



**PROYECTO REGIONAL DE FORTALECIMIENTO
DE LA VIGILANCIA FITOSANITARIA EN CULTIVOS
DE EXPORTACIÓN NO TRADICIONAL**

República de China – OIRSA

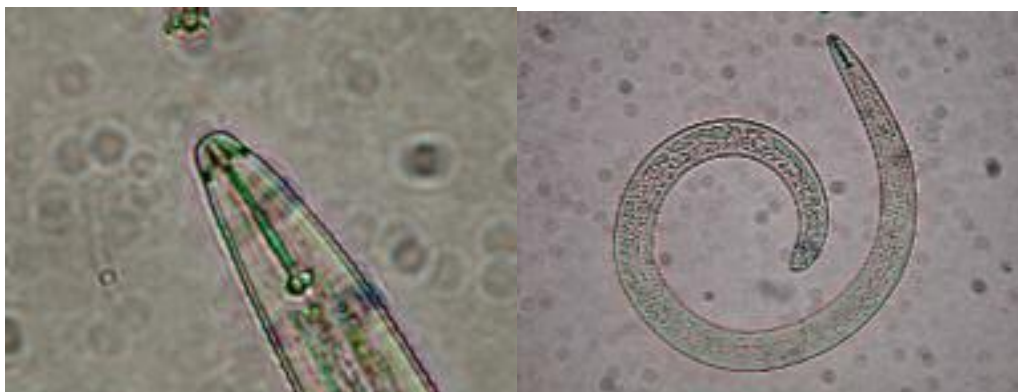


**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
UNIDAD DE POSGRADO**



**MANUAL TECNICO:
NEMATODOS ASOCIADOS A LIMON PERSICO Y
OTROS CITRICOS EN FINCAS DE EL SALVADOR**

**Ing. Agr. M.Sc. Andrés Wilfredo Rivas
Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño
Br. Miguel Rafael Paniagua
Br. José Luis Villacorta**



San Salvador, C. A., mayo de 2002

Agradecimientos

Los autores desean dar los agradecimientos al personal del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Dirección General de Sanidad Vegetal y Animal, por el muestreo de nematodos en las diferentes fincas citricotas del país. Al Ing. Agr. Carlos Enrique Ruano Iraheta, por su colaboración en la toma de microfotografías de los diferentes géneros de nematodos. También expresamos nuestros agradecimientos al Ing. Agr. M.Sc. Carlos Armando Villalta Rodríguez, por la edición final del presente documento.

INDICE

1. INTRODUCCION.....	1
2. INFLUENCIA DE LOS FACTORES EDAFOCLIMATICOS EN LAS POBLACIONES DE NEMATODOS	2
3. INFLUENCIA DE LOS FACTORES FISICOS Y QUIMICOS DEL SUELO EN LAS POBLACIONES DE NEMATODOS	5
4. FACTORES BIOTICOS QUE AFECTAN A LOS NEMATODOS	9
5. MUESTREO DE NEMATODOS EN FINCAS CITRICOLAS DE EL SALVADOR, C. A.....	9
6. MORFOLOGIA DE NEMATODOS.....	15
7. DESCRIPCION DE LOS GENEROS FITOPARASITOS DE NEMATODOS ENCONTRADOS EN LAS PLANTACIONES DE CITRICOS DE EL SALVADOR, C. A. ...	18
8. GENEROS DE NEMATODOS SAPROFITOS MÁS FRECUENTES EN LAS PLANTACIONES DE CITRICOS DE EL SALVADOR, C. A.....	40
9. BIBLIOGRAFIA.....	41

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Gráfica de la relación entre las poblaciones de nematodos parásitos de plantas y las pérdidas de cosechas.	2
Fig. 2. Relación entre los hábitos parasitarios de algunos nematodos y la porción de su ciclo de vida que pasan en el suelo, la planta y la rizosfera.	3
Fig. 3. El sistema ecológico, mostrando las complejas interrelaciones entre nematodos parásitos de plantas, la planta, el clima y el ambiente del suelo.	8
Fig. 4. Porcentaje poblacional de nematodos, por géneros, encontrados en fincas del Departamento de Cuscatlán.	11
Fig. 5. Porcentaje poblacional de nematodos totales, encontrados en muestreos de fincas del Departamento de Cuscatlán.	11
Fig. 6. Porcentaje poblacional de nematodos, por géneros, encontrados en fincas de la zona Occidental.	12
Fig. 7. Porcentaje poblacional de nematodos totales, encontrados en muestreos de fincas de la zona Occidental.	12
Fig. 8. Porcentaje poblacional de nematodos, por géneros, encontrados en fincas del Departamento de La Libertad.	13
Fig. 9. Porcentaje poblacional de nematodos totales, encontrados en muestreos de fincas del Departamento de La Libertad.	13
Fig. 10. Porcentaje poblacional de nematodos, por géneros, encontrados en fincas del Departamento de la Paz.	14
Fig. 11. Porcentaje poblacional de nematodos totales, encontrados en muestreos de fincas del Departamento de La Paz.	14
Fig. 12. Forma corporal típica de un nematodo, mostrando los principales órganos y algunos detalles externos	15
Fig. 13. Detalle del poro excretor de un nematodo	16
Fig. 14. Parte anterior de un nematodo, mostrando la región cefálica y sus estructuras	16
Fig. 15. Detalle de una hembra de nematodo, mostrando la vulva	16
Fig. 16. Detalle de un nematodo, mostrando el ano.....	16
Fig. 17. Morfología típica de un nematodo vermiforme	17
Fig. 18. Nematodo fitoparásito penetrando a través de una lenticela.....	17
Fig. 19. a) Región cefálica de <i>Aphelenchus sp.</i> b) parte caudal.....	19
Fig. 20. a) <i>Cacopaurus sp.</i> (hembra); b) parte caudal; c) parte anterior.....	20
Fig. 21. a) <i>Criconemoides sp.</i> b) Parte anterior.	21
Fig. 22. <i>Dorylaimus sp.</i>	22
Fig. 23. a) <i>Helicotylenchus sp.</i> b) Parte anterior; c) Vulva, ano, termino y campos laterales.....	23
Fig. 24. <i>Hemicriconemoides sp.</i> : a) Parte anterior. b) parte caudal (cola).....	24
Fig. 25. a) Hembra de <i>Hoplolaimus sp.</i> b) parte anterior. c) vista lateral de la cola de un macho. d) Vista ventral de la cola de un macho.....	26
Fig. 26. a) Estadio larval II de <i>Meloidogyne sp.</i> b) Cola. c) Parte anterior.....	28
Fig. 27. a) <i>Paratylenchus sp</i> b) parte anterior c) parte caudal.....	30
Fig. 28. a) <i>Pratylenchus sp</i> b) y c) partes caudales de diferentes especies.	32
Fig. 29. <i>Rotylenchus sp.</i>	33
Fig. 30. Región anterior de <i>Trichodorus sp.</i>	35
Fig. 31. a) <i>Tylenchorrinchus sp</i> b) región cefálica c) región caudal.....	36
Fig. 32. a) <i>Tylenchulus sp.</i> b) Region caudal, espiculas. c) Region anterior.	38
Fig. 33. a) <i>Tylenchus sp;</i> b) región caudal	39
Fig. 34. a) <i>Plectus sp</i> ; b) región cefálica; c) región caudal.....	40
Fig. 35. a) <i>Rhabditis sp;</i> b) región caudal	40

1. INTRODUCCION

Los nematodos constituyen un grupo de organismos diversos y relativamente poco estudiado en países subdesarrollados. De este escaso conocimiento derivan una serie de medidas de manejo poco efectivas y que en algunos casos potencian la problemática al favorecer el aumento de las poblaciones de estos.

Es necesario que antes de tomar decisiones de manejo para poblaciones de nematodos, se conozcan las condiciones ecológicas y la variedad de especies asociadas a cada cultivo.

El presente trabajo tuvo como objetivo conocer la composición de géneros de nematodos asociados al cultivo de cítricos, para ello se muestrearon un total de 26 fincas ubicadas en los Departamentos de Cuscatlán, La Paz, La Libertad y la zona Occidental de El Salvador.

Los muestreos se realizaron durante el segundo semestre del año 2001.

La extracción de especímenes, identificación y toma de fotografías se hizo en el Laboratorio de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Este trabajo, es un esfuerzo por hacer un aporte preliminar al conocimiento de la microfauna del suelo, que paso a paso nos lleve a un entendimiento de las complejas relaciones que se dan en suelos agrícolas.

Ing. Agr. M.Sc. Andrés Wilfredo Rivas
Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño
Br. Miguel Rafael Paniagua
Br. José Luis Villacorta

Ciudad Universitaria, mayo de 2002.

2. INFLUENCIA DE LOS FACTORES EDAFOCLIMATICOS EN LAS POBLACIONES DE NEMATODOS

El conocimiento de los factores ecológicos y su efecto sobre las poblaciones de nematodos en el suelo, es un paso fundamental para el trabajo del técnico agrícola en el manejo de este grupo de microorganismos.

La dinámica poblacional de diferentes organismos habitantes del suelo, depende de factores físicos, químicos y climáticos que influyen en el tamaño de las poblaciones en determinadas épocas del año. Esta es una situación fundamental en la comprensión del parasitismo que pueden ejercer ciertas especies de nematodos.

Existen complejas interrelaciones entre los nematodos y el medio que les rodea, esto hace que las inferencias realizadas en algunos casos con objetivos de manejo poblacional no sean las apropiadas; esto se complica cuando no se comprende y no se estudia con detalle el número y la composición de especies con su posible efecto patogénico.

El incremento poblacional de una especie en particular, está determinado por su potencial biológico, el tipo de hospedero y la duración de las condiciones ambientales en la etapa de reproducción.

Los diferentes tipos de parasitismo determinan parcialmente el éxito de una especie; así, tenemos que nematodos endoparásitos y parásitos superficiales tienen un mayor potencial reproductivo que los ectoparásitos.

La importancia de conocer la dinámica poblacional de nematodos fitoparásitos radica en el establecimiento de niveles poblacionales de daño, lo cual es un criterio de manejo altamente racional y objetivo en patosistemas agrícolas (Fig. 1). Para cada ambiente determinado, cada hospedero posee su nivel de tolerancia, de acuerdo a la especie de nematodo que lo afecte.



Fig. 1. Gráfica de la relación entre las poblaciones de nematodos parásitos de plantas y las pérdidas de cosechas.

Fuente: NAS, Vol. 4 (1989).

Se ha determinado que de los factores climáticos, la temperatura y la humedad son determinantes, actuando en estrecha relación. La distribución de especies está regida en gran medida por los factores ambientales. Así tenemos que en regiones tropicales predominan algunos nematodos como *Tylenchulus sp*, *Meloidogyne sp*, *Helicotylenchus sp*, *Hoplolaimus sp*, *Criconemoides sp*, *Pratylenchus sp* y otros.

La temperatura es uno de los factores limitantes para la vida de todos los seres vivos. En suelos tropicales la temperatura se mantiene mas o menos constante a diferentes horas del día. La temperatura afecta a los nematodos en todas sus actividades vitales, así como a sus plantas hospederas. La mayoría de nematodos fitoparásitos se inactivan a temperaturas extremas entre 5-15°C y 30-40°C, el óptimo de actividad fluctúa entre 15-30°C. Sin embargo, las temperaturas no limitan la distribución de los nematodos y algunos de ellos se pueden encontrar tanto en climas tropicales, como templados.

El tipo de parasitismo y la presencia del hospedero, desempeñan un papel importante en el escape a temperaturas o condiciones extremas y de esto depende la prevalencia de algunas especies de nematodos sobre otras (Fig. 2).

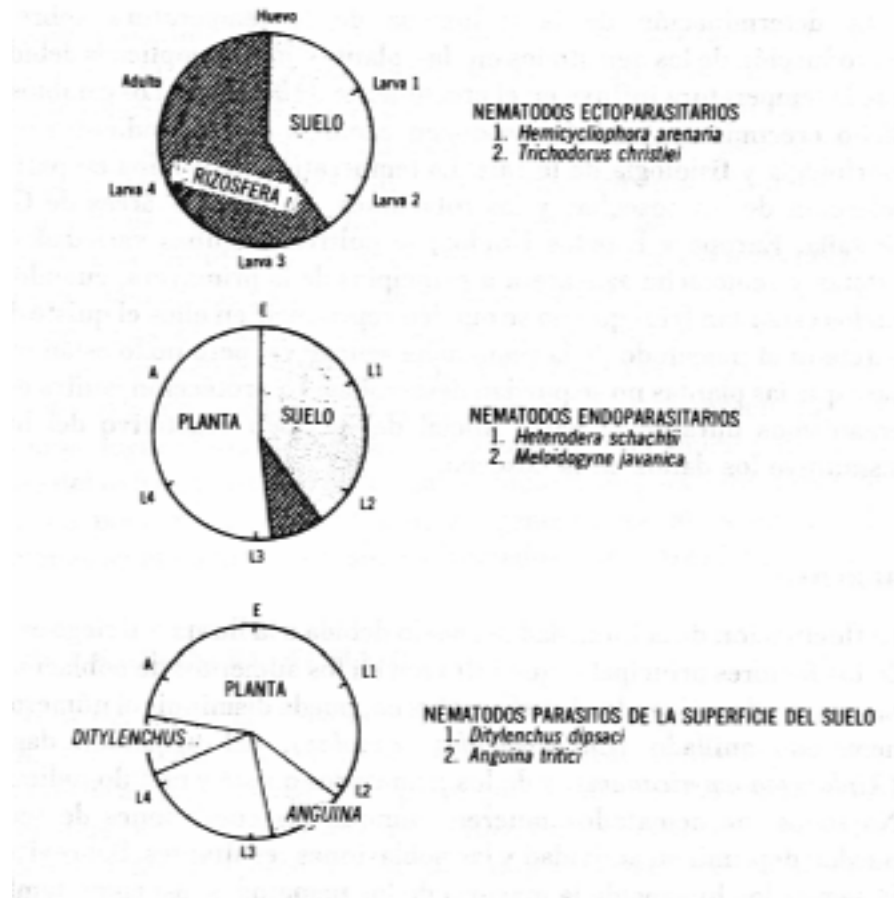


Fig. 2. Relación entre los hábitos parasitarios de algunos nematodos y la porción de su ciclo de vida que pasan en el suelo, la planta y la rizosfera.

Fuente: NAS, Vol.4 (1989).

Algunas especies responden específicamente aumentando sus poblaciones en condiciones donde la humedad debida al patrón de lluvias es mayor que en otros períodos, esto es cierto para algunas especies de *Aphelenchoides spp.* Estudios realizados en Cuba afirman que las poblaciones de *Tylenchulus semipenetrans* en suelos de áreas citrícolas tienden a aumentar cuando el patrón de lluvias se reduce, y se reducen cuando las lluvias aumentan, posiblemente debido a una migración hacia las raíces jóvenes, lo cual reduce los conteos en el suelo. Similares conclusiones se obtuvieron en otros trabajos, en cuanto a las poblaciones de *Pratylenchus spp* y *Meloidogyne spp*, en la localidad de Villa Clara, en suelos con plantaciones de *Psidium guajava*. Poblaciones de *Criconemoides xenoplax* y *Hoplolaimus indicus*, aumentaron conforme aumentó la humedad del suelo.

La determinación de la supervivencia en el suelo de *Rotylenchulus reniformis*, sin hospedero, indicó que las poblaciones del nematodo se mantienen mas o menos constantes en rangos de humedad en el suelo de 3.47% a 45%., un rango bastante amplio.

El barbecho en seco puede ser una medida parcialmente adecuada, ya que reduce las poblaciones de la mayoría de nematodos, pero sobreviven la mayoría de huevos.

Los anteriores resultados demuestran el efecto directo de la humedad del suelo sobre las poblaciones de algunas especies de nematodos, aspecto que explica de forma parcial la complejidad de la dinámica poblacional.

De los factores ambientales, el más estudiado en relación a los nematodos es la temperatura. Cada especie de nematodo requiere de temperaturas óptimas para las distintas etapas del desarrollo.

La multiplicación de las diferentes poblaciones de nematodos en el suelo dependen de la especie fitoparasitaria, influenciada de manera determinante por la temperatura. Algunos nematodos requieren condiciones de temperatura muy particulares, por ejemplo, *Globodera rostochiensis* requiere para su desarrollo de 15 a 20°C y para *Heterodera schachtii*, de 26 a 30°C.

Algunas especies como *Meloidogyne spp*, presentan grandes diferencias en cuanto al valor de temperaturas requerido para su óptimo desarrollo. La mayoría de las especies las requieren altas para su desarrollo, excepto *M. hapla* y *M. naasi*, que las necesitan bajas.

Las funciones biológicas se desarrollan satisfactoriamente, cuando otras variables ecológicas están presentes, siendo la más importante, la presencia de hospederos adecuados.

Algunas investigaciones sugieren que *Tylenchorynchus claytoni* en trigo requiere de 21 a 27°C para multiplicarse, y en tabaco, de 29 a 35°C.

El huevo, es el estado del desarrollo de los nematodos más resistente a la temperatura. Huevos de *Ditylenchus dipsaci* sometidos durante 20 minutos a 80°C, mantienen su viabilidad.

La relación temperatura-precipitación favorece los aumentos o disminuciones de las poblaciones de *Rotylenchulus reniformis*, y posiblemente de otras especies fitoparasitarias. Períodos lluviosos y temperaturas altas inducen el aumento de poblaciones de nematodos en el suelo.

En situaciones climáticas poco variables, con sistemas de producción tradicionales, basados en monocultivos, las poblaciones muestran cierta periodicidad de aumentos y disminuciones, determinada específicamente por el patrón de lluvias y la disponibilidad de hospederos, todo esto, sin cambios abruptos en las condiciones determinantes.

En climas tropicales, la temperatura depende directamente de las horas de luz solar, el fotoperíodo y el tipo de luz influyen en el desarrollo y la actividad de muchas especies de nematodos. En luz roja *Meloidogyne sp.* produce pequeñas agallas, *Aphelenchoides fragariae* causa manchas necróticas en hojas de *Asplenium nidus-avis*. Las luces blanca, azul y verde son las que producen menos influencia sobre el comportamiento de los nematodos.

Los rayos ultravioleta influyen sobre todo en el hospedero. Bajo su efecto, las plantas se tornan más resistentes al ataque de nematodos, debido a la formación de un 30 a 40% de enzimas proteolíticas, las cuáles están en relación directa con la formación de agallas. Una parte de estas enzimas se inactivan bajo el influjo de los rayos al oxidarse el grupo SH, por tal motivo las larvas y las hembras no desarrollan normalmente, limitando el daño.

La mayoría de especies de nematodos pueden sobrevivir a condiciones extremas de temperatura o sequía. Estos se mantienen en estado latente en períodos desfavorables. La inactividad puede servir para prolongar un ciclo de vida de 20-40 días, hasta períodos de 1-30 años como los nematodos *Ditylenchus dipsaci* y *Anguina tritici*.

Podemos concluir que algunas de las medidas de control dirigidas contra nematodos son contraproducentes para el desarrollo de sus hospederos, pero se puede lograr un adecuado manejo, conociendo los factores que determinan el crecimiento poblacional.

3. INFLUENCIA DE LOS FACTORES FISICOS Y QUIMICOS DEL SUELO EN LAS POBLACIONES DE NEMATODOS

En suelos cultivados, los nematodos presentan generalmente una distribución en conglomerados; pero de manera particular los podemos encontrar en la zona de las raíces y otros tejidos de sus plantas hospederas.

Debido a que los nematodos poseen un movimiento limitado en el suelo, sus poblaciones generalmente se mantienen poco variables y se incrementan cada ciclo de cultivo, si los hospederos son apropiados para su desarrollo. Se estima que la mayor cantidad de ellos se encuentra en los primeros 30 cm de la superficie del suelo y que en una capa de 2.5 cm, en una hectárea existen en promedio unos 6,000 millones.

El movimiento y actividad de los nematodos en el suelo lo determina el tamaño de sus partículas. Para que un nematodo se mueva fácilmente en el suelo este debe tener partículas gruesas, un 40-60% de agua a capacidad de campo y los poros deben ser mayores que el diámetro de las especies que se encuentren.

Los nematodos pueden moverse fácilmente en el suelo por ser filiformes. La humedad higroscópica del suelo también les favorece este movimiento. La porosidad del suelo es determinante para este movimiento, y esta en función del tamaño de partículas.

Los nematodos alcanzan su velocidad máxima en poros de 30 a 60 micras de diámetro, correspondiendo en este caso a partículas de 150 a 250 micras. Poros menores de 20 micras impiden el movimiento.

Cada especie de nematodo requerirá de suelos con tamaño de partícula óptimos para su desarrollo, por ejemplo *Heterodera schachtii* requiere partículas de 150 a 250 micras; *Ditylenchus dipsaci* de 250 a 500 micras. Esto se relaciona directamente con el diámetro corporal promedio de la especie de nematodo.

El contenido hídrico también influye en el movimiento y los nematodos se mueven más rápido cuando hay grandes volúmenes de agua retenida entre las partículas del suelo. Asimismo el contenido de oxígeno es muy importante. Se considera que la humedad es determinante para los nematodos y que existe un nivel de disecación el cual sería el mismo para todas las especies y de mucho interés para el manejo de problemas asociados a estos en el suelo.

La inducción de sequía en suelos infestados por nematodos ha demostrado que muchas especies se deshidratan a una atmósfera de 50% de humedad relativa durante 34 días; pero que el 90% de la población se recuperó al ser sumergidos en agua. Ningún nematodo es activo en condiciones de sequía, pero las especies con habilidad a sobreponerse tienen más posibilidades de constituir poblaciones densas en áreas de sequía. Este se supone es un factor selectivo para colonizar habitats particulares.

Se sabe que el contenido de oxígeno en los suelos esta en relación directa con el contenido de humedad. Para los nematodos el consumo de oxígeno es bastante elevado, requieren alrededor de 1000 ml/kg/h.

Los nematodos no poseen órganos especializados para la respiración, pero la cantidad de oxígeno que necesitan se difunde a través de su cutícula. El contenido de oxígeno del suelo esta en íntima relación con su textura, lo cual determina la composición de especies en este. Los suelos arenosos con partículas relativamente grandes poseen altos niveles de oxígeno, lo cual es preferido por especies tales como: *Globodera rostochiensis*, *Meloidogyne hapla*, *Pratylenchus penetrans*, *P. crenatus*, *P. zae*, *P. vulnus*, así como representantes de los géneros *Tylenchorhynchus sp*, *Rotylenchus sp*, *Helicotylenchus sp*, *Criconemoides sp*, *Xiphinema sp*, *Longidorus sp* y *Trichodorus sp*.

En suelos agrícolas con un contenido de 10-20% de arcilla, podemos encontrar poblaciones altas de *Hoplolaimus sp*, algunas especies de *Pratylenchus sp*, *Trophurus sp* y *Macrotrophurus sp*.

El suelo agrícola también posee un ambiente químico, el cual tiene algunas características tales como salinidad, pH, materia orgánica, fertilizantes y plaguicidas. Los nematodos fitoparásitos pueden tomar pocas cantidades de nutrientes del suelo y algunas sustancias y los derivados de su descomposición pueden ser tóxicos.

La salinidad del suelo cambia el potencial osmótico y los nematodos son capaces de soportar presiones osmóticas hasta de 10 atmósferas, durante períodos cortos.

El contenido de materia orgánica en el suelo influye sobre las características químicas, influenciando directamente el pH y sustancias químicas presentes en este. Estas sustancias pueden actuar como nutrientes, estimuladores o tóxicos en relación con los nematodos.

Los valores de pH del suelo afectan más a unas especies que a otras y algunas parece ser indiferente. En casos particulares, por ejemplo, el pH 6.0 es óptimo para la emergencia de las larvas de *Globodera rostochiensis*; este proceso se perturba a valores superiores o inferiores a este. Los nematodos son poco susceptibles a cambios de pH entre 5.0 y 7.0, la práctica del encalado no hace disminuir las poblaciones, pero puede afectar a algunos hospederos.

La fertilización mineral puede ejercer un efecto detrimental en relación a las poblaciones de nematodos presentes en el suelo, esto puede ser debido a una mejor nutrición de la planta, que le permite soportar los ataques a sus raíces o la descomposición en iones que pueden ser letales a ciertas especies de nematodos, pero favorecer a otras. *Meloidogyne sp* se ve favorecido cuando se aplican cantidades de nitrógeno de 100 Kg/ha. En tomate la respuesta de *Meloidogyne spp.* y *Rotylenchus reniformis* a fertilización mineral con 60 kg N/ha., 120 kgP/ha., y 120 kg K/ha., es a aumentar las poblaciones en la rizosfera y raíces de las plantas. Se ha demostrado que el efecto de la urea es menos efectivo que el nitrato de amonio para reducir las poblaciones de *Pratylenchus penetrans* y *Meloidogyne spp.*, en tomate.

Algunas sustancias secretadas por las raíces pueden actuar como inhibidoras de nematodos, similarmente ocurre con las sales del suelo. Las sales de Zn y Cd inhiben la eclosión de los huevos de *Heterodera schachtii*; los cloruros e iones monovalentes disminuyen los procesos de eclosión, mientras que este proceso se ve favorecido por los cloruros e iones bivalentes; la ausencia de Cl, CaCl₂, MgSO₄ y FeSO₄ reducen la supervivencia de las larvas de *Meloidogyne incognita*, mientras que la carencia de CaCl₂ y KCl detienen la emergencia de larvas de esta misma especie.

De esta manera la fertilización mineral puede actuar promoviendo o inhibiendo el desarrollo de algunas poblaciones de especies de nematodos en el suelo. La materia orgánica en los suelos tiene un papel muy importante, desde el punto de vista de fertilidad e inhibición de algunos de los grupos de microorganismos que componen la microbiota del suelo.

Se ha demostrado que la incorporación de materia orgánica al suelo reduce las poblaciones de nematodos fitoparásitos. Cuando la materia orgánica entra en proceso de descomposición libera sustancias que son tóxicas para muchas especies de nematodos. El proceso de descomposición se realiza en su mayor parte por microorganismos como bacterias y hongos. *Clostridium butyricum*, produce ácidos fórmico, acético, propiónico y butírico, los cuáles son tóxicos a nematodos. Durante el proceso de mineralización de la materia orgánica, las bacterias amonificadoras son responsables de la producción de amoníaco (NH₃), el cual por ser altamente tóxico para los nematodos, disminuye las poblaciones de estos en el suelo.

Existe una significativa reducción de la población de nematodos agalladores, durante la descomposición de materia orgánica. La población de tres especies de nematodos fitoparásitos, se redujo cuando se incorporó una leguminosa al suelo.

La severidad del ataque por *Meloidogyne spp.*, sobre tomate, disminuyó cuando se incorporó al suelo residuos vegetales de diferentes cultivos. Las enmiendas con aplicaciones de quitina al suelo, han demostrado ser efectivas contra el nematodo agallador.

Las aplicaciones de diversos plaguicidas al suelo, perturban el equilibrio normal de la microbiota y matan muchos enemigos naturales de los nematodos; lo cual resulta en algunos casos en el aumento de sus poblaciones. Algunos nematicidas solamente actúan como nemastáticos y tienen un efecto reducido para el manejo químico de poblaciones de nematodos.

La rizosfera es el lugar en donde se concentra la mayor cantidad de nematodos, es la zona de máxima actividad y en ella se da una serie de complejas interrelaciones químicas entre la raíz de la planta y los nematodos (Fig. 3). Las raíces producen una serie de exudados, los cuales pueden atraer, repeler o matar algunas especies. El muestreo poblacional en esta zona a diferentes estratos, es básico para desarrollar una estrategia de manejo, tendiente a cuantificar y disminuir poblaciones de nematodos.

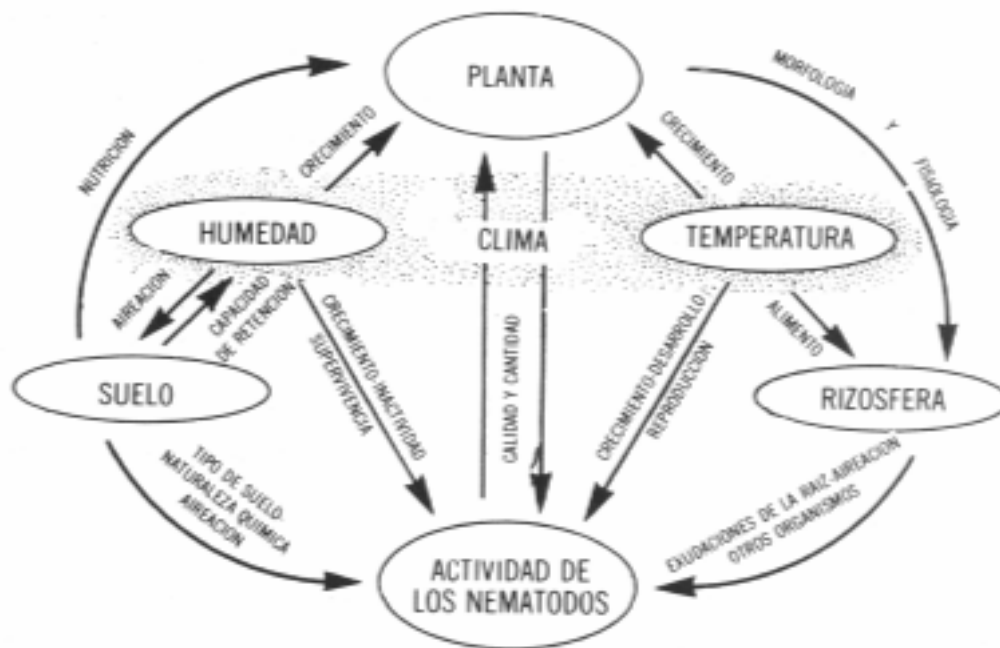


Fig. 3. El sistema ecológico, mostrando las complejas interrelaciones entre nematodos parásitos de plantas, la planta, el clima y el ambiente del suelo.

Fuente: NAS, 1989.

4. FACTORES BIOTICOS QUE AFECTAN A LOS NEMATODOS

Las poblaciones de nematodos en el suelo son “equilibradas” o controladas, además de los factores abióticos, por factores de naturaleza biótica tales como: hongos, bacterias, protozoarios y otros nematodos.

Los diferentes grupos de microorganismos que controlan poblaciones de nematodos interactúan de maneras complejas y cada uno de ellos se relaciona también con las propiedades físico-químicas del suelo.

Actualmente se cuenta con algunos productos comerciales de naturaleza biológica, los cuales se encuentran disponibles para el manejo de problemas de nematodos en campos agrícolas.

En el manejo de un cultivo, es necesario evaluar cada una de las prácticas a realizar, ya que de esta manera se puede alterar la naturaleza biótica de los suelos y potenciar el crecimiento de algunos grupos que se pueden constituir en plagas.

Otro aspecto importante de la relación de los nematodos con otros microorganismos lo constituye la asociación entre estos y hongos ó bacterias, creando un efecto sinérgico que potencia el daño que puede causar cada organismo por separado.

Una sustancia odorífera volátil, producida por el insecto *Scaptocoris talpa*, protege a las plántulas de tomate del ataque de *Meloidogyne spp.* Este es un área realmente nueva y no existen mayores evidencias de la relación insectos-nematodos, en el equilibrio natural de poblaciones de nematodos fitoparasitos.

Algunas plantas también han demostrado ser antagonicas a los nematodos. *Tagetes patula*, ha sido ampliamente estudiada y se ha demostrado que algunas especies del mismo género presentan como principio nematocida algunos compuestos como tiofanos cuya concentración es muy variada. Las raíces del espárrago producen un glicósido con propiedades nematocidas.

Las raíces de *Citrus sp*, producen una sustancia tóxica a larvas de *Tylenchulus semipenetrans*. El jugo de raíces de *Cornus florida*, una planta resistente, protege a plantas de tomate contra *Meloidogyne incognita acrita*.

5. MUESTREO DE NEMATODOS EN FINCAS CITRICOLAS DE EL SALVADOR, C. A.

El muestreo se realizó durante el mes de Noviembre de 2001, en 26 fincas ubicadas en la zona Occidental y los Departamentos de La Paz, Cuscatlán y La Libertad.

Las plantaciones de cítricos se componen de limón Pérsico, limón criollo, mandarina y naranja, con cultivos en un amplio rango de edades que oscila entre los 6 meses y 20 años.

El manejo agronómico para la mayoría de zonas, es relativamente bueno, realizando las labores básicas. En lo referente a la parte de manejo de plagas, existe mucha deficiencia.

Las poblaciones de nematodos resultaron ser más numerosas y diversas en plantaciones con más de 10 años de edad.

Se reporta la presencia del género *Cacopaurus sp*, asociado a cítricos, el cual es una especie poco frecuente. El espécimen se encontró en una muestra procedente de la finca “La Bendición”, del Departamento de La Libertad.

Tylenchulus semipenetrans se encontró en el 35% de las fincas muestreadas, encontrándose un mayor número de fincas infestadas, en el Departamento de La Libertad. Esta situación merece ser tenida muy en cuenta para elaborar un plan de manejo y monitoreo constante, apropiado a este problema.

Con base a las condiciones ecológicas de las diferentes localidades, es muy difícil inferir sobre la distribución de ciertas especies de nematodos, ya que en el país los cambios no son muy significativos de zona a zona. Se requiere hacer un inventario por zonas, lo recomendable sería referirlo a especies asociadas a diversos hospederos.

Los géneros fitoparásitos encontrados en las plantaciones de cítricos fueron los siguientes: *Criconemoides sp*, *Trichodorus sp*, *Tylenchorrhynchus sp*, *Rotylenchulus sp*, *Aphelenchus sp*, *Meloidogyne sp*, *Helicotylenchus sp*, *Hoplolaimus sp*, *Belonolaimus sp*, *Tylenchus sp*, *Dorylaimus sp*, *Hemicicliophora sp*, *Tylenchulus sp*, *Pratylenchus sp*, *Hemicriconemoides sp*, *Paratylenchus sp* y *Cacopaurus sp*.

Entre los géneros saprófagos y depredadores se encontró: *Acrobeles sp*, *Rhabditis sp*, *Cephalobus sp*, *Mononchus sp*, *Panagrolaimus sp*, *Plectus sp* y *Diplogaster sp*.

Con respecto a los géneros fitoparásitos causantes de problemas en cítricos se conoce generalmente de *Tylenchulus semipenetrans* y *Radopholus similis*, este último no se encontró.

Sin embargo, los demás géneros presentes no se descarta que podrían ser problema a densidades altas o condiciones muy particulares, no solo en cítricos sino en muchos otros frutales.

5.1. Análisis de las fincas del Departamento de Cuscatlán

Se muestrearon 8 fincas en las cuales se cultiva, en la mayoría de ellas limón Pérsico, mandarina y naranja.

Los suelos se reportaron como francos y franco arenosos. Las poblaciones de cítricos tienen en promedio cuatro años de edad y en casi todas se realiza un manejo agronómico adecuado.

La población de nematodos es muy variada (Fig. 4), predominando los géneros saprófagos y el fitoparásito *Criconemoides sp*. El nematodo *Tylenchulus semipenetrans* se detectó en las fincas “Cuesta de Piedra” y “Lupita” (Fig. 5).

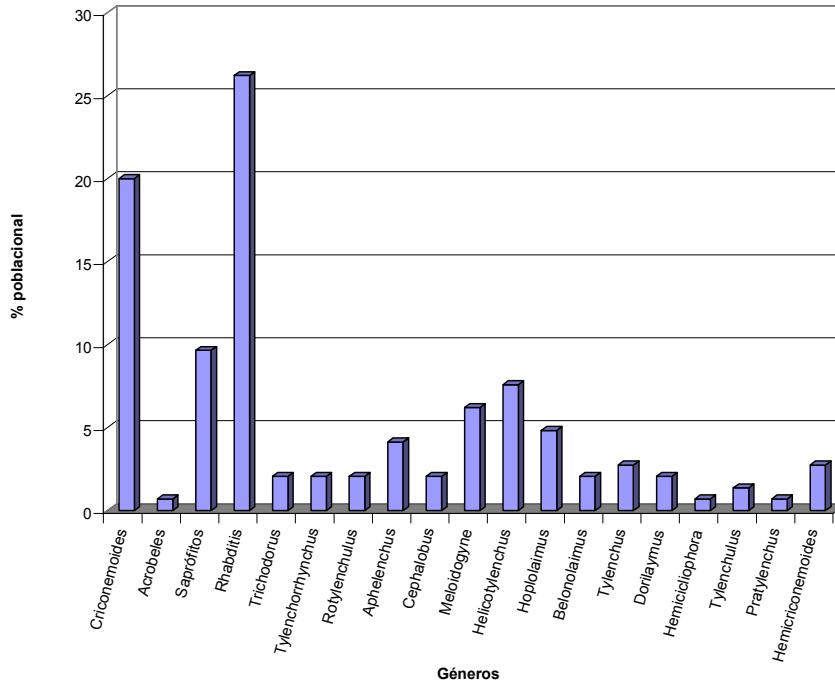


Fig. 4. Porcentaje poblacional de nematodos, por géneros, encontrados en fincas del Departamento de Cuscatlán.

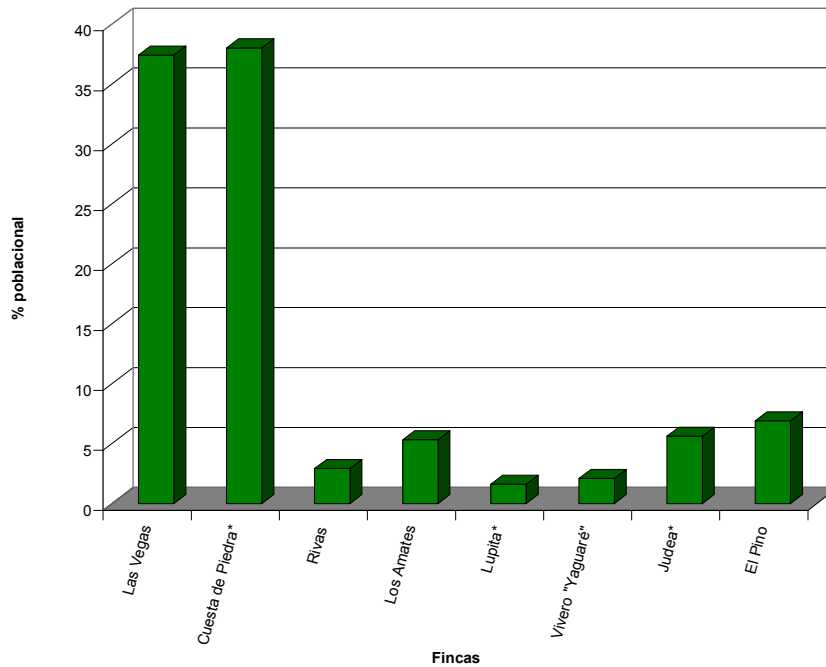


Fig. 5. Porcentaje poblacional de nematodos totales, encontrados en muestreos de fincas del Departamento de Cuscatlán.

5.2. Análisis de las fincas de la zona occidental

El muestreo se realizó en cuatro fincas, con diversas especies de cítricos. Los suelos son francos, franco-arenosos y arcillosos.

La diversidad de especies de nematodos es grande (Fig. 6), posiblemente porque en algunas fincas los árboles son mayores de 15 años.

Existen poblaciones altas de los nematodos fitoparásitos *Helicotylenchus sp*, *Aphelenchus sp* y *Meloidogyne sp*, los cuáles podrían tener alguna importancia a los cítricos. La presencia de *Tylenchulus semipenetrans* se confirmó en la finca “El Tamarindo” (Fig. 7).

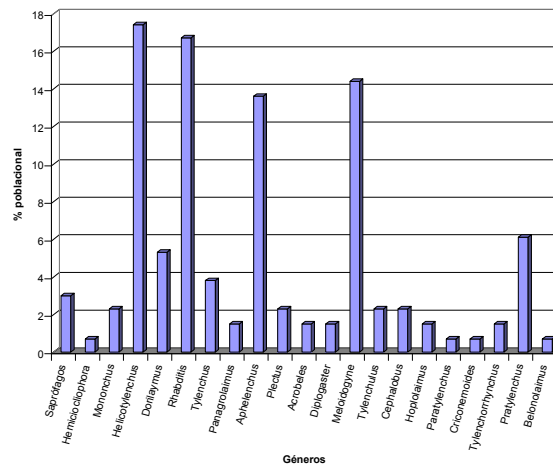


Fig. 6. Porcentaje poblacional de nematodos, por géneros, encontrados en fincas de la zona Occidental.

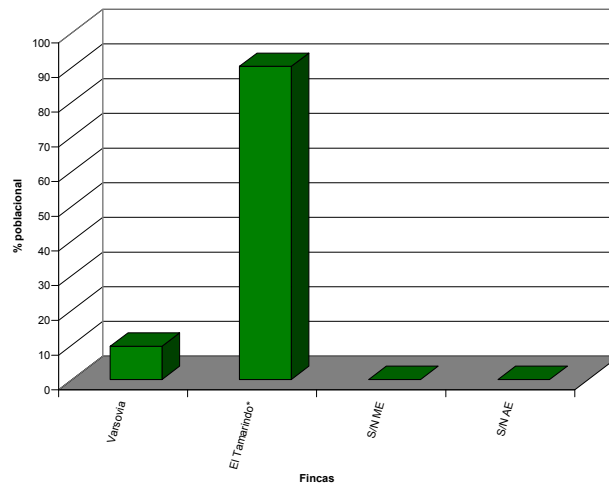


Fig. 7. Porcentaje poblacional de nematodos totales, encontrados en muestreos de fincas de la zona Occidental.

5.3. Análisis de las fincas del Departamento de La Libertad

En este Departamento se muestrearon 7 fincas con cultivos de limón Pésico, mandarina y naranja, encontrándose una población de nematodos variada (Fig. 8). Los suelos de las fincas muestreadas se reportan como franco arenosos y franco arcillosos. Las plantaciones varían entre los 4 y 15 años de edad. En esta zona se confirmó la presencia de *Tylenchulus semipenetrans* en las fincas “El Castaño”, “Santa Isabel”, “La Palmira” y “La Bendición”, siendo la zona más infestada del nematodo (Fig. 9). Sin embargo, las poblaciones predominantes pertenecen a los fitoparásitos *Helicotylenchus sp*, *Pratylenchus sp* y *Hoplolaimus sp*, los cuales según algunos autores, dichos géneros se encuentran asociados a cítricos.

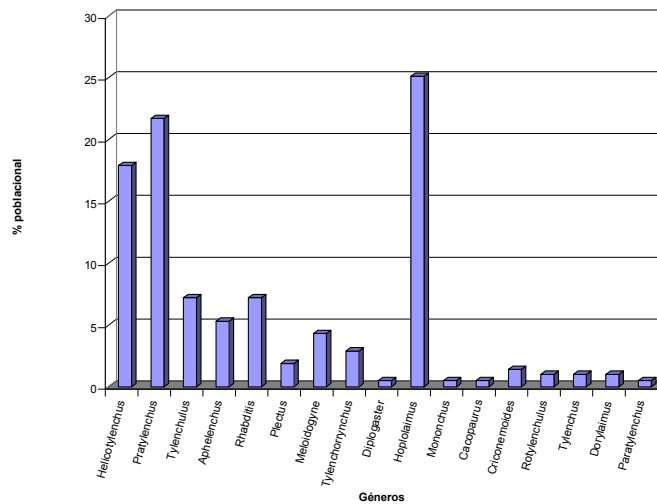


Fig. 8. Porcentaje poblacional de nematodos, por géneros, encontrados en fincas del Departamento de La Libertad.

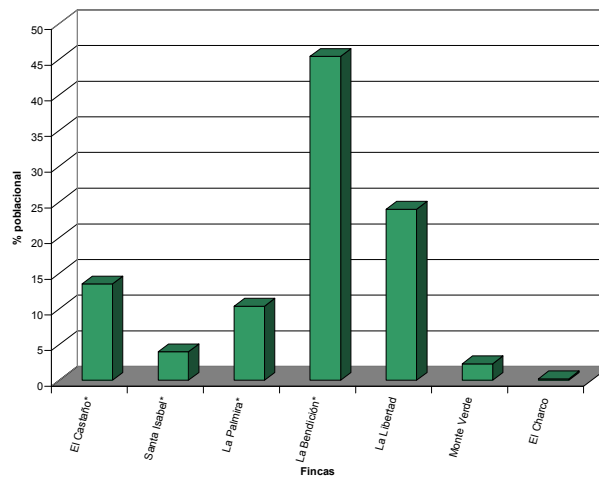


Fig. 9. Porcentaje poblacional de nematodos totales, encontrados en muestreos de fincas del Departamento de La Libertad.

5.4. Análisis de las fincas del Departamento de La Paz

El muestreo se realizó en 7 fincas. Los suelos de estas se reportan como francos, franco limosos y franco arcillosos. El cultivo de cítricos se compone de limón Pérsico, limón criollo y naranja, con edades entre los 6 meses y 8 años.

Se detectó la presencia de varias especies de nematodos (Fig. 10). Las mayores poblaciones de fitoparásitos correspondieron a los géneros *Meloidogyne sp*, *Helicotylenchus sp* y *Hemicriconemoides sp*.

El nematodo *Tylenchulus semipenetrans*, se encontró en el Campo Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, no así en las demás fincas (Fig. 11).

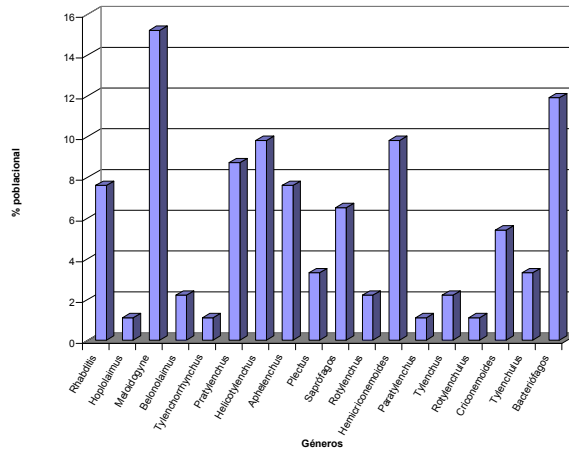


Fig. 10. Porcentaje poblacional de nematodos, por géneros, encontrados en fincas del Departamento de la Paz.

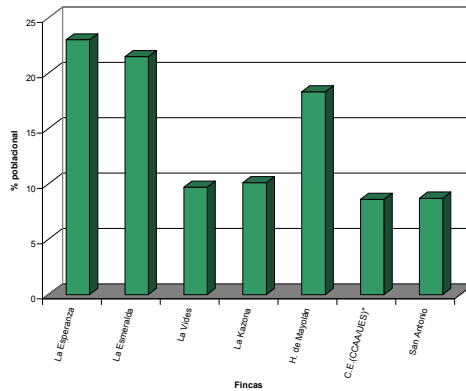


Fig. 11. Porcentaje poblacional de nematodos totales, encontrados en muestreos de fincas del Departamento de La Paz.

6. MORFOLOGIA DE NEMATODOS

Los nematodos son animales multicelulares, formados por diferentes órganos y sistemas; con excepción de los sistemas respiratorio y circulatorio (Fig. 12). Los órganos no se encuentran rodeados de membranas, sino distribuidos dentro de la cavidad pseudocelómica, la cual conforma el cuerpo del nematodo.

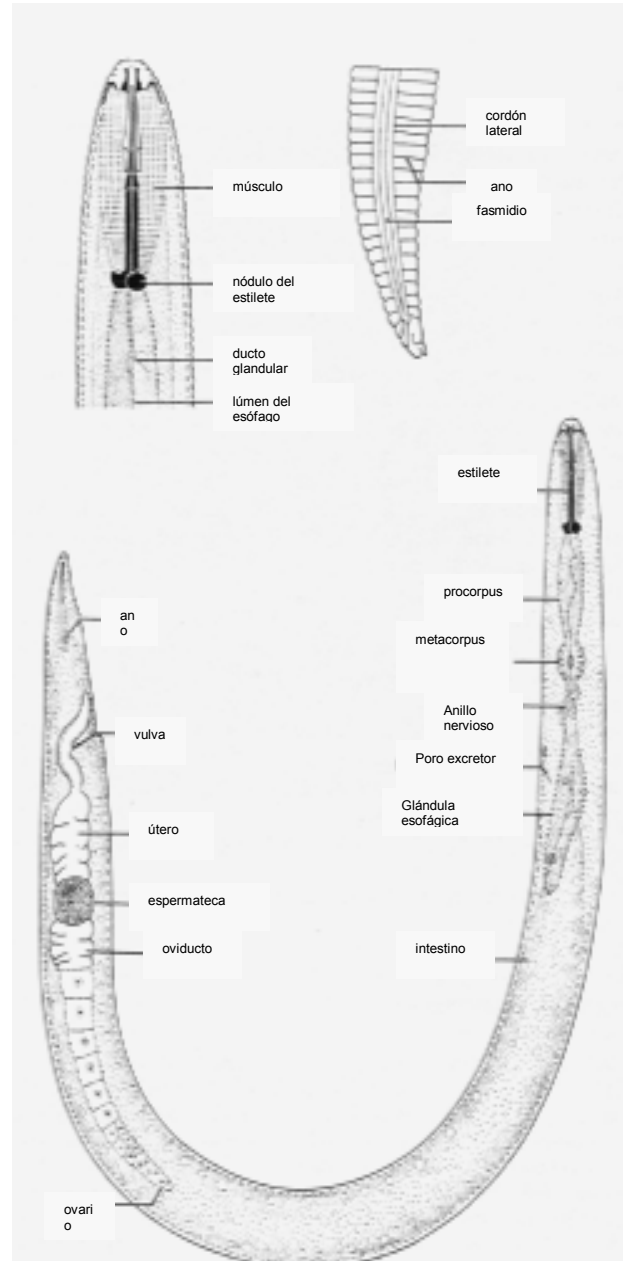


Fig. 12. Forma corporal típica de un nematodo, mostrando los principales órganos y algunos detalles externos

Estos animales han desarrollado un sistema excretor, el cual puede ser mono o multicelular, y que comunica al exterior por medio del poro excretor (Fig. 13). Este sistema excretor es un criterio taxonómico para la clasificación de los nematodos.

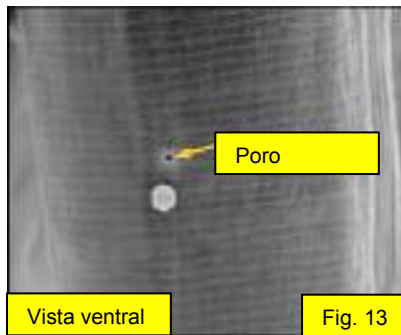


Fig. 13. Detalle del poro excretor de un nematodo

Vistos de frente, poseen simetría hexaradial, mostrando órganos sensoriales y aparatos bucales diversos, según su hábito alimenticio (Fig. 14).

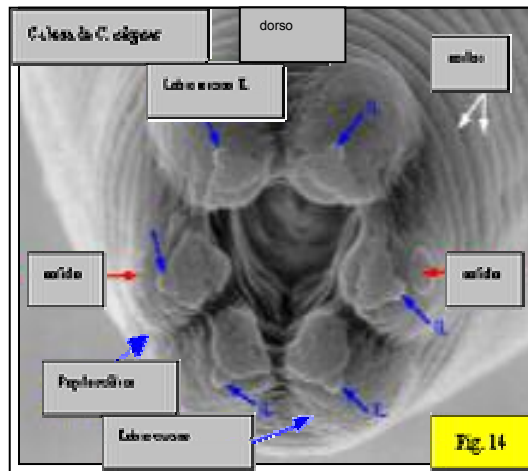


Fig. 14. Parte anterior de un nematodo, mostrando la región cefálica y sus estructuras

La posición de la vulva (Fig. 15), y el ano (Fig. 16), son utilizados como criterios de clasificación y son visibles únicamente en los adultos.

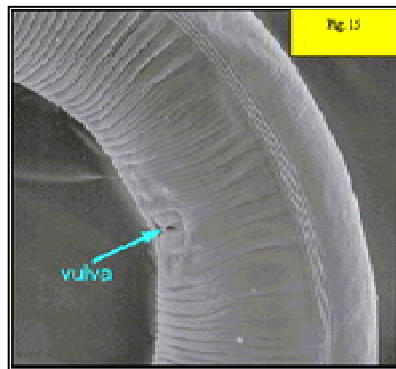


Fig. 15. Detalle de una hembra de nematodo, mostrando la vulva

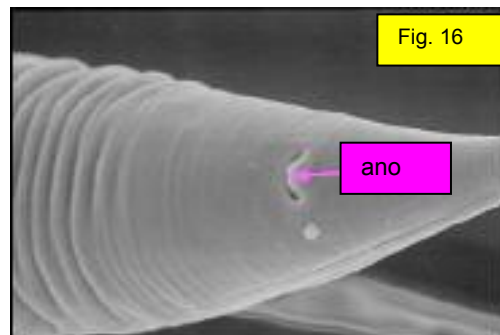


Fig. 16. Detalle de un nematodo, mostrando el ano

En algunas especies existe el dimorfismo sexual, en el cual la hembra presenta una forma globosa y el macho es siempre vermiforme (Fig. 17).



Fig. 17. Morfología típica de un nematodo vermiforme

Los nematodos pasan por un ciclo de vida que comprende las etapas de huevo, dentro de la cual se alcanza el estadio juvenil 1 y 2, en el cual eclosiona, así sucesivamente, después de cada estadio se da una muda, hasta alcanzar la etapa de juvenil 4, otra muda, y luego el estado adulto.

La etapa infectiva inicial de la mayoría de nematodos fitoparásitos, se alcanza en el estadio 2, en donde se establece la relación de dependencia con su hospedero (Fig. 18), después de lo cual el parasitismo continúa hasta la muerte de la planta.



Fig. 18. Nematodo fitoparásito penetrando a través de una lenticela

7. DESCRIPCION DE LOS GENEROS FITOPARASITOS DE NEMATODOS ENCONTRADOS EN LAS PLANTACIONES DE CITRICOS DE EL SALVADOR, C. A.

La siguiente descripción de nematodos fitoparásitos es el resultado del trabajo realizado por un grupo de técnicos de campo del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), quienes realizaron los muestreos en las fincas citrícolas. Posteriormente las muestras fueron procesadas en el Laboratorio del Departamento de Protección Vegetal, de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, a través del personal técnico del área de fotoprotección de la Unidad de Posgrado.

La extracción de los nematodos se realizó por el método de tamizado y centrifugación, para la identificación se utilizaron varias claves taxonómicas. Las fotografías fueron tomadas por los autores con una cámara digital adaptada a un microscopio compuesto.

Entre los nematodos encontrados se tienen especies fitoparásitas, saprófagas y depredadoras. La mayoría de fincas muestreadas presenta un espectro de especies bastante similar.

A continuación se presentan las fotografías con los detalles más relevantes de cada género, así como una breve descripción.

7.1 *Aphelenchus sp*

Clase: Tylenchida
Orden: Aphelenchina
Superfamilia: Aphelenchoidea
Familia: Aphelenchidae

7.1.1. Descripción

Hembra: Cuerpo cilíndrico, con una ligera curvatura ventral, disminuyendo anteriormente, cutícula transversalmente estriada. La parte más ancha del cuerpo esta exactamente frente a la vulva, posteriormente el cuerpo se estrecha abruptamente después de la vulva. Deiridios presentes casi al nivel del poro excretor, cabeza ligeramente sobresaliente, suavemente redondeada o aplanada, guía del estilete con un ligero engrosamiento en la base (Fig. 19a).

Procorpus cilíndrico, constreñido en la parte donde se une con el bulbo medio que es de forma ovoide a rectangular. Con prominentes platos valvulares. Glándula esofágica con o sin, un lóbulo traslapando el intestino dorsolateralmente. Poro excretor opuesto al anillo nervioso. Intestino juntándose con el bulbo medio por un isthmus pequeño. Vulva localizada en la parte posterior del cuerpo, ovario prodelfico, extendido (Fig. 19b). Fásmidos sub-terminales.

Macho: Existe un dimorfismo sexual, espículas delgadas, pareadas, separadas, con cabeza, curvadas ventralmente, disminuyendo en forma gradual hacia la parte distal. Gubernaculum con una terminación proximal estrecha en vista lateral. Cola cónica cubierta por una bursa o ala caudal, que surge opuesta a las cabezas de las espículas. Son extremadamente raros.

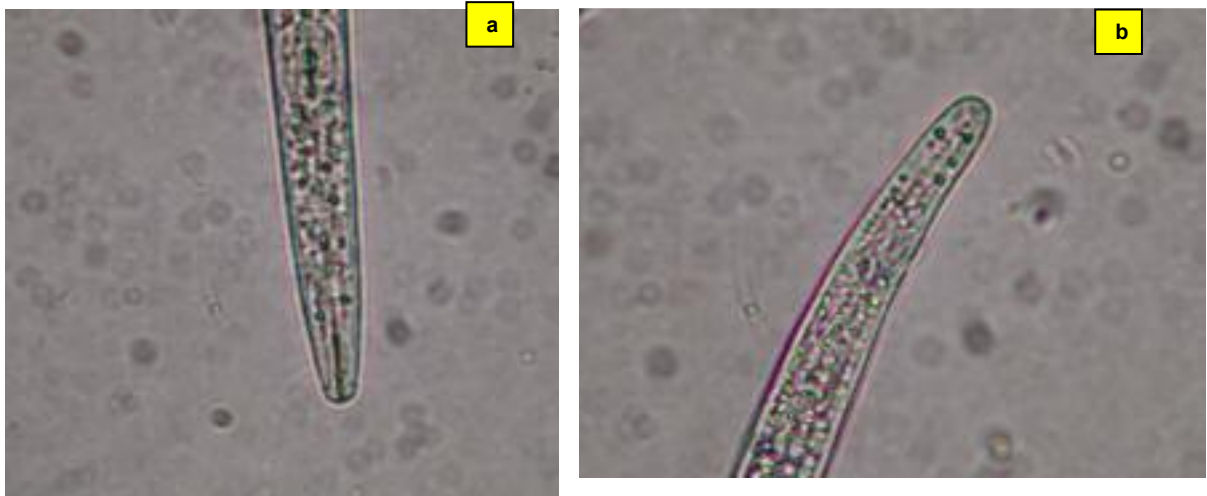


Fig. 19. a) Región cefálica de *Aphelenchus sp.* b) parte caudal.

7.1.2. Hospederos

Es cosmopolita, ocurriendo en la mayoría de suelos, láminas foliares, corona de plantas, y en el cortex de algunas raíces, especialmente si estas están infectadas con hongos. Este nematodo es esencialmente fungívoro, prefiriendo los fitopatógenos como: *Fusarium solani*, *F. lateritum*, *F. oxysporium*, *Periconia sp.*, *Rhizoctonia solani*, *Pyrenochaeta sp.*, *Sclerotium sp.*, *Armellaria mellea*, *Thielaviopsis basicola*. También se reporta en siete especies de micorrizas, hongos capturadores de nematodos. Mientras en plantas superiores son pocos los registros de patogenicidad *Cucumis melo* y *Capsicum anuum*.

7.1.3. Biología y relación Hospedero/parásito

La reproducción es generalmente por partenogénesis, sosteniéndose que es del tipo meiótica. La relación de machos varía desde un rango de muy raro hasta muy común, cuando son cultivados a una temperatura de 30°C. Se alimenta de hifas fungales, y aunque se ha registrado atacando plantas superiores, su principal papel ecológico es de fungívoro.

7.2. *Cacopaurus sp*

Clase: Tylenchida
 Orden: Criconematoidea
 Familia: Paratylenchidae
 Subfamilia: Paratylenchinae

7.2.1. Descripción

Hembra: Cuerpo cilíndrico, obeso, con una anchura equivalente a un séptimo de su longitud. Con un termino ampliamente cónico, Inmóvil, muy pequeña (Fig. 20b), generalmente unido al hospedero por un estilete inusualmente largo. Cabeza suave con región labial diminuta, débilmente desarrollada, y trama cefálica oscura, poro excretor en la región del bulbo medio esofágico (Fig. 20a). Estilete muy largo y curvado, a juzgar por el tamaño del cuerpo (Fig. 20c).

Esófago con el procorpus fuertemente separado del metacorpus el cual tiene un aparato valvular bien desarrollado, el istmo esta cubierto por el anillo nervioso. Vulva situada muy posteriormente, y dirigida anteriormente, parte post-vulval corta.

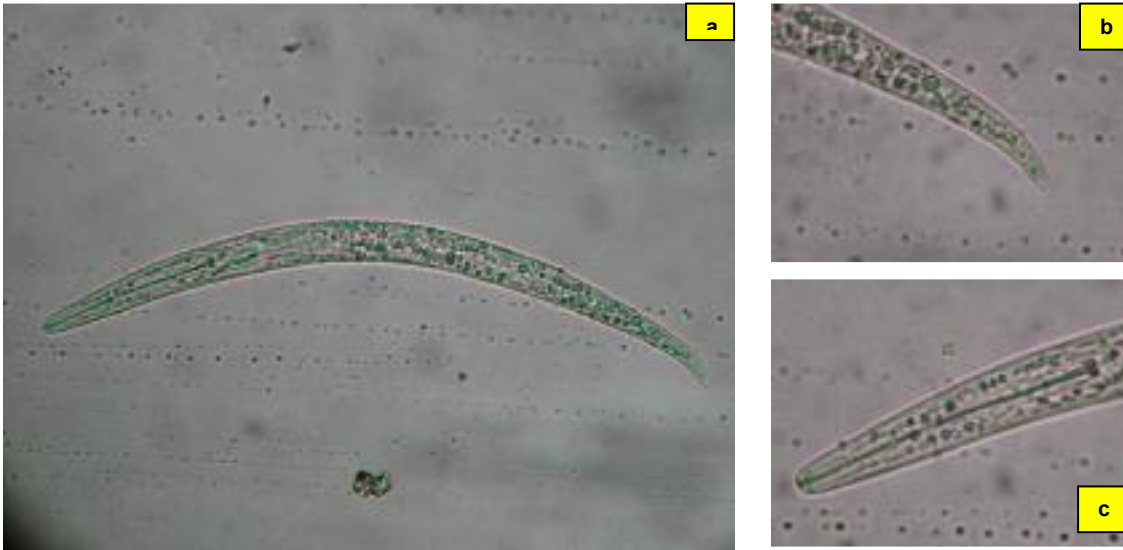


Fig. 20. a) *Cacopaurus sp.* (hembra); b) parte caudal; c) parte anterior

Macho: Delgados, cabeza redondeada, sin estilete, poseen el esófago degenerado, bursa pequeña, débilmente desarrollada, en posición ad anal.

7.2.2. Hospederos

Citrus aurantium, *Juglans sp.*, *Rosa indica*.

7.2.3. Biología y relación hospedero/parásito

La hembra es un parásito sedentario de la raíz, el estadio larval es escasamente encontrado en el suelo, lo que sugiere que solo pasan un escaso tiempo viviendo libremente. Su reproducción es anfimictica. Las hembras, puncionan las células epidermales ocasionando que se hinchen y rompan, entonces los nematodos se alimentan de los exudados producidos. Las raíces afectadas pueden morir. En experimentos se ha demostrado que *Citrus aurantium* no es un buen hospedero de *Cacopaurus sp.*, aunque se piensa que una infestación simultanea con *Tylenchulus sp.* puede haber influido negativamente en los resultados.

7.3. *Criconemoides sp*

Clase: Tylenchida
 Orden: Tylenchina
 Super familia: Criconematoidea
 Familia: Criconematidae
 Subfamilia: Criconematinae

7.3.1. Descripción

Hembra: Cuerpo ahusado, robusto, ligeramente curvado ventralmente, casi completamente cilíndrico aunque disminuyendo un poco en los bordes (Fig. 21a) .Con toscas anulaciones, de bordes finamente aserradas. Anulaciones de la cabeza no sobresalientes, disco labial no proyectándose. El estilete es fuerte, los nódulos basales con procesos dirigidos anteriormente dándole una apariencia de ancla (Fig. 21b), bulbo medio esofageal grande y amplio, istmo corto y grueso. Poro excretor por debajo de la base del esófago. Cola corta, cónica o ampliamente redondeada, termino truncado. Vulva lineal, oblicuamente dirigida anterior. En hembras adultas el ovario alcanza más allá de la base del esófago.

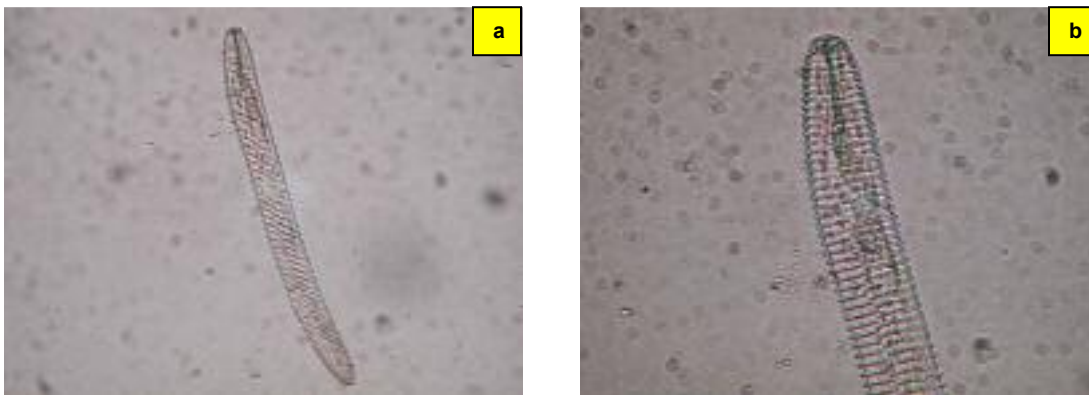


Fig. 21. a) *Criconemoides sp.* b) Parte anterior.

Macho: Cuerpo casi lineal, la mayor parte de este, cilíndrico. Fin de la cabeza ampliamente redondeada. Estilete ausente, cavidad oral un poco ancha, esófago degenerado. Poro excretorio cerca de la base del esófago, hemizónido lineal. Cola conoide, disminuyendo hasta una punta redondeada. Bursa grande.

7.3.2. Hospederos

No hay hospederos específicos conocidos.

7.3.3. Biología

Aunque hay pocos datos sobre su biología, son considerados como fitoparásitos, como lo indica su estilete robusto. Los miembros de este género tienen un movimiento lento, y a diferencia de los demás nematodos no es serpentino, sino que el cuerpo es alternativamente alargado y contraído, por el turgor y relajamiento de los músculos. Las

características que hacen fácil su reconocimiento bajo el microscopio son: la ausencia de movimiento y la apariencia robusta que indica su anulación muy marcada.

7.4. *Dorylaimus sp*

Clase: Adenophorea
 Orden: Dorylaimina
 Familia: Dorylaimidae
 Superfamilia: Dorylaimoidea

Los nematodos del género *Dorylaimus sp* son de vida libre, y se les encuentra como habitantes del suelo y algunos habitats acuáticos. El esófago consiste en una delgada porción anterior, algunas veces con pequeñas protuberancias musculares, seguida por una porción ensanchada, que puede reducirse a una simple válvula esofágica. La cavidad estomática presenta un odontoestilete, no existen nódulos basales. La apertura de este estilete se sitúa dorsalmente. El poro excretor es rudimentario o puede estar ausente (Fig. 22).



Fig. 22. *Dorylaimus sp*

7.5. *Helicotylenchus sp*

Clase: Tylenchida
 Orden: Tylenchoidea
 Familia: Hoplolaimidae
 Subfamilia: Rotylenchoidinae (Siddiqi, M. R., 1972), Hoplolaiminae (Mai, W. F., 1975)

7.5.1. Descripción

Hembra: Cuerpo vermiforme, variando desde arqueado con forma de "C", a espiralado, acentuándose en la parte posterior, estriaciones distintivas (Fig. 23a). Región labial, continua o ligeramente separada, hemisférica, redondeada o aplanada lateralmente, generalmente anulada pero nunca longitudinalmente estriado. Trama labial promedio aunque sus bordes externos son conspicuos y fuertemente esclerotizados; estilete bien

desarrollado con nódulos basales prominentes con los márgenes externos dirigidos hacia delante pareciendo que la superficie anterior es plana o cóncava (Fig. 23b). Guía del estilete prominente con superficies de unión para los músculos protrudores des estilete. Bulbo medio esofageal redondeado a oval, poro excretor cerca de la juntura esófago-intestinal. Campos laterales con cuatro líneas. Fásmidos pequeños, cerca del ano, cefalidos y caudalidos presentes. Cola con una longitud de 1 a 2 ½ veces el ancho del cuerpo, más curvada dorsalmente, disminuyendo ligeramente con un termino hemisférico redondeado, con o sin un proceso terminal ventral. Dos ramas genitales, estando la posterior reducida a veces a un saco post-uterino (Fig. 23c).



Fig. 23. a) *Helicotylenchus sp.* b) Parte anterior; c) Vulva, ano, termino y campos laterales

Macho: Dependiendo de la especie puede ser extremadamente raro o abundante, similar a la hembra excepto en lo correspondiente al dimorfismo sexual observado en el pequeño fin anterior. Testículo simple, anteriormente expandido, bursa corta, no conspicuamente proyectándose mas allá del contorno del cuerpo en vista lateral, crenada y cubriendo la cola, la espículas ligeramente cefaladas; gubernaculum simple.

7.5.2. Hospederos

Es un género cosmopolita y polífago, entre los principales hospederos están: *Citrus sp.*, *Sacharum offinarum*, *Solanum tuberosum*, *Cyperus rotundus*, *Musa sp.*, *Persea americana*, *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris*, *Arachis hipogea*, *Cajanus cajan*, *Carica papaya*, *Ceiba pentandra*, *Crotolaria sp*, *Panicum maximun*, *Paspalum notatum*, *Mangifera indica*, *Gossypium hirsutum*.

7.5.3. Biología y relación hospedero/parásito

Es un parásito de las raíces, que puede ser ectoparásito, o semi-endoparásito, así como en las capas exteriores del cortex y en el suelo adyacente. No hay evidencias de migración del nematodo dentro del cortex. Su reproducción varía según la especie, de bisexual y fertilización cruzada o anfimixis a partenogénesis mitótica.

Los nematodos atacan y se alimentan del cortex radical produciendo pequeñas lesiones necróticas. Unas especies, muestran que las células infectadas y adyacentes tienen paredes fuertemente lignificadas pero sin indicios de proliferación nuclear o formación de células gigantes.

7.6. *Hemicriconemoides sp*

Clase: Tylenchida

Orden: Criconematoidea

Familia: Criconematidae

Subfamilia: Criconematinae

7.6.1. Descripción

Hembra: Cuerpo recto a ligeramente arqueado luego de la relajación, cilíndrico, encerrado en una cubierta cuticular la cual esta unida solo en el extremo anterior, poro excretor, vulva y ano. Región cefálica truncada, ligeramente sobresaliente. Trama labial fuertemente esclerotizada. Estilete fuerte, largo, con nódulos basales grandes redondeados, con la parte anterior cóncava, nunca dirigidos hacia atrás (Fig. 24a), intestino traslapando la base del esófago. Vulva prominente, deprimida, transversa. Vagina dirigida hacia adentro y hacia delante. Ovario simple, anteriormente extendido. Cola corta conoide a redondeada (Fig. 24b).

Macho: Delgado, esófago degenerado, estilete ausente. Espículas delgadas, ligeramente curvadas; gubernaculum corto y plano. Ala caudal raramente presente, si esta es débilmente desarrollada.



Fig. 24. *Hemicriconemoides sp.*: a) Parte anterior. b) parte caudal (cola).

7.6.2. Hospederos

Camellia japonica.

7.6.3. Biología y relación hospedero/parásito

Es un ectoparásito, la primera muda se realiza dentro del huevo, y los restos de la cuarta, es lo que forma la cubierta cuticular mencionada en la descripción. Solo los estadios larvales y las hembras se alimentan de las raíces, los machos carecen de estilete. No hay conocimiento detallado de las relaciones hospedero/parásito.

7.7. *Hoplolaimus sp*

Clase: Tylenchida
Orden: Tylenchoidea
Familia: Hoplolaimidae
Subfamilia: Hoplolaiminae

7.7.1. Descripción

Hembra: Cuerpo recto, largo, cilindroide, en forma de “C” cuando esta relajado (Fig. 25a). Región cefálica o labial, separada del cuerpo, hemisferoide o en forma de un cono bajo con lados aplanados, y anteriormente también aplanado, con anulaciones claramente marcadas, y estrías longitudinales.

Trama cefálica masiva, amarillenta y fuertemente esclerotizada. Estilete masivo (Fig. 25b), con nódulos basales con procesos proyectándose anteriormente. Glándula dorsal del esófago abriéndose cerca de la base de los nódulos basales.

Glándula esofageal traslapando el intestino dorsal y lateralmente. Bulbo meso esofageal esferoide localizado a la mitad del esófago con un aparato valvular bien desarrollado. Campos laterales con cuatro líneas o menos, generalmente areoladas a nivel de los fásmidos o anteriormente, con estrías irregularmente colocadas en los campos.

Poro excretor por debajo de la glándula esófago intestinal, hemizonion pocas veces visto, el intestino traslapando el recto y usualmente extendiéndose dentro de la cola. Cola corta y redondeada, fásmidos alargados al nivel del ano y a veces anterior al nivel de la vulva.

Macho: Región cefálica del macho más o menos conoide que en la hembra, hemisférica con lados convexos, testículo simple extendido. Espiculas ventralmente arqueadas, cefaladas. Gubernaculum acanalado, bursa grande, con margenes crenados, originada cerca del nivel de las espiculas cuando están retraídas, el ala caudal cubriendo la cola, que por lo general es conoide (Fig. 25c y 25d).



Fig. 25. a) Hembra de *Hoplolaimus sp.* b) parte anterior. c) vista lateral de la cola de un macho. d) vista ventral de la cola de un macho.

7.7.2. Hospederos

Glycine max, Sorghum halepense, Sorghum vulgare, Cyperus esculentum, Cyperus rotundus, Lepidium virginicum, Amaranthus sp, Cassia sp, Crotolaria sp, Echinochloa, Ipomoea, Vigna unguiculata, Cynodon dactylon, Zea mays, Sacharum officinarum, Panicum miliaceum, Phaseolus sp, Hibiscus esculentus, Pinus sp, Quercus sp, Musa sp, Psidium guajava, Mangifera indica, Oryza sativa, Cucumis melo, Allium cepa, Lycopersicon esculentum, Brassica oleracea, Carica papaya, Capsicum anuum, Zingiber officinale, Coccus nucifera y Teobroma cacao.

7.7.3. Biología y relación hospedero/patógeno

Es un parásito de la raíz, inicialmente aparece como ectoparasito, pero luego se embebe desde el nivel de la glándula media esofágica o totalmente en el tejido radical (endoparásito), alimentándose de células corticales en la zona de maduración de las raíces, la mayoría se reproducen partenogénicamente.

Tiene una gran capacidad de sobrevivir condiciones adversas. Los síntomas que inducen en las plantas afectadas pueden ser enanismo, amarillamiento, y defoliación, las raíces se necrosan siendo destruido la mayor parte del cortex. Los daños más considerables los efectúan durante su migración siguiendo paralelamente el largo del eje longitudinal de la raíz.

Las poblaciones de algunas especies de *Hoplolaimus spp* parecen estar correlacionadas muy cercanamente con el contenido de humedad del suelo, y la interacción con otros factores, como la temperatura.

Se ha visto que el efecto sobre parámetros de crecimiento de seis especies de *Citrus spp* fue directamente proporcional a la población de nemátodos, determinándose que 2,000 nemátodos por 500g de suelo ocasionan síntomas de ataque y reducción de crecimiento, también se observó que *C. limon* es más tolerante que otras especies del mismo género.

7.8. *Meloidogyne sp*

Clase: Tylenchida
Orden: Tylenchina
Super Familia: Heteroderoidea
Familia: Meloidogynidae
Subfamilia: Meloidogyninae

7.8.1. Descripción

Las hembras, machos y larvas de las especies de *Meloidogyne spp*, tienen estiletes con punta cónica, una columna derecha y tres nódulos basales. Este estilete tiene una abertura cerca de la punta que conduce al lumen del estilete adherido a los nódulos. Tienen un marcado dimorfismo sexual, las hembras adultas tienen forma de pera o esferoide, con cuello largo. Poro excretor anterior al bulbo medio. Vulva terminal o subterminal. El cuerpo de la hembra no es simétrico.

Macho: Elongado y cilíndrico (Fig. 26a), cabeza baja con forma de cono truncado. Estilete y nódulos basales fuertemente desarrollados (Fig. 26c), bursa ausente, espiculas y gubernaculum presente; cola redondeada (Fig. 26b)

Larva de segundo estadio (infectiva); región labial bien definida, estilete delgado con nódulos bien definidos, poro excretor opuesto e inferior al istmo y el bulbo esofageal muscular ahusado. Cola estrecha, elongada, disminuyendo hasta una punta ligeramente afilada.



Fig. 26. a) Estadío larval II de *Meloidogyne sp.* b) Cola. c) Parte anterior

7.8.2. Hospederos

Incluye una gran cantidad de plantas cultivadas; *Citrus aurantium*, *Brassicas spp*, *Daucus carota*, *Cucúrbita spp*, *Allium cepa*, *Capsicum sp*, *Solanum tuberosum*, *Lycopersicon esculentum*, *Zea mays*, *Musa sp*, *Begonia sp*, *Dalia sp*, *Philodendron*, *Sansevieria*, *Arachis hipogea*, *Gossypium hirsutus*, *Coffea arabica*, *Eleusine indica*, *Echinochloa colonum*, *Phaseolus vulgaris*, *Cyperus rotundus*, *C. imbricatus*, , pastos, etc.

7.8.3. Biología y relación hospedero/parasito

Las especies de *Meloidogyne spp.*; son parásitos obligatorios de las plantas, ocurriendo su reproducción solo cuando el segundo estadio larval penetra en las raíces u otras partes subterráneas de una planta apropiada, incita el desarrollo de células gigantes en las que se alimenta y desarrolla hasta convertirse en hembras que producen huevos. El ciclo de vida se puede dividir en:

- i) Preparasítico; que va desde la etapa de huevo, hasta la eclosión de este en una larva de segundo estadio (la primera muda ocurre dentro del huevo).
- ii) Parasítico; que va desde la penetración en las raíces; que se lleva a cabo sobre la caliptra, penetrando hasta la zona de elongación, perforan las células con sus estiletes e inyectan secreciones a través de las glándulas esofágicas, causando un agrandamiento en estas, y aumentan la proporción de división celular en el periciclo, dando lugar a la formación de células gigantes o sincitos, por hipertrofia, posible disolución de las paredes celulares, agrandamiento del núcleo y cambios en la composición de contenidos celulares. También se produce hiperplasia o intensa multiplicación de células vegetales. Por lo general acompañado por el engrosamiento de la raíz para la formación de una agalla conteniendo una hembra. Otra fase dentro del ciclo parasítico, es el desarrollo de estadios parasíticos; donde sufre una serie de cambios morfológicos (pasa de ser vermiforme y elongado para ser periforme).

La reproducción puede ser por partenogénesis mitótica; consistente en que las células se dividen formando oogonios diploides ($2n$), los oocitos dejan de dividirse y pasan por una zona de crecimiento hasta que al llegar al oviducto, se dividen mitóticamente (conservando $2n$) y se tornan ovalados, para luego ser depositados.

La relación macho/hembra, depende fuertemente de la disponibilidad de alimento, así; cuando hay abundancia, la mayoría de larvas se desarrollan como hembras, y cuando hay escasez, en hospederos viejos, o en altas infecciones, un gran porcentaje de larvas se convierten en machos.

La producción de esperma es similar a la de huevos, solo que hay reducción en los cromosomas (meiosis). Se conoce que puede haber reproducción amfimixis facultativa, conociéndose solo una especie que se reproduce exclusivamente por este método.

Las larvas de *Meloidogyne spp.* tienen poca dificultad para encontrar las raíces, siendo atraídas hacia ellas. Estando el desarrollo y reproducción determinado por la interacción compatible con el hospedero.

Si el hospedero y el nematodo no son compatibles se forma una pequeña cantidad de células gigantes y muchas menos larvas siendo menos aun las que se desarrollan hasta la fase adulta.

Pudiendo ser esta resistencia una gran diferencia entre las poblaciones de *Meloidogyne spp.* en pocas generaciones.

7.9. *Paratylenchus sp*

Clase: Tylenchida
Orden: Tylenchina
Familia: Tylenchuloidea
Subfamilia: Paratylenchidae

7.9.1. Descripción

Hembra: Cuerpo cilíndrico elongado, en forma de "C" después de la muerte (Fig 27a), cutícula anulada transversalmente, y campo lateral con cuatro incisuras. Región labial sobresaliente, concoide redondeada a ligeramente truncada, delicadamente anulada. Estilete bien desarrollado, nódulos basales redondeados. Esófago elongado y valvulado (Fig. 27b). Istmo largo, delgado. Vulva usualmente con membrana lateral cuticular, cuerpo ventralmente contraído por detrás del cuerpo, cola curvada, terminus suave, redondeada (Fig. 27c).

Macho: Con estilete reducido o ausente, esófago pobremente definido o ausente. Cola usualmente con una vaina corta y proyectada. Espículas delgadas y apuntadas; gubernaculum corto.

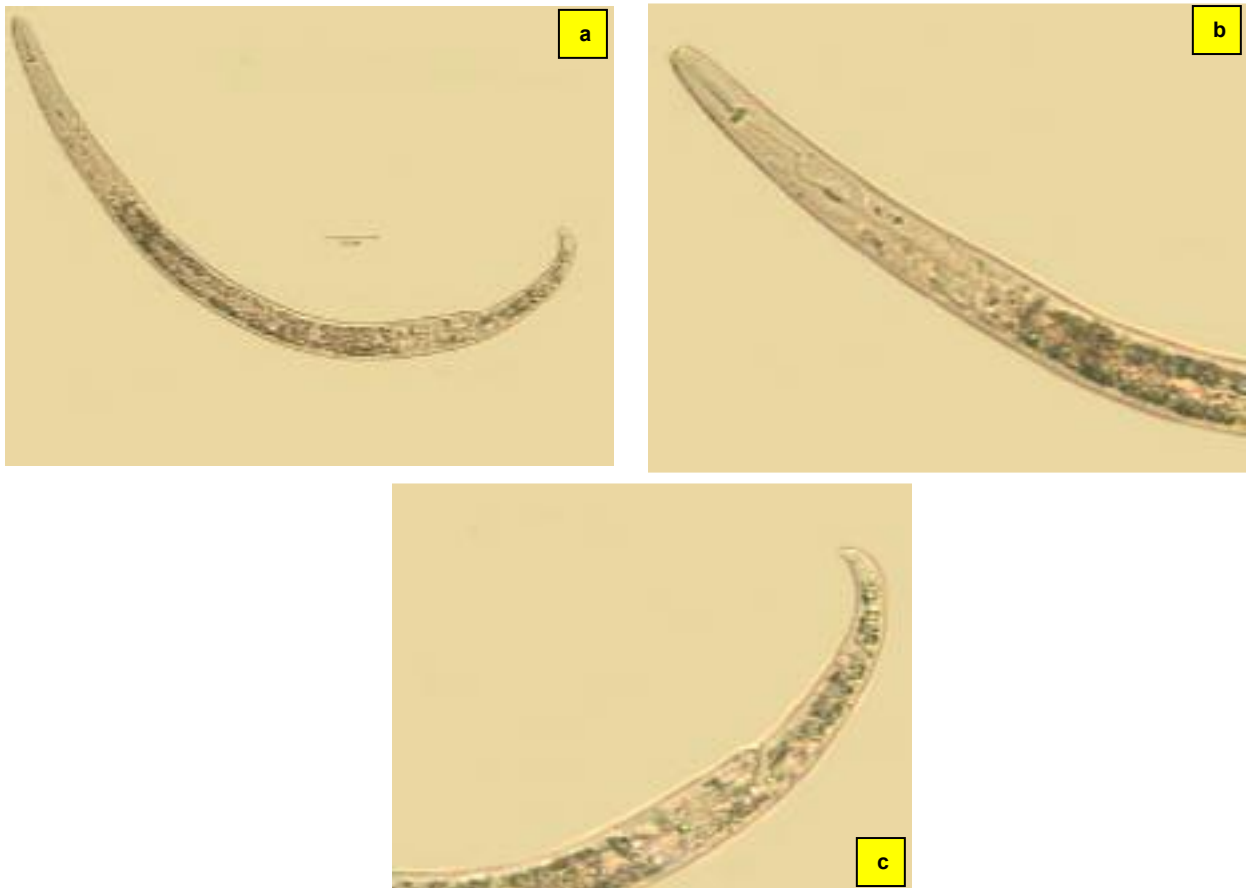


Fig. 27. a) *Paratylenchus sp* b) parte anterior c) parte caudal.

7.9.2. Hospederos

Se encuentra en plantas pertenecientes a las familias, Cruciferaea, y Umbelliferaea como: *Daucus carota*, *Apium graveolens*, *Petroselinum sativum*, *Brassica oleracea*, *Brassica napus*, *Cynodon dactylon*. Es raro encontrarlo en Papilionacea, Solanacea, Asteracea, y otras graminacea.

7.9.3. Biología y relación hospedero/parásito

Por lo general son ectoparásitos sedentarios, aunque algunas veces se pueden encontrar alimentándose en capas ligeramente inferiores de tejido; son atraídos por zonas jóvenes maduras de las raíces, y se alimentan insertando el estilete en las células epidermales de la base de los pelos radicales. Los únicos estadios que se alimentan son las hembras adultas, y las larvas 2 y 3. El estadio larval 4, es persistente, no se alimenta y puede pasar de esta manera hasta cuatro años, la muda de este estadio es estimulada por exudados radicales de plantas determinadas y por las temperaturas, aunque algunos estudios sugieren que la correlación entre estos factores es imperfecta.

Algunas especies no producen daños visibles, por ejemplo, en Cucúrbitas, en las que solo disminuye ligeramente el peso fresco de las partes áreas. Una población de 70/100 cc de suelo, es el limite de tolerancia, para destruir el sistema radical, y causar necrosis.

7.10. *Pratylenchus sp*

Clase: Tylenchida
Orden: Tylenchoidea
Familia: Pratylenchidae
Subfamilia: Pratylenchinae

7.10.1. Descripción

Cuerpo menor de 0.8 mm, cilindroide. Sin dimorfismo sexual en la parte anterior del cuerpo. Deiridos ausentes, o escasamente visibles cerca del poro excretor. Área labial baja, aplanada anteriormente, no ó débilmente separada (Fig. 28a). Trama cefálica fuerte; campos laterales con cuatro incisuras, poro excretor prominente, casi opuesto al anillo nervioso. Hemizonidos ligeramente anterior al poro excretor. Estilete con nódulos basales robustos de forma redondeada a oblongos.

Glándulas esofageales traslapando el intestino ventralmente por una distancia media. Válvula esófago-intestinal no bien desarrollado. Vulva en la parte posterior del cuerpo. Tracto genital femenino con una rama posterior reducida a un saco post-vulval. Cola de la hembra 2 ó 3 veces el diámetro del cuerpo a nivel anal, terminus redondeado (raramente apuntada) (Fig 28by 28c). Fásmidos situados a la mitad de la cola o ligeramente posterior.

Macho: Gubernaculum plano y simple, no proyectándose. Ala caudal cubriendo la cola, espiculas arqueadas y cefaladas. Cola conoide, lisa y ampliamente redondeada, truncada o espatulada, a veces suavemente crenado. En algunas especies cola disminuyendo con una punta estrechamente redondeada o suavemente sub aguda.



Fig. 28. a) *Pratylenchus sp* b) y c) partes caudales de diferentes especies.

7.10.2. Hospederos

Cítricos, pinos, aguacate, piña, caña de azúcar, maíz, pastos, soya, frijol.

7.10.3. Biología y relación hospedero/patógeno

La reproducción, dependiendo de la especie puede ser, sexual o por partenogénesis mitótica. La larva pasa por cuatro mudas, la primera de las cuales es en el huevo. El tiempo de generación varía influenciado fuertemente por la temperatura. El porcentaje de sobrevivencia a periodos secos y de alta temperatura es mayor en los rastrojos del cultivo. Por lo general los adultos son más efectivos en el establecimiento de infecciones a hospederos susceptibles. La migración dentro del campo se lleva a cabo en mejor forma en suelos areno-limosos; cuando el contenido de humedad deja un 8 a 12% del volumen del suelo ocupado por aire. Es un parásito obligado cuya diseminación puede ocurrir en las raíces de las plantas infestadas, transporte de suelo infestado y por el agua de escorrentía.

Las raíces son invadidas por la punta, en la región de los pelos radicales, y en la unión de las raíces laterales. Primero se alimentan externamente y luego se convierten en endoparásitos migratorios, que se alimentan del córtex radical; aunque algunas especies pueden, en estadios posteriores, alimentarse de los tejidos vasculares, produciendo cavidades o túneles en el córtex, que en etapas avanzadas ocasiona la ruptura de la epidermis dejando expuesto el tejido en forma de lesiones elongadas de color café, que pueden convertirse en la entrada de patógenos secundarios.

En infestaciones severas sobre hospederos susceptibles hace que el sistema radical completo se vea afectado, volviéndose poco denso y necrótico. Algunas especies al atacar preferentemente las puntas de las raíces principales o secundarias y destruir el meristemo, pueden inducir la proliferación de raicillas, encima de donde se encontraba el meristemo original. Los síntomas de la parte superior de las plantas afectadas incluyen el retardamiento del crecimiento, el enanismo, amarillamiento, y como el nematodo incrementa la tasa de transpiración de las plantas, puede ocasionar el marchitamiento.

7.11. *Rotylenchus sp.*

Clase: Tylenchida
Orden: Tylenchoidea
Familia: Hoplolaimidae
Subfamilia: Hoplolaiminae

7.11.1. Descripción

Hembra: Después de la relajación el cuerpo toma una forma de espiral simple o de "C", campos laterales irregularmente areolados en la mitad del cuerpo. Región labial, hemisférica, separada del cuerpo por una ligera constricción o siguiendo una línea continua con el contorno del cuerpo, anteriormente aplanada, y generalmente anulada. Trama labial, estilete, y nódulos del estilete de tamaño promedio (para Hoplolaiminae), estilete bien desarrollado, disminuyendo en la parte anterior. Los nódulos con una superficie anterior que varía de redondeada a indentada. Bulbo medio esofageal oval, muy muscular y con un aparato valvular en el centro. Glándula esofageal extendiéndose sobre el intestino dorsal y dorso lateralmente. Hemizoniones indistintos. Intestinos simétricamente arreglados entre las glándulas subventrales. Dos ramas genitales extendidas, igualmente desarrolladas, rama posterior raramente degenerada. Vulva como una hendidura deprimida, epiptigma corto doble pero a veces apareciendo simple en vista lateral. Intestino parcialmente traslapando el recto. Cola hemisférica, regularmente anulada, raramente con una pequeña proyección ventral; fásmidos como poros, pequeños, cerca del nivel del ano (Fig. 29).



Fig. 29. *Rotylenchus sp.*

Macho: Cuando son relajados, el cuerpo adopta una forma de "C" abierta, región labial mas distintamente separada del cuerpo que en la hembra. Bursa crenada, cubriendo la cola. Espiculas ligeramenten cefaladas, y arqueadas ventralmente, gubernaculum protrusible. Testículo simple, expandido.

7.11.2. Hospederos

Sorghum sp, Glycine max, Daucus carota, Brassica spp, Mangifera indica, Lycopersicon esculentum, Psidium guajava y Eucalyptus sp, Naranja Navel, Confieras.

7.11.3. Biología y relación hospedero/parásito

Los miembros de este género son ectoparasitos migratorios de la raíz que a la hora de alimentarse se embeben parcialmente en el tejido radical; Las raicillas son las que se ven mas fuertemente afectadas. Prefieren en suelo arenosos ligero, pudiendo vivir en este sin crecimiento de plantas por más de seis meses, con una mortalidad que no excede el 50% de su población. Puede poseer una reproducción sexual o partenogenética, dependiendo de la especie. Entre los daños visibles ocasionados por *Rotylenchus sp*, están: el achaparramiento, amarillamiento de las hojas, perdida de vigor, pudrición y pérdida de peso del sistema radical y la aparición de numerosas, lesiones necróticas pequeñas.

Se pueden distinguir tres tipos de daño directo que el nematodo puede ocasionar a las raíces:

- i) Mecánico, por la destrucción de células, dejando huecos en las raíces.
- ii) Químico, probablemente por la inyección de enzimas digestivas.
- iii) Por la remoción de los contenidos celulares para la alimentación. Todo esto las hace mas susceptibles al ataque por otro organismos patógenos.

7.12. *Trichodorus sp.*

Clase: Adenophorea
 Orden: Dorylaimida
 Suborden: Diptherophorina
 Familia Trichodoridae

7.12.1. Descripción

Hembra: Región anterior similar a la del macho, gónadas pareadas, opuestas. Engrosamiento esclerotizado refractivo en la vulva, es conspicuo, de forma casi triangular en vista lateral.

Macho: Cuerpo un poco robusto, con forma de cigarro, curvado ventralmente, disminuyendo suavemente hacia la parte anterior, hacia una región labial ligeramente sobresaliente (Fig. 30). Aperturas anfidicas sublabiales, y elipsoides. Faringe con un diente mural, ventralmente curvado, o onchiostilo, que esta unido por la parte dorsal a la pared dorsal de la faringe. Este onchiostilo estrecho en la parte anterior pero gradualmente se ensancha. Esta rodeado por un anillo guía indistinto, rodeado todo por una cubierta muscular densa. Lumen faringeal ventral al onchiostilo, llevando a un

isthmus estrecho, que gradualmente se expande a un bulbo basal piriforme a espatulado. Testículo simple, espículas pareadas, sin estrias transversas, curvadas ventralmente el fin distal. Gubernaculum de forma característica.



Fig. 30. Región anterior de *Trichodorus sp*

7.12.2. Hospederos

Se ha encontrado asociado con Maíz, Algodón, Pino, *Brassica spp*, *Daucus carota*, *Poa annua*, *Lolium perenne*.

7.12.3. Biología y relación hospedero/parásito

Se encuentra comúnmente en suelos arenosos o areno-limosos, comparativamente con los Tylenchida (*Meloidogyne sp*, *Pratylenchus sp*, *Tylenchus sp*, *Tylenchulus sp*, etc) es mas susceptible a la desecación del suelo. Se reproduce aparentemente en forma bisexual. Se ha notado en otros países que los suelos infestados con *Trichodorus spp*, son inherentemente deficientes en cobre y manganeso.

Alcanza la mayor densidad de población a profundidades de 25 – 30 cm, es decir por debajo de la profundidad de cultivación. Son ectoparasitos que se agregan cerca de las raíces de las plantas alimentándose de las células epidermales principalmente las que están por encima de las puntas radicales. Luego se mueven a la zona de elongación, donde la intensidad de la alimentación es más pronunciada, llevando a una gran reducción en la tasa de crecimiento radical, causando raíces en forma de tocones, y torna el tejido radical de color café, y la cesación del crecimiento. Se ha observado que las raíces atacadas, muestran unas ruptura que permite a los nematodos acceder al tejido cortical, más profundo.

7.13. *Tylenchorrinchus sp*

Clase: Tylenchida

Orden: Tylenchina

Superfamilia: Tylenchoidea

Familia: Dolichoroidea

Subfamilia: Tylenchorhynchinae (Siddiqi, M. R., 1972), Tylenchinae (Mai, W. F., 1975).

7.13.1. Descripción

Hembra: Cuerpo de tamaño medio, cilindroide débilmente curvado ventralmente cuando es relajado o en especímenes montados, disminuyendo levemente hacia ambos lados (Fig. 31a). Campos laterales con dos, tres, cuatro o cinco líneas algunas veces areolados. Sin dimorfismos sexuales. Región labial redondeada, separada por una constricción leve, o continua con el cuerpo; la esclerotización puede ser débil o prominente (depende de la especie).

Estilete bien desarrollado, delgado, con los nódulos basales que pueden ser redondeados, o con la parte anterior en forma de copa, pero igualmente conspicuos, el estilete disminuye anteriormente siendo aciculado en lugar de tubular. Bulbo medio, grande y oval con un aparato valvular refractivo en el centro. Istmo largo y estrecho, bulbo terminal piriforme (Fig. 31b). Válvula esófago intestinal, hemisferoide. Fásmidos conspicuos cerca de la mitad de la cola. Poro excretor cerca de la base del isthmus. Vulva localizada cerca de la mitad del cuerpo, ovarios dos y expandidos. Cola cilíndrica, conoide con termino usualmente redondeado, no agudo (Fig. 31c)

Macho: Espículas arqueadas, gubernaculum prolongable, con fin proximal redondeado. Cola ligeramente arqueada, cubierta por la bursa, raramente lobulada.

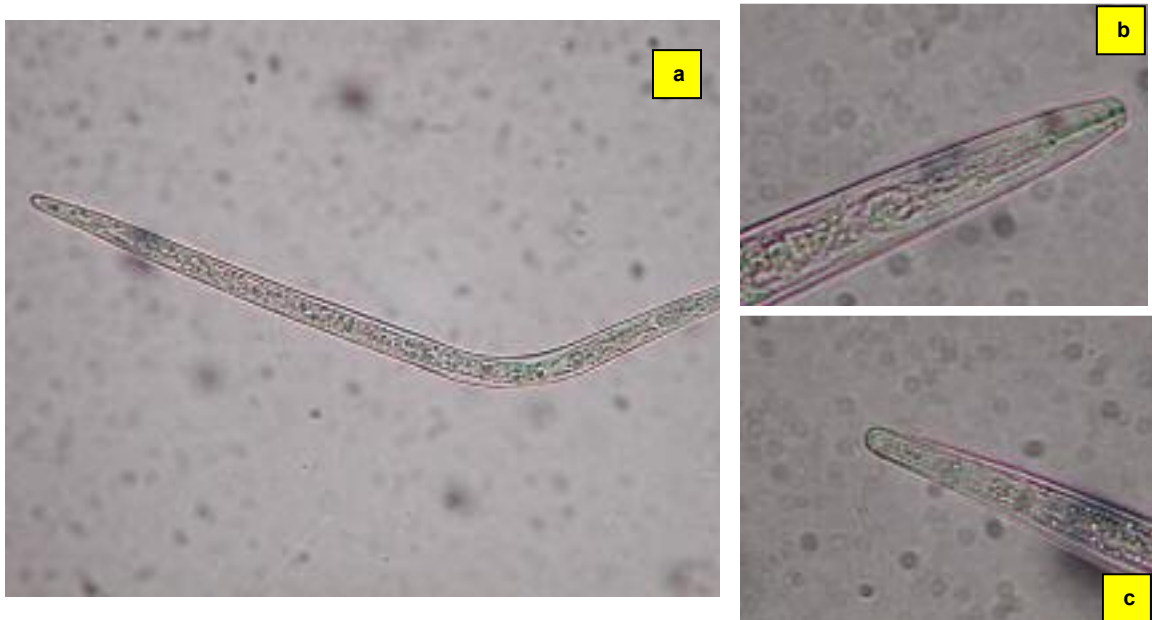


Fig. 31. a) *Tylenchorrinchus sp* b) región cefálica c) región caudal.

7.13.2. Hospederos

Ageratum sp, Sacharum officinarum, Poa spp, Pinus spp, Oryza sativa, Sorghum sp, Zea mays, Brassicas spp, Raphanus sativus,, pastos y muchas plantas de la familia Asteracea.

7.13.3. Biología y relación hospedero/parásito

Son ectoparasitos siendo observados en las células epidermales, y en los pelos radicales, aunque puede, bajo algunas condiciones, entrar en las raíces y ser endoparásito.

Se reconocen tres fases de su proceso de alimentación:

- i) La penetración del estilete en la célula hospedera.
- ii) Salivación.
- iii) Ingestión. La primera es lograda mediante la rápida presión ejercida por el estilete, la salivación es caracterizada por la cesación de las otras actividades del cuerpo, y las incoordinadas contracciones de los músculos del bulbo medio. Son bisexuales reproduciéndose por anfimixis. Pueden sobrevivir hasta 10 meses sin hospederos, pudiendo ser erradicada en suelo seco después de 19 semanas; la frecuencia con que aparecen en el campo esta relacionada al pH del suelo, siendo más frecuentes en suelos ácidos, sospechándose que este factor afecta al nematodo en forma indirecta, debido a la influencia sobre la planta hospedera.

7.14. *Tylenchulus sp*

Clase: Tylenchida
Superfamilia: Tylenchoidea
Familia: Tylenchulidae

7.14.1. Descripción

Hembra inmadura: Cuerpo vermiforme estriado transversalmente, disminuyendo en ambos extremos, región labial conoide redondeado, suave, continua con el cuerpo, disco labial ausente, trama labial moderadamente esclerotizado; estilete con nódulos bien desarrollados, redondeados. Metacorpus con bulbo medio fuertemente muscular, oval. Istmo elongado y cilíndrico. Cardia presente; recto y ano atrofiados, vulva cerca del fin posterior, con labios gruesos. Ducto excretorio cerca del frente de la vulva. Fin de la cola redondeado. Hembra madura; Cuerpo hinchado después de la nuca, ventralmente arqueado, después de la vulva es digitado; ovario enrollado, recto y ano ausente. Cubiertas por una matriz gelatinosa que es producida por el poro excretor.

Macho: Cuerpo delgado, con la cola ligeramente arqueada durante la relajación, campos laterales inconspicuos (Fig. 32a). Región labial suave, conoide; trama labial ligeramente esclerotizada. Estilete y esófago degenerados, nódulos basales pequeños, bulbo medio no muscular, ahusado (Fig 32c).

Poro excretor a la mitad del cuerpo. Testículo simple y extendido, bursa ausente, espiculas delgadas y arqueadas, La apertura cloacal se encuentra en un protuberancia corporal conoide cerca del final de la cola. Cola elongada, conoide con termino redondeado (Fig. 32b).



Fig. 32. a) *Tylenchulus sp.* b) Región caudal, espículas. c) Región anterior.

7.14.2. Hospederos

La especie *T. semipenetrans*, tienen una gran coincidencia con la citricultura en el mundo, reconociéndose que ataca 29 especies de *Citrus spp.*, 21 híbridos, y otras once especies dentro de la familia Rutaceae. Además de contar con razas especiales que atacan otros hospederos fuera de esta familia.

7.14.3. Biología y relación hospedero/parásito

La hembra adulta es un parásito obligado de la raíz con vida semi-endoparasitica sedentaria, con la parte anterior embebida en el tejido radical, manteniendo la parte hinchada posterior libre. Se encuentran generalmente en pequeños grupos en la superficie de las raíces fibrosas de *Citrus spp.*, embebidos dentro de una matriz gelatinosa. Las larvas de hembras se alimenta superficialmente, pero las hembras jóvenes pueden penetrar más profundo llegando hasta el cortex, o hasta el periciclo. Mientras que los machos adultos y larvas no se alimentan. Se reproducen en forma amfimictica o partenogenética (partenogénesis facultativa). El nematodo es muy susceptible a la sequía, siendo la disponibilidad de oxígeno muy determinante para su reproducción y desarrollo, por tanto prefiere suelo ligeros. La multiplicación se ve favorecida por pH alcalinos, (por que el cultivo de *citrus sp* crece en mejor forma en estos suelos). Cuando es atacado *Citrus spp* tiene una reacción morfológica (reacción hipersensitiva celular, con la formación de una herida peridermal en el tejido radicular) y un efecto toxico, lo que retarda el desarrollo de los estados tempranos. El desarrollo de las hembras depende de éxito del establecimiento y mantenimiento de los sitios de alimentación, los cuales están compuestos de células guardas con citoplasma denso,

paredes gruesas, núcleo agrandado, nucleolos y careciendo de vacuolas. Sin que se observe hiperplasia o hipertrofia.

Los síntomas aéreos aparecen de cinco a diez años después que ha ocurrido la infestación y consiste en un aspecto de mala nutrición (follaje amarillo); puntas de las ramas defoliadas y formación de frutos pequeños. El nematodo no mata al árbol pero reduce seriamente su vigor. Los que son atacados por altas poblaciones de nematodos pueden presentar amarillamiento en las hojas, escaso follaje y frutos pequeños, siendo estos síntomas más visibles en la parte superior del árbol. Los árboles infectados no responden a la fertilización y son más susceptibles a la sequía, que los árboles sanos.

Las poblaciones de *Tylenchulus sp*, pueden cambian grandemente de árbol a árbol, entre diferentes partes del mismo huerto, de acuerdo a la época del año. Por lo general las condiciones favorables para el hospedero también son favorables para el nematodo. Se desarrolla en la mayoría de tipos de suelos, pero el desarrollo más rápido y las poblaciones mayores se ven favorecidas por texturas finas y suelos orgánicos.

7.15. *Tylenchulus sp*

Clase: Tylenchida
 Orden: Tylenchoidea
 Familia: Tylenchidae
 Subfamilia: Tylenchinae

7.15.1. Descripción

Nematodos pequeños, raramente mayores de 1.0 mm de longitud, colas filiformes similares en ambos sexos (Fig 33a y 33b), región labial estriada. Cutícula estriada, trama cefalica no esclerotizada, estilete bien desarrollado, con nódulos redondeados, bulbo medio ovalado con aparato valvular refractivo, istmo largo, delgado, terminando en un bulbo basal piriforme. Cardia presente. Vulva posterior a la mitad del cuerpo. Ovario anterior expandido. Rama uterina posterior rudimentario. En el macho la bursa es ad-anal.

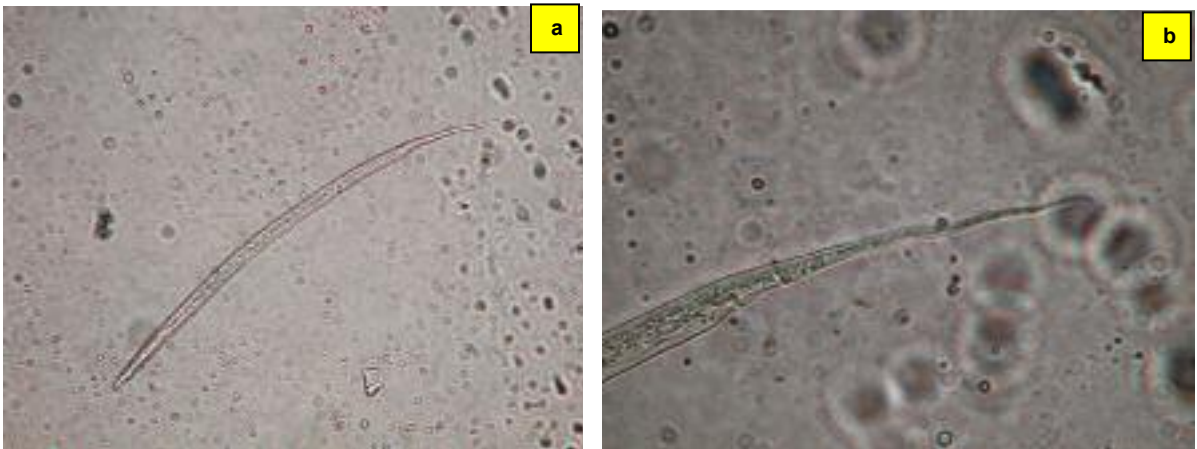


Fig. 33. a) *Tylenchulus sp*; b) región caudal

8. GENEROS DE NEMATODOS SAPROFITOS MÁS FRECUENTES EN LAS PLANTACIONES DE CITRICOS DE EL SALVADOR, C. A.

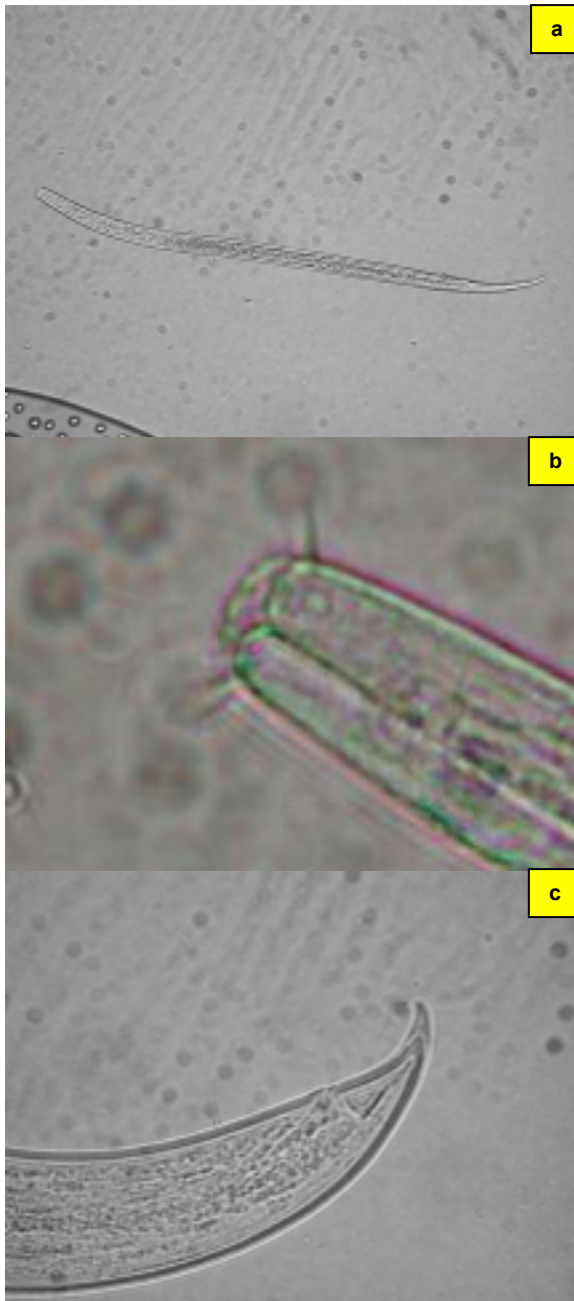


Fig. 34. a) *Plectus sp* ; b) región cefálica; c) región caudal

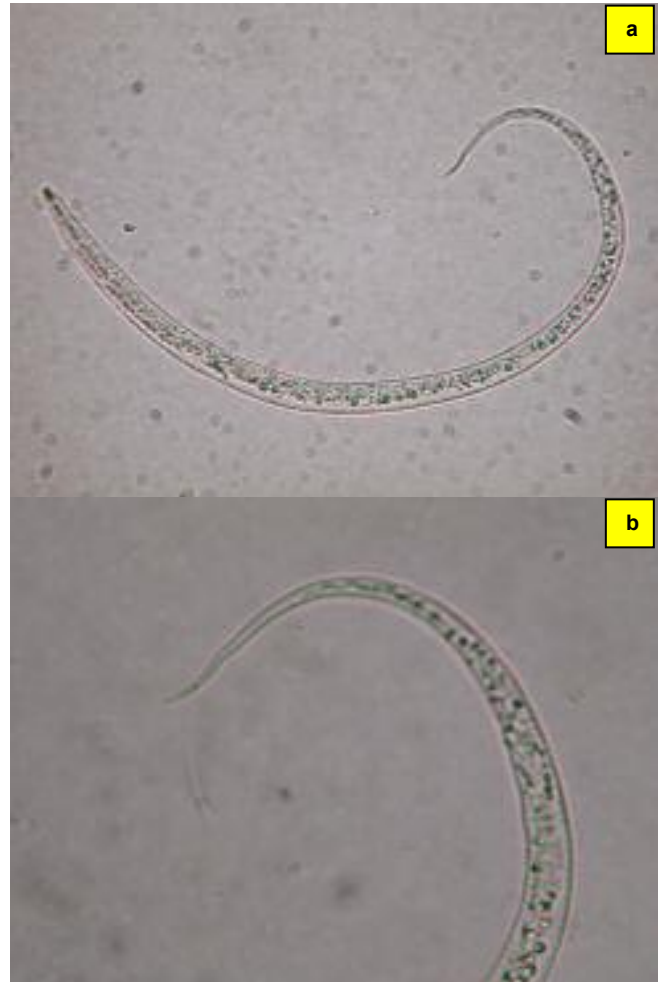


Fig. 35. a) *Rhabditis sp*; b) región caudal

9. BIBLIOGRAFIA

- BIRD, G.W. 1987. Role of nematology in integrated pest management programs. *In* Vistas on Nematology. Society of Nematologists. Edit. VEECH, J.A.; DICKSON, D.W. 1987. U.S.A.
- CHAVES, E.; TORRES, M. 2000. Muestreo de nematodos parásitos de plantas. Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP. Buenos Aires, Argentina.
- CHRISTIE, J.R. 1991. Nematodos de los vegetales: su ecología y control. LIMUSA. México. 275p.
- CORBETT, D.C.M. 1976. Descriptions of plant-parasitic nematodes. Set 6, no. 89. Commonwealth Institute of Helminthology. 4p.
- CROZZOLI, R. ; FUNES, C. 1992. Presencia del nematodo *Tylenchulus semipenetrans* en las principales zonas productoras de cítricos del estado Aragua, Venezuela. Fitopatología Venezolana 5(1):17-20.
- DAO, D. 1970. Climatic influence on the distribution pattern of plant parasitic and soil inhabiting nematodes. Maded Land School, Vol 70(2). pp 164.
- DONCASTER, C.C. 1971. Feeding in plant parasitic nematodes: mechanisms and behavior. Rothamsted Experimental Station, Harpenden, England.
- DROPKIN, V. H. 1980. Introduction to plant nematology. John Wiley & Sons. University of Missouri, Columbia. 6-26pp.
- FASSULIOTIS, G. 1976. Descriptions of plant-parasitic nematodes. Set 6, no. 81. Commonwealth Institute of Helminthology. 3p.
- FERNÁNDEZ, M. 1967. Lista de nematodos de Cuba. 1ª. Contribución. Revista Agricultura, Vol. 1(2). Academia de Ciencias de Cuba. pp 74-88.
- FIGUEROA, A. 1988. Nematodos que causan daños económicos en ornamentales en Costa Rica. *In* Seminario de Nematología. Proyecto Manejo Integrado de Plagas, CATIE. Memoria de los trabajos presentados en el seminario de manejo integrado de nematodos en hortalizas y frutales. Del 17 al 19 de Noviembre de 1987. Panamá.
- FLEGG, J.; HUMPHRIES, C. 1985. Parasitic worms. Shire Natural History. UK.
- FORTUNER, R. 1976. C.I.H. Descriptions of plant-parasitic nematodes. Set 6, no. 77. Commonwealth Institute of Helminthology. 2p.
- FRANKLIN, M.T. 1974. C.I.H. Descriptions of plant-parasitic nematodes. Set 3, no. 44. Commonwealth Institute of Helminthology. 2p.
- FRANKLIN, M.T.; STONE, A.R. 1974. Descriptions of plant-parasitic nematodes. Set 3, no. 43. Commonwealth Institute of Helminthology. 3p.

HOOPER, D.J. 1974. C.I.H. Descriptions of plant-parasitic nematodes. Set 4, no. 50. Commonwealth Institute of Helminthology. 4p.

HOOPER, D.J. 1972. C.I.H. Descriptions of plant-parasitic nematodes. Set 1, no. 14. Commonwealth Institute of Helminthology. 6p.

LOOF, P.A. 1974. C.I.H. Descriptions of plant-parasitic nematodes. Set 3, no. 42. Commonwealth Institute of Helminthology. 2p.

LUC, M.; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. 1990. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. C.A.B. International. Institute of Parasitology. U.K. 631p.

MAI, W.F.; LYON, H.H. 1975. Pictorial key to genera of plant-parasitic nematodes. 4ed. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press. New York, U.S.A. 221p.

MARBAN, N. 1988. Manejo de fitonematodos. *In* Seminario de Nematología. Proyecto Manejo Integrado de Plagas, CATIE. Memoria de los trabajos presentados en el seminario de manejo integrado de nematodos en hortalizas y frutales. Del 17 al 19 de Noviembre de 1987. Panamá.

MARBAN, N. 1988. Nematodos parásitos de cultivos hortícolas. *In* Seminario de Nematología. Proyecto Manejo Integrado de Plagas, CATIE. Memoria de los trabajos presentados en el seminario de manejo integrado de nematodos en hortalizas y frutales. Del 17 al 19 de Noviembre de 1987. Panamá.

MORENO, M. 1988. Manejo integrado de nematodos en el vivero de Capira en Panamá. *In* Seminario de Nematología. Proyecto Manejo Integrado de Plagas, CATIE. Memoria de los trabajos presentados en el seminario de manejo integrado de nematodos en hortalizas y frutales. Del 17 al 19 de Noviembre de 1987. Panamá.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1989. Control de nematodos parásitos de plantas. Control de Plagas de Plantas y Animales Vol. 4. LIMUSA. México. 219p.

ORTON, K.J. 1974. C.I.H. Descriptions of plant-parasitic nematodes. Set 3, no. 40. Commonwealth Institute of Helminthology. 4p.

ORTON, K.J. 1973. C.I.H. Descriptions of plant-parasitic nematodes. Set 2, no. 18. Commonwealth Institute of Helminthology. 4p.

PINOCHET, J. 1988. Manejo integrado de nematodos en viveros de plátano. *In* Seminario de Nematología. Proyecto Manejo Integrado de Plagas, CATIE. Memoria de los trabajos presentados en el seminario de manejo integrado de nematodos en hortalizas y frutales. Del 17 al 19 de Noviembre de 1987. Panamá.

PINOCHET, J. 1988. Nematodos en viveros frutales, su introducción, dispersión y manejo. *In* Seminario de Nematología. Proyecto Manejo Integrado de Plagas, CATIE. Memoria de los trabajos presentados en el seminario de manejo integrado de nematodos en hortalizas y frutales. Del 17 al 19 de Noviembre de 1987. Panamá.

PINOCHET, J. 1987. Management of plant parasitic nematodes in Central America: The Panama Experience. *In* Vistas on Nematology. Society of Nematologists. Edit. VEECH, J.A.; DICKSON, D.W. 1987. U.S.A.

- PETIT, P. 1992. Presencia del nematodo de las cítricas (*Tylenchulus semipenetrans*) en la zona citrícola del centro de Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 4(1):10-12.
- POWELL, N.T. 1971. Interaction of plant parasitic nematodes with other disease-causing agents. In *Plant Parasitic Nematodes*. Edit. ZUCKERMAN, B.M.; MAI, W.F.; ROHDE, R.A. 1971. Academic Press. Vol. II.
- RODRÍGUEZ FUENTES, M.E. 1984. *Nematología Agrícola*. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba. 176p.
- SAYRE, R.M. 1970. Biotic influences in soil environment. Crop Research Division, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture.
- SHESTEPEROV, A.A. 1974. Influencia de los factores ecológicos en la densidad de población de los nematodos. *Sociedad Nacional de Helminología*. Academia de Ciencias de la URSS.
- SIDDIQI, M.R. 1976. C.I.H. Descriptions of plant-parasitic nematodes. Set 6, no. 85. Commonwealth Institute of Helminthology. 4p.
- SIDDIQI, M.R. 1974. C.I.H. Descriptions of plant-parasitic nematodes. Set 3, no. 55. Commonwealth Institute of Helminthology. 3p.
- SIDDIQI, M.R. 1974. C.I.H. Descriptions of plant-parasitic nematodes. Set 3, no. 34. Commonwealth Institute of Helminthology. 4p.
- SIDDIQI, M.R. 1974. C.I.H. Descriptions of plant-parasitic nematodes. Set 4, no. 41. Commonwealth Institute of Helminthology. 2p.
- SIDDIQI, M.R. 1972. C.I.H. Descriptions of plant-parasitic nematodes. Set 1, no. 9. Commonwealth Institute of Helminthology. 3p.
- SILLER, M.C. 1995. *Prácticas de nematología agrícola*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. 109p.
- SUAREZ, Z.; ROSALES, L.C. 2001. Nematodos asociados a los frutales y su control. I: Frutales perennes. CENIAP. Maracay, Venezuela.
- TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. 1983. Biología, identificación y control de los nematodos de nódulo de la raíz (Especies de *Meloidogyne*). Proyecto Internacional de Meloidogyne (IMP). Universidad de Carolina del Norte y AID. 111p.
- THORNE, G. 1961. *Principles of nematology*. Mc Graw-Hill. New York.
- UNIVERSIDAD DE LAS VILLAS. 1977. Algunas investigaciones sobre los nematodos parásitos del cultivo de la piña en Cuba. *In* II Simposio de Ciencias Agrícolas.
- WEBSTER, J. M. 1953. *Economic nematology*. Academic Press. Londres.
- ZUCKERMAN, B.M.; MAI, W.F.; HARRISON, M.B. 1985. *Fitonematología: manual de laboratorio*. Trad. Al español N. Marbán Mendoza (1987). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 248p.

Reservados todos los derechos

Esta publicación no puede reproducirse ni total ni parcialmente, en ninguna forma ni por ningún medio, ya sea electrónico, mecánico, fotoquímico, reprográfico o cualquier otro, sin permiso por escrito del **Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) y/o por la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.**

Este Manual fue elaborado por docentes de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador y distribuido por el **OIRSA** a través del **Proyecto Regional de Fortalecimiento de la Vigilancia Fitosanitaria en Cultivos de Exportación no Tradicional (VIFINEX)**, con el financiamiento de la República de China.

San Salvador, El Salvador, C. A., mayo de 2002