagos incluyen varias especies de *Catenaria* que producen zoosporas enquistadas, especies de *Stylopaga* con hifas pegajosas y *Dactylella* spp., con anillos que se contraen atrapando al nematodo en su paso. Para controlar los nematodos efectivamente con hongos nematófagos es necesario conocer varios aspectos de su biología y ecología.

Entre las bacterias, la *Bacillus penetrans* es la más conocida; se ha usado con éxito para combatir especies de *Meloidogyne* y a *Pratylenchus scribneri*.

Prácticas de cultivo

Rotación de cultivos

La rotación es el método más efectivo y más usado. Para mayor efectividad se deben sembrar plantas resistentes o no hospedadas del cultivo principal y plantas susceptibles en secuencia por un período de 3 a 4 años. En los Estados Unidos se sigue una rotación de la habichuela soya con el maíz para controlar el nematodo de quiste de la soya (*Heterodera glycines*).

En Puerto Rico se aumentó el rendimiento de la caña de azúcar, la piña y el plátano rotándolos con yerba pangola.

Barbecho

- a) limpio: mantiene el terreno libre de material vegetal mediante arado profundo, discado y desyerbo. Los nematodos mueren por desecación e inanición.
- b) enyerbado: mantiene el terreno libre de cultivos hospedados pero se retienen los yerbajos. El problema principal estriba en que los yerbajos pueden ser hospedados de nematodos patógenos.

Materia orgánica

Los abonos orgánicos reducen las poblaciones de nematodos fitoparasíticos porque aumentan las poblaciones de enemigos naturales y producen algunos ácidos orgánicos nocivos a los nematodos.

Plantas atrapadoras y plantas antagónicas

Plantas atrapadoras: Su efectividad depende de un conocimiento efectivo de la biología del nematodo a controlarse y de las condiciones favorables a su reproducción. Se usan cultivos susceptibles al nematodo nodulador y al nematodo de quiste. Los cultivos se siembran y se eliminan una vez la segunda etapa juvenil ha salido del huevo y penetrado en las raíces. La *Crotalaria spectabilis* se usa como un cultivo atrapador ya que es susceptible a la penetración de nematodos en sus etapas juveniles pero resistente a su desarrollo en adultos.

Plantas antagónicas: Las raíces de algunas plantas, como el *Asparagus* spp., por ejemplo, producen sustancias tóxicas a los nematodos; las raíces de otras, como el *Tagetes* spp., producen sustancias que repelen los nematodos fitoparasíticos. Estas plantas pueden sembrarse alrededor de predios de cultivos susceptibles para que sirvan de barreras protectoras.

Control químico

Todos los nematicidas más comunes son productos de uso restringido. El uso de estos compuestos, aunque muy efectivo, tiene sus limitaciones debido a su efecto negativo sobre la estabilidad y complejidad del ecosistema agrícola. Para minimizar este efecto se puede implantar un programa de control integrado

que incluya aplicaciones ocasionales de nematicidas y el uso de otras prácticas de combate.

Un nematicida ideal afecta o altera la fisiología del nematodo específico y reduce su tasa de reproducción y su nivel poblacional. El compuesto debe ser inocuo al cultivo y a los animales y no debe tener efectos adversos al ambiente. El producto debe ser fácil de aplicar y de bajo costo. Preferiblemente se selecciona el que actúa por acción sistémica sin dejar residuos químicos, o muy pocos residuos, en los cultivos al cosecharlos.

Para obtener mayor eficiencia en el uso de nematicidas es necesario preparar el terreno adecuadamente y dejarlo libre de residuos de cosechas. Al momento de aplicarlo, el suelo debe tener una humedad adecuada, pero por debajo de la capacidad de campo, y una temperatura de entre 15 a 27° C.

Los nematicidas más comúnmente usados se clasifican en hidrocarburos halogenados, carbamatos y organofosforados según el ingrediente activo de la formulación (cuadro 1). El cuadro 1 presenta información sobre el nombre comercial y común, el modo de acción, las formulaciones disponibles y la compañía manufacturera. El cuadro 2 ofrece datos sobre la solubilidad, la toxicología y la clasificación de uso de los tres grupos de nematicidas.

A. Fumigantes

Los hidrocarburos halogenados son generalmente biocidas fumigantes. El bisulfuro de carbono (CS₂), la cloropicrina y el bromuro de metilo fueron los primeros fumigantes usados como nematicidas. Estos son generalmente líquidos, altamente volátiles y fitotóxicos. Se aplican al suelo a una profundidad de 15 a 20 cm aproximadamente antes de sembrar (presiembrar) con inyecciones manuales o maquinaria especializada.

Por un largo tiempo los hidrocarburos clorados como D-D, Vidden-D, en mezcla con dicloropropeno y Dorlone, se utilizaron como fumigantes del suelo. La discontinuación de su manufactura y la cancelación y suspensión de su registro por la Agencia Federal de Protección Ambiental, entre otras razones, han reducido la disponibilidad de estos fumigantes en el mercado.

• Fumigante clorado

El Telone II tiene como ingrediente activo al dicloropropeno. Por ser un fumigante fitotóxico a todos los cultivos, se aplica como tratamiento presiembrar únicamente. Una buena preparación de terreno, libre de desechos de cosecha, permite obtener una buena efectividad. Controla una amplia gama de géneros de nematodos, ésto es, noduladores, lesionadores, barrenadores, espirales, de aguijón y otros. También es efectivo para combatir sinfilidos y gusanos de alambre. El bromuro de metilo es un biocida gaseoso a temperatura ambiental pero se envasa como líquido comprimido. Se usa mayormente para tratar el suelo en semilleros bajo una cubierta plástica y en semillas almacenadas.

B. Carbamatos

Los carbamatos son compuestos derivados del ácido carbámico. Su baja toxicidad oral y dermal para los mamíferos y su amplio espectro de acción contra nematodos e insectos le han permitido aumentar su demanda en el mercado mundial. Estos compuestos inhiben la enzima colinesterasa. Contrario a los fumigantes, los carbamatos son más solubles en agua y se traslocan a las diferentes partes de los cultivos bajo tratamiento.

Los carbamatos se venden granulados o en concentrados asperjables o emulsificables. Actúan sobre el nematodo por contacto o por ingestión. Algunos son sistémicos. Tienen acción residual relativamente corta. Debido a su baja fitotoxicidad se pueden aplicar presiembra al voleo o en bandas en presiembra y a plantas ya en desarrollo.

A nivel comercial los carbamatos de mayor uso son Furadan, Vydate L y Temik. El ingrediente activo del Furadan es el carbofuran. El Furadan es un nematicida-insecticida y controla las plagas por acción sistémica y de contacto. Las formulaciones granuladas disponibles son Furadan 3G, Furadan 5G y Furadan 10G. También hay una formulación líquida conocida como Furadan 4F. Este nematicida se aplica para combatir los nematodos en plátanos, guineos, caña de azúcar, cucurbitáceas, maíz, arroz y otros.

El ingrediente activo del Temik es el aldicarb. El Temik actúa por acción sistémica y de contacto; es efectivo contra nematodos e insectos como el picudo del corno del guineo y el plátano (*Cosmopolites sordidus*) y contra ácaros.

Las formulaciones disponibles de este carbamato son: Temik 10G, Temik 15G y recientemente Standak EC. Estas formulaciones son efectivas para combatir el nematodo barrenador, el nodulador de las raíces, el de las lesiones, el espiral y el anillado. Las formulaciones granuladas tienen permiso de uso para plátano, guineo, ñame, batata, habichuela y cítricas.

El Vydate es otro carbamato cuyo ingrediente activo es el oxamil. Similar a los dos anteriores es de acción sistémica y es efectivo para combatir varias especies de nematodos e insectos como el picudo del corno y ácaros. A nivel comercial existen las formulaciones Vydate 10G y Vydate L. En su formulación líquida tiene permiso de uso para combatir plagas en plátanos, guineos, solanáceas, cucurbitáceas, piñas, cítricas y ornamentales.

C. Organofosforados

Como alternativa a la eliminación de los compuestos organoclorados por la Agencia Federal de Protección Ambiental, ha aumentado el uso agrícola de los organofosforados. Estos compuestos generalmente son derivados del ácido fosfórico. Además no son tan persistentes como los organoclorados pero son mucho más tóxicos a los vertebrados. Al igual que los carbamatos, los organofosforados actúan inhibiendo la enzima colinesterasa.

El Dasanit, cuyo ingrediente activo es el fensulfotión, es efectivo contra nematodos fitoparasíticos e insectos del suelo. Las formulaciones comerciales son Dasanit 15G y Dasanit SC. El Dasanit solo actúa por contacto. El Dasanit tiene permiso de uso en los cultivos de plátanos, guineos, plantas ornamentales y céspedes.

El Mocap es otro compuesto organofosforado cuyo ingrediente activo es el etoprop. Es efectivo contra los nematodos e insectos del suelo. Solamente actúa por contacto. Las formulaciones disponibles en el mercado son Mocap 10G y Mocap EC. Se recomienda para combatir plagas en plátanos, guineos, batatas, pepinillo y otros.

El Nema-cur es otro nematicida organofosforado cuyo ingrediente activo es el fenamifos. Similar al Vydate L y al Temik G, el Nema-cur es sistémico y de contacto. Sus formulaciones disponibles son Nema-cur 15G y Nema-cur 3. Este nematicida es efectivo para combatir nematodos; se recomienda para la habichuela soya, el pollo, la piña y las ornamentales.

La información a continuación procura familiarizar al lector con los nematocidas con potencial de uso en los cultivos agrícolas de importancia económica local. Cabe señalar que las siguientes condiciones son esenciales para usar legalmente plaguicidas en Puerto Rico:

- 1) El plaguicida debe tener una tolerancia o exención de ella para el cultivo en cuestión.
- 2) La formulación del plaguicida debe estar registrada en la oficina central de la Agencia Federal de Protección Ambiental en Washington, D.C.
- 3) La formulación debe estar registrada en la Oficina del Laboratorio Agrológico del Departamento de Agricultura de Puerto Rico para poder usarse, venderse y distribuirse.
- 4) Si el plaguicida es de uso restringido, el usuario debe tener una licencia de aplicador privado o comercial.

Por consiguiente, antes de usar legalmente cualquier plaguicida, es necesario cumplir con todos los requisitos de ley y con los reglamentos estipulados en la Ley Federal de Plaguicidas y la Ley Estatal de Plaguicidas. Deben saberse los requisitos de registro o en caso de duda comunicarse con el Laboratorio Agrológico del Departamento de Agricultura de Puerto Rico (Tel. 796-1840) para investigar si el plaguicida está registrado.

Para los cultivos agrícolas que no aparecen en esta lista no hay nematocidas registrados que puedan usarse.

Recuerde que la información que se incluye no es completa. Por lo tanto, *antes de usar un producto lea bien su etiqueta.*

Cuadro 1. Nombre comercial y común, modo de acción, blanco, formulación y manufacturero de los nematocidas más comunes.

Clase y nombre comercial	Nombre común	Modo de acción	Blanco	Formulación disponible	Compañía manufacturera
1. Hidrocarburos					
<i>Halogenados</i>					
A. Clorados					
D-D ¹ Telone	Dicloropropeno Dicloropropeno	Contacto Contacto	Nematodos, malezas y enfermedades del suelo Idem	Telone II Telone C-17	Shell Dow Dow Dow
Vidden D ¹ Dortone ¹	Dicloropropeno Dicloropropeno	Contacto Contacto	Idem Idem		
B. Bromados					
Dowfume MC-2 EDB ²	Bromuro de metilo Dibromuro de etileno	Contacto Contacto	Idem, insectos Nematodos, gusanos elatéridos y sinfilidos	MC-2 EDB 85, 40	Dow Dow
2. Carbamatos					
Furadan	Carbofuran	Contacto y sistémico	Nematodos e insectos	3G, 5G, 10G, 4F	Dow
Temik	Aldicarb	Contacto y sistémico	Nematodos, insectos, ácaros	10G, 15G	Dow
Vydate	Oxamil	Contacto y sistémico	Idem	L, 10G	Du Pont (L) Hopkiks Agricutral (10G)
3. Organofosforados					
Dasanit	Fensulfotion	Contacto	Nematodos e insectos	15G, 3CA	Mobay
Nemacur	Fenamifos	Contacto y sistémico	Idem	15G, 3	Mobay
Mocap	Etoprop	Contacto	Idem	10G, 3EC	Mobil

¹Se discontinuó su manufactura.²Se discontinuó su uso como fumigante de suelo.

Cuadro 2. Propiedades químicas, físicas y toxicológicas de los ingredientes activos de las formulaciones de nematocidas.

Nombre de ingrediente activo	Solubilidad en agua p.p.m.	Oral (ratas)	Toxicidad ¹ LD ₅₀ (mg/kg)	Dermal (conejos)	Clasificación de seguridad	Clasificación de uso en Puerto Rico
Dicloropropeno	200	250	—	—	Peligro-Veneno	—
Bromuro de metilo	13,400	200 ppm (vapor)	15 ppm (TLV)	200 ppm (vapor)	Peligro-Veneno	Restringido
Dibromuro de etileno	4,300	146	—	200 ppm (vapor)	Peligro-Veneno	—
Carbofuran	700	8	2550	—	(10G) Advertencia (4F)	Restringido
Aldicarb	6,000	0.9	5	—	(10G) Peligro-Veneno	Restringido
Oxamil	280,000	5	10	—	(L) Advertencia	Restringido
Fensulfotión	1,540	2	3	—	(15G) Advertencia (EC) Peligro-Veneno	Restringido
Fenamifos	700	8	72	—	(15G) Peligro-Veneno (EC) Peligro-Veneno	Restringido
Etopropr	750	62	26	—	(10G) Advertencia (EC) Peligro-Veneno	Restringido

¹Obtenidos de "Pesticides, Theory and Application", George W. Ware, W. H. Freeman & Co., 1983.

Parte II

Síntomas Generales Reducción de la germinación de las semillas



Germinación pobre de semillas de berenjena (*Solanum melongena*) en un suelo altamente infestado con nematodos noduladores (*Meloidogyne* spp.).



Izquierda, escasa germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en un suelo altamente infestado con el nematodo nodulador (*Meloidogyne* spp.). Derecha, germinación en suelo libre de nematodos.

Reducción en rendimiento



Izquierda, tubérculos de ñame, *Dioscorea rotundata*, libres del daño de nematodos. Derecha, tubérculos afectados por nematodos. Note la diferencia en producción entre los tubérculos sanos y los infectados y la pobre calidad debido a las grietas causadas por los nematodos. (Cortesía de Julia Mignucci).



Reducción en el rendimiento de la cebolla (*Allium cepa*) según aumenta el número de *Pratylenchus* en el suelo. (Cortesía de H. A. Olthof, de la Colección de Diapositivas de la Sociedad de Nematólogos).

Manchas foliares



Manchas necróticas en hojas de crisantemo (*Chrysanthemum indicum*) causadas por *Aphelenchoides*.



Punta blanca del arroz (*Oryza sativa*) causada por *Aphelenchoides besseyi*. (Cortesía de R. D. Riggs, de la Colección de Diapositivas de la Sociedad de Nematólogos).

Marchitez y clorosis



Marchitez y clorosis en cepas de caña (*Saccharum officinarum*) infectadas con nematodos.



Marchitez y clorosis marcada en planta de café (*Coffea arabica*) infectadas con *Xiphinema americanum* y otros nematodos.

Enanismo

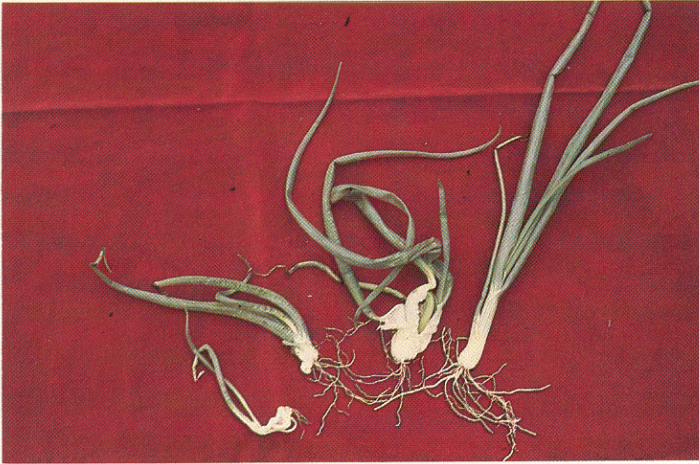


Al frente, enanismo marcado en plantas de plátanos (*Musa acuminata* × *M. balbisiana*, AAB) infectadas con *Radopholus similis*. Al fondo, plantas libres del nematodo.



Izquierda, reducción en crecimiento de una planta de repollo (*Brassica oleracea*) atacada por nematodos. Derecha, planta sana. (Cortesía de D. W. Dickson, de la Colección de Diapositivas de la Sociedad de Nematólogos).

Deformación de hojas y tallos



Deformación de la planta de cebolla debido a una infección de *Ditylenchus* spp. (Cortesía de C. W. Laughlin, de la Colección de Diapositivas de la Sociedad de Nematólogos).



Derecha, defoliación de cafeto debido al daño severo del nematodo nodulador (*Meloidogyne* spp.). Izquierda, planta sana.

Síntomas Específicos

Raíces noduladas



Raíces de tomate mostrando una gran cantidad de nódulos causados por *Meloidogyne* spp. (Cortesía de R. S. Hussey, de la Colección de Diapositivas de la Sociedad de Nematólogos).



Necrosis en raíces de plátano invadidas por *Radopholus* y *Pratylenchus*. (Cortesía de D. Oramas).



Necrosis en corno de plátano altamente infectado por *Radopholus similis*.



Desprendimiento de la corteza del ñame severamente infectado por *Pratylenchus coffeae*.

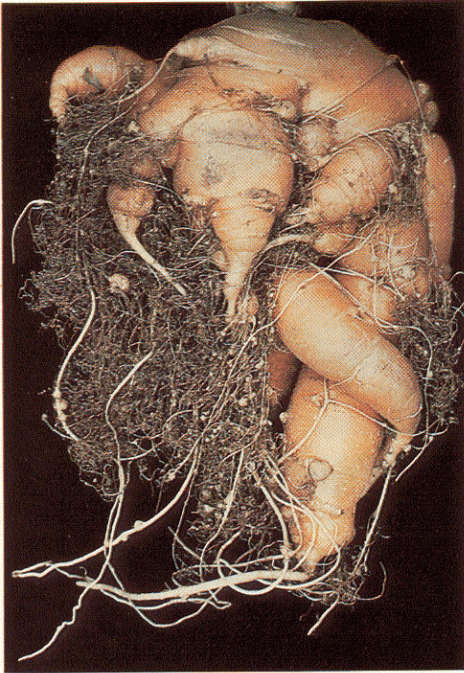
Disminución de brotes

Escaso número de brotes (extrema izquierda y centro) de azucena (*Polianthes tuberosa*) severamente infectada con el nematodo nodulador.



Al centro, ausencia de hojas y ápices, escaso número de brotes y reducción en tamaño del bulbo de la azucena infectada con el nematodo nodulador.

Deformación y necrosis de raíces y tallos subterráneos



Zanahoria (*Daucus carota*) totalmente deformada a causa del nematodo nodulador. (Cortesía de H. J. Jensen, de la Colección de Diapositivas de la Sociedad de Nematólogos).



Batata (*Ipomoea batatas*) que muestra hendiduras causadas por el nematodo nodulador. (Cortesía de R. A. Motsinger de la Colección de Diapositivas de la Sociedad de Nematólogos).



Ñame invadido por *Pratylenchus coffeae* causante de la marcada necrosis del tubérculo.



Yautía (*Xanthosoma* spp.) deformada por la invasión del nematodo nodulador.

Atrofia de ápices radicales

Atrofia de los ápices de las raíces de ñame para formar muñones por el ataque de *Pratylenchus coffeae*.



Acortamiento y deformación de los ápices de las raíces de maíz (*Zea mays*). (Cortesía de D. W. Dickson, de la Colección de Diapositivas de la Sociedad de Nematólogos).

Disminución del sistema radical



Reducción marcada del sistema radical de la habichuela (*Phaseolus* spp.) (Cortesía de N. A. Minton, de la Colección de Diapositivas de la Sociedad de Nematólogos).



Proliferación de raíces en forma de escoba de bruja en una planta ornamental.