

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

"DETERMINACION DE LA ESPECIE DE *ROTYLENCHULUS* ASOCIADA A PLANTAS ORNAMENTALES EN LOS MUNICIPIOS DE ESCUINTLAS, MASAGUA Y TIQUISATE EN ESCUINTLA Y EN EL MUNICIPIO DE CHICACAO, SUCHITEPEQUEZ"

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR:

INGRID EUGENIA CARDONA FUENTES
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERA AGRONOMA
EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADA

GUATEMALA, AGOSTO 2001.
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DT
01
+ (1997)

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA.

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO

Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera

VOCAL PRIMERO

Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello

VOCAL SEGUNDO

Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle

VOCAL TERCERO

Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa

VOCAL CUARTO

Prof. Abelardo Caal Ich

VOCAL QUINTO

Br. José Baldomero Sandoval Arriaza

SECRETARIO

Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada



Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Distinguidos miembros:

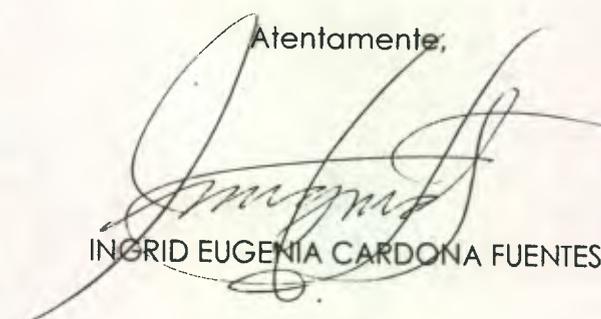
De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado

**"DETERMINACION DE LA ESPECIE DEL NEMATODO ROTYLENCHULUS ASOCIADA A PLANTAS
ORNAMENTALES EN LOS MUNICIPIOS DE ESCUINTLA, MASAGUA Y TIQUISATE EN ESCUINTLA Y EN EL
MUNICIPIO DE CHICACAO, SUCHITEPEQUEZ"**

Presentado como requisito previo a optar el Título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

En espera de su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento.

Atentamente,



INGRID EUGENIA CARDONA FUENTES

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS:

Por iluminarme y permitirme culminar mi carrera.

MIS PADRES:

Rodolfo Cardona Salazar

Mirtha Alicia de Cardona

Por su valioso apoyo incondicional, el amor y esfuerzos que siempre me entregaron en cada paso que permitió llegar a realizar mi meta, así como sus palabras de esperanza y fortaleza.

A MI HIJO:

Luis Alberto, el ser a quién con todo mi amor dedico por ser mi inspiración, mi alegría, y mi motivación para desarrollar cada una de mis actividades en el camino de mi vida.

MIS HERMANOS:

Miriam E., German Giovani, Carlos, Rodolfo, María de los Angeles por sus estímulos, apoyo en los momentos más necesitados y muestras de amor y alegría que me animan y confortan.

A MIS SOBRINOS:

Carlos Geovani, Rodolfito, Carmencita, Javier, María Fernanda.

MIS AMIGOS

Y COMPAÑEROS:

Lubia Chen, Claudia Fleck, Miriam de la Roca, Guillermo Morataya, Marleny Sierra, Evanidia Gutiérrez, Claudia Toledo, Ricardo Morataya y Rolando Aragón.

**A MIS ABUELITOS, TÍAS,
TÍOS, PRIMOS Y DEMÁS
FAMILIA:**

Por representar lo más valioso de todo.

TESIS QUE DEDICO

A:

Mis Padres, hijo y hermanos

Tíos, tías, abuelitos, sobrinos y primos

Mis amigos y compañeros

Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Asociación de Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales

AGRADECIMIENTOS

Sinceros agradecimientos a mi asesor Ing. Agr. Gustavo Alvarez V. por sus oportunas y acertadas correcciones, sin la ayuda de quien no hubiese podido culminar la investigación.

Las personas que contribuyeron en el desarrollo de la presente investigación: Ejecutivos del Programa Integral de Protección Agrícola y Ambiental –PIPAA-, Ing. Agr. Rubén Darío Samayoa y Perito Agrónomo Mario Silva, Especialista Fitosanitario, USDA APHIS, Ing. Agr. Luis Caníz, Presidente del Comité Nacional Asesor del Proyecto Regional de Fortalecimiento de la Vigilancia Fitosanitaria en cultivos de Exportación No Tradicional –VIFINEX-, Sr. Estuardo Arriaga, Técnicos y administradores de fincas en las cuales se realizaron los muestreos.

Al personal del Centro de Documentación de Investigaciones Agrícolas **CEDIA**, especialmente a la Bibliotecóloga Miriam de la Roca y al Ing. Agr. Rolando Aragón.

CONTENIDO GENERAL

| | |
|--|------|
| INDICE DE CUADROS | xi |
| INDICE DE FIGURAS | xii |
| INDICE DE FOTOGRAFIAS | xiii |
| RESUMEN | xiv |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. DEFINICION DEL PROBLEMA | 2 |
| 3. MARCO TEORICO | 3 |
| 3.1 Marco conceptual | 3 |
| 3.1.1 Generalidades de las plantas ornamentales. | 3 |
| 3.1.2 Condiciones de desarrollo de las plantas ornamentales. | 3 |
| 3.1.3 Propagación de plantas ornamentales. | 5 |
| 3.1.4 Diagnóstico y síntomas de enfermedades de plantas ornamentales. | 6 |
| 3.1.5 Control de enfermedades en plantas ornamentales. | 8 |
| 3.1.6 Los nematodos fitopatógenos. | 8 |
| 3.1.7 Nematodos fitopatógenos que afectan plantas ornamentales. | 9 |
| 3.1.8 Asociación de los nematodos con las plantas ornamentales. | 10 |
| 3.1.9 Características anatómicas de los nematodos fitoparásitos. | 10 |
| 3.1.10 Crecimiento y desarrollo de los nematodos fitoparásitos. | 11 |
| 3.1.11 Donde se encuentran los nematodos fitopatógenos. | 12 |
| 3.1.12 Síntomas que provocan los nematodos. | 12 |
| 3.1.13 Relaciones ecológicas. | 13 |
| 3.1.14 Patología de los nematodos. | 15 |
| 3.1.15 <i>Rotylenchulus spp.</i> | 15 |
| A. Clasificación | 15 |
| B. Principales características morfológicas del género <i>Rotylenchulus spp.</i> | 16 |
| C. Información descriptiva y económica complementaria. | 16 |
| 3.1.16 <i>Rotylenchulus reniformis.</i> | 17 |
| A. Morfoología. | 17 |

| | |
|---|----|
| B. Biología. | 17 |
| C. Ciclo de vida. | 18 |
| D. Distribución. | 18 |
| E. Importancia de <i>Rotylenchulus reniformis</i> | 18 |
| F. Cuarentena del nematodo reniforme. | 19 |
| 3.1.17 <i>Rotylenchulus parvus</i> . | 20 |
| A. Morfología. | 20 |
| B. Habitat. | 21 |
| C. Distribución. | 21 |
| D. Biología y ciclo de vida. | 21 |
| 3.1.18 <i>Rotylenchulus borealis</i> . | 22 |
| A. Morfología. | 22 |
| B. Ciclo de vida. | 22 |
| C. Distribución . | 23 |
| 3.1.19 Generalidades de otras especies de <i>Rotylenchulus</i> . | 23 |
| 3.2 Marco referencial. | 24 |
| 3.2.1 Características generales. | 25 |
| 3.2.2 Ubicación geográfica. | 25 |
| 3.2.3 Hipsometría y superficie. | 25 |
| 3.2.4 Colindancias. | 25 |
| 3.2.5 Clima. | 25 |
| 3.2.6 Suelos. | 26 |
| 3.2.7 Zona de vida. | 27 |
| 3.2.8 Estudios realizados sobre poblaciones con <i>Rotylenchulus reniformis</i> . | 27 |
| 4. OBJETIVO | 31 |
| 5. HIPOTESIS | 32 |
| 6. METODOLOGIA | 33 |
| 6.1 Fase de gabinete | |
| 33 | |
| 6.2 Fase de campo. | 33 |
| 6.2.1 Toma de muestras en el campo. | 33 |

| | |
|---|----|
| 6.3 Fase de laboratorio. | 34 |
| 6.3.1 Extracción de hembras inmaduras y machos en suelo. | 34 |
| 6.3.2 Extracción de hembras maduras. | 34 |
| 6.3.3 Preservación. | 34 |
| 6.3.4 Montaje. | 35 |
| 6.3.5 Determinación de especies. | 36 |
| 6.4 Análisis de la información. | 38 |
| 7. RESULTADOS | 39 |
| 7.1 Descripción de la especie encontrada en el área y plantas ornamentales estudiadas. | 40 |
| 7.1.1 Hembra inmadura. | 40 |
| 7.1.2 Macho. | 47 |
| 7.1.3 Hembra madura. | 52 |
| 7.1.4 Larva. | 57 |
| 7.2 Variedades de plantas ornamentales afectadas por la especie determinada y el área de procedencia. | 59 |
| 7.2.1 Relación parásito –hospedero. | 60 |
| 7.2.2 Relación parásito-suelo. | 66 |
| 7.3 Relación macho-hembra. | 67 |
| 7.4 Relación clima-distribución de <i>Rotylenchulus reniformis</i> . | 72 |
| 8. CONCLUSIONES | 73 |
| 9. RECOMENDACIONES | 74 |
| 10. BIBLIOGRAFÍA | 75 |
| 11. APENDICE | 78 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Ubicación geográfica de la zona estudiada. | 25 |
| Cuadro 2. Hipsometría y superficie de la zona estudiada. | 25 |
| Cuadro 3. Mediciones por estado de desarrollo de nematodos del género Rotylenchulus estudiados, plantas ornamentales y lugar de procedencia. | 37 |
| Cuadro 4. Símbolos y abreviaciones utilizadas para la descripción de los nematodos según las claves consultadas. | 38 |
| Cuadro 5. Areas muestreadas y afectadas por Rotylenchulus en la región de la costa sur estudiada. | 39 |
| Cuadro 6. Especies de plantas ornamentales afectadas por Rotylenchulus sp. y el área de procedencia. | 40 |
| Cuadro 7. Medidas de cada especie del género Rotylenchulus descritas por Siddiqi (36), Mai(20) y Sikora(19), y las medidas obtenidas en laboratorio correspondientes a la especie determinada. | 58 |
| Cuadro 8. Variedades de plantas ornamentales afectadas por la especie determinada y el área de procedencia. | 59 |
| Cuadro 9. Relación parásito-textura del suelo en la región estudiada. | 67 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Características de los estados de desarrollo de <i>Rotylenchulus reniformis</i> . | 81 |
| Figura 2. Características de los estados de desarrollo de <i>Rotylenchulus parvus</i> . | 82 |
| Figura 3. Características de los estados de desarrollo de <i>Rotylenchulus borealis</i> . | 83 |
| Figura 4. Colindancias de la región estudiada. | 84 |
| Figura 5. Dibujo descriptivo del cuerpo de hembra inmadura analizada. | 42 |
| Figura 6. Dibujo descriptivo de cola y espícula de macho analizada. | 50 |
| Figura 7. Dibujo descriptivo del macho del género <i>Rotylenchulus</i> analizado en laboratorio. | 51 |
| Figura 8. Dibujo descriptivo de hembra madura analizada en laboratorio. | 53 |
| Figura 9. Descripción de la especie determinada en la zona estudiada. | 60 |
| Figura 10. Niveles poblacionales de <i>Rotylenchulus reniformis</i> en <i>Sansevieria trifasciata</i> var. <i>laurentii</i> . | 61 |
| Figura 11. Niveles poblacionales de <i>Rotylenchulus reniformis</i> en diferentes lotes de <i>Sansevieria trifasciata</i> var. <i>laurentii</i> . | 62 |
| Figura 12. Niveles poblacionales de <i>Rotylenchulus reniformis</i> en <i>Schefflera luceanne</i> . | 63 |
| Figura 13. Niveles poblacionales de <i>Rotylenchulus reniformis</i> en <i>Scindapsus aureus</i> var. <i>golden</i> . | 63 |
| Figura 14. Niveles poblacionales de <i>Rotylenchulus reniformis</i> en <i>Scindapsus aureus</i> var. <i>marble queen</i> . | 64 |
| Figura 15. Niveles poblacionales de <i>Rotylenchulus reniformis</i> en <i>Dracaena sanderiana</i> . | 65 |
| Figura 16. Relación parásito hospedante en las plantas ornamentales trabajadas. | 66 |
| Figura 17. Relación M-H en <i>Scindapsus aureus</i> var. <i>golden</i> . | 68 |
| Figura 18. Relación M-H en <i>Scindapsus aureus</i> var. <i>marble queen</i> . | 68 |
| Figura 19. Relación M-H en <i>Sansevieria trifasciata</i> var. <i>laurentii</i> . | 69 |
| Figura 20. Relación M-H en <i>Schefflera luceanne</i> . | 70 |
| Figura 21. Relación M-H en <i>Dracaena sanderiana</i> . | 70 |
| Figura 22. Relación M-H en las plantas ornamentales trabajadas. | 71 |

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | |
|---|----|
| Fotografía 1. Cuerpo de una hembra inmadura obtenida del cultivo <i>Sansevieria trifasciata</i> var. <i>laurentii</i> . | 41 |
| Fotografía 2. Estilete de hembra inmadura obtenida del cultivo de <i>Schefflera luceanne</i> . | 43 |
| Fotografía 3. Ubicación del orificio de la glándula esofágica en hembra inmadura obtenida de <i>Schefflera luceanne</i> . | 44 |
| Fotografía 4. Bulbo medio de hembra inmadura obtenida de <i>Schefflera luceanne</i> . | 45 |
| Fotografía 5. Glándula esofágica de hembra inmadura obtenida de <i>Sansevieria trifasciata</i> var. <i>laurentii</i> . | 46 |
| Fotografía 6. Cola de hembra inmadura obtenida de <i>Schefflera luceanne</i> . | 47 |
| Fotografía 7. Cuerpo de un macho obtenido del cultivo de <i>Sansevieria trifasciata</i> var. <i>laurentii</i> . | 48 |
| Fotografía 8. Espícula de macho obtenida del cultivo de <i>Schefflera luceanne</i> . | 49 |
| Fotografía 9. Cola de macho obtenido de del cultivo de <i>Sansevieria trifasciata</i> var. <i>laurentii</i> . | 50 |
| Fotografía 10. Cuerpo de hembra madura obtenida del cultivo de <i>Schefflera luceanne</i> . | 52 |
| Fotografía 11. Estilete de hembra madura obtenida del cultivo de <i>Sansevieria trifasciata</i> var. <i>laurentii</i> . | 53 |
| Fotografía 12. Bulbo medio y contorno del cuello de hembra madura obtenida del cultivo de <i>Schefflera luceanne</i> . | 54 |
| Fotografía 13. Vulva de hembra madura obtenida del cultivo de <i>Sansevieria trifasciata</i> var. <i>laurentii</i> . | 55 |
| Fotografía 14. Cola de hembra madura obtenida del cultivo de <i>Shefflera luceanne</i> . | 56 |
| Fotografía 15. Cola de larva obtenida del cultivo de <i>Sansevieria trifasciata</i> var. <i>laurentii</i> . | 57 |

DETERMINACIÓN DE LA ESPECIE DEL NEMATODO *ROTYLENCHULUS* ASOCIADA A PLANTAS ORNAMENTALES EN LOS MUNICIPIOS DE ESCUINTLA, MASAGUA Y TIQUISATE, EN ESCUINTLA Y EN EL DEPARTAMENTO DE CHICACAO, SUCHITEPEQUEZ.

SUMMARY

DETERMINATION OF *ROTYLENCHULUS* NEMATODE SPECIES ASSOCIATED TO ORNAMENTAL PLANTS IN THE MUNICIPALITIES OF ESCUINTLA, MASAGUA, TIQUISATE IN ESCUINTLA AND IN THE MUNICIPALITIES OF CHICACAO, SUCHITEPEQUEZ.

RESUMEN

La producción de plantas ornamentales en la región de la costa sur forman parte de los cultivos que se siembran desde 1,960 comercialmente, incrementándose anualmente. Los productores de los municipios de Escuintla y Masagua en el Departamento de Escuintla y en el municipio de Chicacao en el departamento de Suchitepéquez se dedican a su explotación debido a la gran demanda que se tiene en el mercado internacional. Según datos estadísticos de Exportaciones e importaciones de la AGEXPRONT en 1,998 al 2,000 se ha exportado un promedio anual de 48.4 millones de dólares estadounidenses. Las plantaciones de cultivos ornamentales en algunas de las áreas de producción se ven afectadas por *Rotylenchulus sp.*, perjudicando su productividad y comercialización. La importancia de éste nematodo radica en que la especie *R. reniformis* se encuentra cuarentenada en California por el FDA-USDA, siendo éste estado uno de los principales importadores. El presente trabajo consistió en determinar la especie de *Rotylenchulus* asociada a los cultivos ornamentales en las áreas de producción, así como la dispersión geográfica de la misma, y las de variedades ornamentales afectadas permitiendo crear información básica necesaria para tomar medidas que eviten su difusión a regiones libres, implementando por medio de estudios posteriores programas de control y medidas de prevención que tengan como propósito final exportar sin riesgo a los mercados internacionales. La metodología utilizada consistió en la toma de muestras de suelo y raíz, extracción, preservación y montajes. Para su estudio anatómico y morfométrico se consultaron claves especializadas, consultas a expertos del USDA, consultas en internet toma de fotografía y dibujos descriptivos para explicación de las características. Las variables de respuesta fueron: la descripción de la especie encontrada en las plantas ornamentales, la descripción de la

dispersión geográfica en la zona de la especie encontrada, el listado de cultivos ornamentales afectados, la relación macho-hembra de la especie encontrada en los cultivos que se encontró afectando, la relación parásito-hospedante y la relación parásito-suelo.

Según las características anatómicas y morfométricas de los nematodos del género ***Rotylenchulus*** se determinó que en las plantas ornamentales y en la región bajo estudio la especie encontrada corresponde a ***Rotylenchulus reniformis***. Se encontró dispersa en los municipios de Escuintla y Masagua del departamento de Escuintla afectando a los cultivos de ***Dracaena sanderiana***, ***Sansevieria trifasciata var. laurentii***, ***Scindapsus aureus var. golden***, ***Scindapsus aureus var. marble queen*** y ***Schefflera luceanne***. De estos cultivos se determinó que ***R. reniformis*** tiene más preferencia por los cultivos de ***Sansevieria trifasciata var. laurentii*** principalmente y ***Schefflera luceanne***, encontrándose niveles de población de hasta 13,260 nematodos/300cc. de suelo y 3,900 nematodos/300cc de suelo respectivamente. En base a los resultados de laboratorio, se determinó que en suelos demasiado arcillosos las poblaciones de nematodos tienden a disminuir y ser muy bajas, mientras que en suelos Franco o Franco arenosos las poblaciones tienden a ser altas.

La población macho-hembra en el cultivo de ***Scindapsus aureus*** variedades ***golden*** y ***marble quenn*** están formadas en su mayoría por hembras y en cultivos de ***Sansevieria trifasciata var. laurentii***, ***Schefflera luceanne*** y ***Dracaena sanderiana*** la relación macho-hembra es más uniforme, permaneciendo y manteniéndose las poblaciones más elevadas en comparación a los cultivos mencionados anteriormente.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de plantas ornamentales en Guatemala, forma parte de un grupo de cultivos que desde 1,960 más de 500 especies son producidas de forma comercial incrementándose anualmente, producidas bajo una amplia variedad de técnicas y nombres comunes (26). Una de las razones de su explotación es debido a la demanda que se tiene en el mercado internacional, en 1998 (13) se exportaron 51.3 millones de US\$ en 1,999, 53.6 millones de US\$ y hasta agosto del año 2,000 se exportaron 40.3 millones de US\$; otra de las razones de su explotación es debido a su rentabilidad.

Las fincas y plantaciones de cultivos ornamentales del área de Escuintla y Masagua, en el departamento de Escuintla, Chicacao en el departamento de Suchitupéquez se ven afectadas por el nematodo *Rotylenchulus spp.* El cual fue detectado por el Programa de Preinspección Fitosanitaria de la Asociación Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales (AGEXPRONT). La importancia de éste nematodo radica en que la especie *R. reniformis* es una plaga cuarentenada en California por el FDA-USDA (Departamento de Agricultura y Alimentación de los Estados Unidos) (6), uno de los principales importadores.

La investigación tuvo como objetivo determinar la especie de *Rotylenchulus* asociada a las plantaciones ornamentales de la región mencionada. Para el desarrollo de la misma se realizaron muestreos de suelo y raíz, extracciones, preservaciones y montajes para efectuar el estudio anatómico y morfométrico de los nematodos de acuerdo a las claves consultadas (36, 23,20,8); encontrando mediante el mismo a la especie *R. reniformis* afectando a los cultivos de *Sansevieria trifasciata var. Laurentii* y *Schefflera luceanne*, *Dracaena sanderiana* y *Scindapsus aureus* variedades *Golden* y *Marble Queen*. *Sansevieria trifasciata var. Laurentii* y *Schefflera luceanne* fueron los hospedantes más afectados por el nematodo. Se determinó que en suelos arcillosos las poblaciones tienden a disminuir y son bajas mientras que en suelos Franco o Franco-arenosos las poblaciones tienden a ser altas. En los cultivos de *Sansevieria trifasciata var. Laurentii*, *Schefflera luceanne* y *Dracaena sanderiana* se encontraron poblaciones más homogéneas entre machos y hembras mientras que en *Scindapsus aureus var. Golden* y *Marble Queen* las poblaciones se presentaron en su mayoría por hembras.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

La producción de plantas ornamentales en Guatemala representa una fuente potencial de divisas, las Estadísticas de exportación de flores, plantas y similares reportan que en 1998 se exportaron 51.3 millones de US\$; en 1999, 53.6 millones de US\$; en el año 2,000, 40.3 millones de US\$ reportadas hasta el 8 de agosto (12). El 66% de la producción de ornamentales es destinada a los países de Estados Unidos, Holanda, El Salvador, Japón, Suiza, Alemania, Nicaragua (12).

Las áreas de producción de plantas ornamentales en las fincas de la costa sur inspeccionadas por el Programa de Preinspección Fitosanitaria en plantas ornamentales, flores y follajes del convenio FAUSAC-MAGA-AGEXPRONT-PIPAA, presentan daños causados por nematodos fitoparásitos, siendo uno de los principales géneros **Rotylenchulus spp.**, el cual se encuentra afectando grandemente su productividad y comercialización; ya que de éste género la especie **R. reniformis**, está sujeta a cuarentena en California por el FDA-USDA (Departamento de Agricultura y Alimentación para los Estados Unidos) (13, 6). En las fincas de Escuintla, Masagua, Cuyuta en el departamento de Escuintla, de El semillero en Tiquisate y de Chicacao en Suchitepéquez se encuentran muy difundidos los nematodos del género **Rotylenchulus**, una de las causas que contribuyen a su diseminación es el intercambio de material vegetativo entre fincas.

Los productores de plantas ornamentales, follajes y flores de las distintas fincas, temen al cierre de las importaciones por la detección del nematodo, por tal razón es importante la adopción de un estudio en el que se conozca a profundidad la anatomía y morfometría de los nematodos que se encuentran asociados a las plantas ornamentales de la región mencionada.

Con el fin de determinar qué especies del género **Rotylenchulus** se encuentran afectando las producciones, la dispersión geográfica de la misma y, el listado de especies ornamentales que se encuentra afectando, se despierta en el productor la importancia de implementar con mayor seguridad y eficiencia un manejo integrado de la plaga, que conduzca a la erradicación de los nematodos en los campos de cultivo con el objetivo final de exportar sin riesgo a los mercados internacionales, evitando la pérdida de su tiempo, dinero y esfuerzo.

3. MARCO TEORICO

3.1. MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 GENERALIDADES DE LAS PLANTAS ORNAMENTALES:

Las plantas ornamentales de follaje juegan un papel muy importante en los espacios interiores plantas dentro del ámbito ornamental en las casas comenzó a experimentarse en Sumaria y Egipto, donde comenzaron a cultivar pequeños árboles en macetas. La variedad de plantas usadas para los propósitos ornamentales se expande en la antigua China. El desarrollo de los invernaderos comienza en Europa hace 600 años, el desarrollo de las estructuras se logra en los años 1,800. Información de enfermedades en plantas ornamentales se comenzó a dar conjuntamente con el incremento de la producción ocurrido en los años 1,920 en los Estados Unidos. Los informes acerca de las enfermedades en plantas ornamentales parecía ser raro para los productores, sino hasta en 1,970 cuando se comienza a expandir representativamente la industria de plantas ornamentales de follaje.

La mayoría de las investigaciones en plantas ornamentales se realizan en los establecimientos de la Universidad de Florida, en el Centro de Investigación Agrícola, siendo la investigación más significativa en 1968. Aunque muchas otras investigaciones del Centro, alrededor del mundo han contribuido grandemente en la información necesaria para los productores de plantas ornamentales.

Desde los años de 1,960 el número y variedad de plantas de follaje, producidos comercialmente han continuado incrementándose anualmente. Más de 500 especies de plantas de follaje están en una corriente que se produce bajo una amplia variedad de técnicas y nombres comunes. Florida reporta para el 36% de la producción el 76% del área bajo producción en las condiciones de técnicas de cultivo. California, Hawaii, New York, Ohio, Pennsylvania y Texas también han tomado relevancia en términos numéricos de producción o área bajo producción (23).

3.1.2. CONDICIONES DE DESARROLLO DE LAS PLANTAS ORNAMENTALES:

Para el mejor desarrollo de las plantas ornamentales dentro de una casa es necesario que se le proporcione suficiente luz, pues son organismos que necesitan más luz que los seres humanos para mantenerse saludable. Algunos de los aspectos importantes para el desarrollo de las plantas ornamentales en interiores son importantes: a) Poner las plantas en un área con mayor luminosidad, b) Poner las plantas lo más cercana a una ventana, c) Mantener las persianas abiertas por un largo periodo de tiempo, d) en caso de poner las plantas en un lado oscuro del interior utilizar luz blanca, no utilizar luz con bombilla porque suele producir mucho calor y afecta a la planta.

A) Temperatura: Dependiendo del tipo de planta así será la cantidad de temperatura necesaria, se deberá elegir una temperatura dentro de los interiores y mantener la misma todo el día. El rango de temperatura adecuada para el crecimiento de plantas ornamentales en interiores es desde 15 – 25°C, la temperatura mínima en la noche debe ser hasta los 7°C. En los casos de presentarse mucho frío por las noches utilizar luz para proporcionar calor a la planta, en caso de presenciarse mucho calor mover la planta en un lugar más fresco y rociar constantemente con agua.

B) Humedad: Una casa proporciona condiciones demasiado secas para las plantas ornamentales, lo cual no es muy recomendable para el crecimiento de las mismas, por ser las mismas muy originarias de áreas tropicales. Sin embargo creando las condiciones adecuadas para la crianza de plantas en interiores previene de un mal desarrollo de las mismas, manteniendo su coloración verde durante el año. Para mantener la humedad en las plantas existen varios métodos muy efectivos: a) Poner en maceta y aplicar materia orgánica, especialmente la materia orgánica Turba de musgo, la cual mantiene a la planta fresca durante todo el día, b) otro método consiste en colocar la maceta en el centro de una maceta más grande llena de piedra, se aplica agua a las piedras y transmiten la humedad a la tierra de la maceta.

C) Riego: Es el factor más importante en el mantenimiento de plantas ornamentales, en muchos casos las plantas suelen morir por la aplicación excesiva de agua, en la tierra no circula el aire y las raíces no pueden respirar, muriendo la planta por sofocación; las personas al observar una planta defoliada consideran que la causa es debido a la falta de agua, riegan más a la planta, y

lo que están ocasionando es ahogamiento de la planta; ya que el exceso de agua provoca la caída de las hojas y la pudrición de la raíz.

Dependiendo del tipo de planta así será la cantidad de agua necesaria al día y la frecuencia del riego. Las plantas viven dos periodos importantes: a) de crecimiento y b) de descanso; durante el periodo de crecimiento es cuando la planta necesita mucho más agua, de lo contrario afecta el desarrollo y crecimiento de la misma. Durante la época fría es más recomendable regar por las mañanas, con agua que tenga la misma temperatura en las condiciones que se encuentra creciendo la planta. En época de mucho calor no es recomendable regar cuando la luz del sol es directa, puesto que puede sufrir una quemadura la planta al sentir el choque directo de una menor temperatura a la que se puede encontrar el agua con la cual se riega (5).

3.1.3. PROPAGACION DE PLANTAS ORNAMENTALES

En los jardines familiares se trabaja con los métodos de propagación más comunes porque las plantas de interior se multiplican exactamente de la misma manera que los cultivados al aire libre (17).

El cultivo de plantas ornamentales por semilla es un método de propagación simple y fácil el cual más personas utilizan de un tiempo a otro. Por semilla es una manera económica de adquirir nuevas plantas para una colección, excepto para las cultivadas en las casas. Recuerde que sólo debe utilizar semillas frescas. Asegúrese de comprar semillas de un comerciante confiable para evitar desafortunadamente la compra de semillas viejas que no van a germinar.

El acodamiento es una manera particularmente fácil y satisfactoria de propagar algunas plantas de interior, particularmente *Chlorophytum*, *Ficus pumila*, *F. radicans*, *Gynura sarmantosa* y *Saxifraga sarmantosa*, las cuales son enviadas con mensaje exterior permitiendo de esta forma el alcance de propagar plantas a quienes se dedican a cultivar de este tipo. Desde un punto de vista la incisión es hecha en el tallo al lado del tejido en crecimiento, el cambio y el crecimiento por tejidos que estaban enfermos, para asegurar este proceso se debe incorporar compost. Los acodados aéreos es un proceso útil que se utiliza con plantas como *Ficus elástica*, *decora*, *Cordyline*, *Dracaena*, *Dieffenbachia* y *Fatshedera*, lo cual se logra que ellos maduren. Un corte angosto circular en la corteza en un punto casi 12 pulgadas abajo del extremo de la

planta. Humedecer con agua y mojar con una brocha con hormonas para el enraizamiento con una fina brocha. Debe ser cubierto con un poco de musgo, el cual debe ser atado hacia una posición con rafia y cubrir completamente con una pequeña lámina de polietileno, la cual puede asfixiar el tallo si se tapa con celofán. Cuan se pueda ver las raíces directamente tras el polietileno, cortar el tallo por debajo del poco de musgo y poner la planta nueva. Quedando el corte del tallo en la planta vieja, nivelado. Los nuevos vástagos que aparecen se mantienen regando y alimentando (17).

Plantas como *Acorus gramineus*, *Aspidistra lurida* y *Spathiphyllum wallisii* se propagan de manera semejando por división, es un método de multiplicar plantas en jardinería familiar. Tal como las plantas al aire libre, los esquejes de diferentes tipos de árboles usualmente son utilizados para propagación de plantas de interior, tallos ramas y hojas. Ellos son sembrados a tal profundidad que sea posible, colocándolos en un medio que contenga enraizador, poniendo un compost completo o con un compost que contenga muy poco suelo. La terminación inferior de los cortes pueden humedecerse y sumergirse en medios que contengan propiedades de hormonas del enraizamiento, lo cual facilita la formación de las raíces. Al cortar los tallos se toman como vástagos, cortando justamente abajo del empalme de la hoja, casi a 6 pulgadas del extremo, con cuchilla afilada o con hoja de afeitar

Los cortes de hojas es el método de propagación que más se utiliza en el caso de plantas como saintpaulias y begonias. Las hojas adultas se debe cortar en los puntos de origen, preferiblemente en el verano o en temporada de crecimiento, con una hoja de afeitar o con cuchilla con filo. El tallo es insertado a una profundidad posible en un medio enraizador. Particularmente una planta nueva crece hacia delante desde el principio de su método de propagación. Las plantas en casas pueden cultivarse desde semillas de frutas y pepitas, como por ejemplo pepitas de los cítricos, los cuales producen árboles pequeños muy atractivos (17).

3.1.4. DIAGNOSTICO Y SINTOMAS DE ENFERMEDADES EN PLANTAS ORNAMENTALES:

El diagnóstico de enfermedades en plantas ornamentales, no se basta únicamente con la sintomatología que pueden presentar las plantas. Los síntomas causados por infecciones y agentes infecciosos muchas veces son similares. Diagnósticos exactos requieren de

evaluaciones de plantas afectadas por evidencia por agentes infecciosos, directamente observadas y/o cultivándolas.

Algunos de los muchos síntomas típicos de enfermedades causados por bacterias son lesiones angulares, por el borde de la vena de la hoja. Estas lesiones con frecuencia están rodeadas por un margen amarillo o un área mojada. Infecciones causados por el género *Erwinia* spp. usualmente se presentan como un tejido desintegrado, ocasionando un levantamiento de forma irregular en la lesión y podredumbre. Esto es interesante tomar nota en muchos aislamientos de *Erwinia*, el levantamiento ocasional un mal olor que no depende de la podredumbre de la planta (16).

Las lesiones causadas por el género *Xanthomonas* spp. en plantas ornamentales son comúnmente de apariencia seca encorchando la textura, fácilmente se confunde con otras bacterias o enfermedades causadas por hongos fitotóxicos, ó desbalance nutricional. Un adecuado diagnóstico siempre requiere de un cultivo de las bacterias en un medio artificial.

Los hongos ocasionan una amplia variedad de síntomas en las plantas ornamentales incluyendo, la pudrición en las raíces, cáncer en el tallo y, manchas en hojas. Aunque estos síntomas pueden distinguirse según la enfermedad, estos suelen confundirse con síntomas similares causados por otros patógenos de plantas, semejante a los de bacterias y nematodos, o los causados por problemas abióticos, semejantes a la toxicidad de elementos menores. Algunas enfermedades fungosas son diagnosticadas directamente, sólo por examinación microscópica, mientras que otras son diagnosticadas únicamente por conocimiento de los organismos, cultivo de los organismos en un medio artificial.

Los síntomas causados por la infestación de nematodos incluye, agallamiento de las raíces, atrofiamiento de lagunas partes aéreas y raíces, y lesiones en raíces. Los nematodos atacan a las plantas ornamentales viviendo dentro y fuera de las mismas, producen áreas grisáceas, mojadas, en las áreas intervenales, las cuales eventualmente son amarillas. Los nematodos no se pueden cultivar en medios artificiales. Se extraen por técnicas de tamizado y se identifican con microscopio o examinación directa de los sistemas radiculares afectados (16).

Los síntomas causados por virus en las plantas ornamentales se asemejan a mosaicos, manchas circulares, hojas, tallos distorsionados y atrofiados. Ellos no pueden ser cultivados en medios artificiales y, requieren de un diagnóstico con técnicas especializadas, semejante a la examinación con microscopio electrónico o de luz, o por serología (16).

3.1.5. CONTROL DE ENFERMEDADES EN PLANTAS ORNAMENTALES:

El control de enfermedades en las plantas ornamentales, es manejado de manera especialmente, hacia la inclusión de modificaciones culturales, de saneamiento, o alterando las prácticas de riego, temperatura, luego de estas experiencias muchas plantas son cultivadas en áreas cerradas. Factores adicionales en la nutrición de las plantas, etapa de crecimiento de las plantas y las cultivadas, son consideraciones importantes en las estrategias de control de enfermedades en ornamentales (16).

3.1.6. LOS NEMATODOS FITOPARASITOS:

Los nematodos son animales metazoarios, de forma cilíndrica, con o sin dimorfismo sexual, presentan órganos bien diferenciados, aparato digestivo y reproductor, sistema nervioso, muscular, sensorial y excretor, realizan funciones de motilidad, su respiración es cuticular, se reproducen sexual o asexualmente por medio de huevos, requieren humedad y oxígeno para sobrevivir, su temperatura de desarrollo va desde los 10 hasta los 30 grados centígrados, su pH oscila entre 4.5 a 7.8. Se clasifican dentro del reino Animalia, Phylum Nemata, se conocen dos órdenes de importancia fitopatológica que son Tylenchida y dorylaimida (14).

Los nematodos son los animales más numerosos sobre la tierra. Del total de especies el 50% se encuentran viviendo libremente en el suelo y en el agua, el 25% son parásitos en animales, 25% son parásitos en plantas y el resto viven en el suelo.

Se conocen desde hace mucho tiempo, el nematodo parásito más antiguamente conocido data desde el año 2,700 a.c. en China.

Los nematodos pueden vivir en cualquier lugar de la tierra y se encuentran en el mar, agua dulce y suelo; alimentándose en el ambiente, sobre animales, plantas, insectos, hongos, bacterias y otros nematodos, además se les puede encontrar en vinagre.

El nematodo más grande conocido hasta ahora es denominado *Placentonema gigantea* y mide 8 mm de largo y es parásito en ballenas, los nematodos parásitos de plantas pueden medir desde 0.13 mm. Hasta 12 cm. Siendo el promedio general de 1 mm.

Los nematodos fitoparásitos presentan una modificación de su aparato bucal que es una extensión esclerizada del esófago denominada estilete, con la cual penetran las células y absorben los fluidos (14).

3.1.7. NEMATODOS FITOPARASITOS QUE AFECTAN PLANTAS ORNAMENTALES:

La producción de plantas ornamentales y follajes, por su diversidad de tipos, es afectada por diversas plagas, entre las cuales destacan los nematodos. En Guatemala los más importantes en términos cuarentenados son *Radopholus similis* y *Rotylenchulus spp.* en importancia económica por los daños a las plantaciones se citan los géneros *Pratylenchus spp.* y *Meloidogyne spp.* Otros géneros que ocasionalmente pueden causar problemas son *Criconemella*, *Hemicicliophora* y *Helicotylenchulus*, aunque se presentan algunos otros géneros. El grado de importancia por cada género está dado por la susceptibilidad del cultivo, la ubicación geográfica, tipo de suelo y muchos factores bioecológicos que en determinado momento definen si una población se constituye en plaga. Según el grado de importancia se presenta una descripción de los géneros de mayor importancia para Guatemala (16).

En el caso de los nematodos fitopatógenos se encuentran en todos los tipos de plantas, algas, helechos, gimnospermas y angiospermas.

Los nematodos se alimentan en raíces, tallos, hojas y semillas con un aparato bucal llamado estilete u odontoestilete. El daño causa lesiones y muerte de los tejidos. Además el nematodo de la agalla causa crecimiento anormal de raíces. En todos los casos las plantas ornamentales

son seriamente afectadas. Los síntomas son variados y van desde achaparramiento, crecimiento lento, desbalance nutricional y síntomas de estrés en agua (16).

3.1.8 ASOCIACIÓN DE LOS NEMATODOS CON LAS PLANTAS:

No todos los nematodos presentes en una muestra de suelo de un cultivo pueden considerarse como parásitos, porque pueden alimentarse o no de éste. Lo mínimo que pueden hacer es cohabitar el mismo lugar. Además para considerárseles así debe notarse la enfermedad en la planta, es decir, disminución en el rendimiento o calidad del producto (18).

Un nematodo para ser considerado parásito de un cultivo debe reunir ciertas condiciones:

1. - Que esté morfológicamente adaptado al parasitismo de plantas (presencia de estomaestilete, adontoestilete u onchioestilete y el tipo de esófago por su actividad enzimática).
2. - Que el nematodo se alimente de las plantas con una acción continua de su estilete, ya que puede alimentarse ocasionalmente y no ser parásito de plantas.
3. - Que el nematodo se reproduzca en la planta o en su rizos ferra, esta es la condición más importante (18).

3.1.9 CARACTERISTICAS ANATOMICAS DE LOS NEMATODOS FITOPARASITOS:

Los nematodos son organismos vermiformes cilíndricos alargados que se mueven sobre superficies mojadas, alimentándose de células vivas, con una longitud de 1 – 2 mm. Y un ancho de 1/20 mm. El cuerpo del nematodo es simple, con una pared exterior fuerte que consta de una cutícula, hipodermis y una capa muscular, el cual es llenado bajo presión, un juego de músculos longitudinales conectados a la pared del cuerpo para el movimiento; las ondas de contracción progresan a lo largo del cuerpo de adelante hacia atrás y el nematodo se mueve en la superficie como una culebra o nadando como una anguila.

Como el cuerpo es largo y delgado sus órganos internos consisten en juegos de tubos enclosados por la pared del cuerpo, los canales alimenticios del cuerpo corren directamente

hacia atrás de la cámara bucal a través del estoma hacia la parte posterior. El sistema excretor es un tubo largo o un juego de tubos con descarga al exterior a través de un conducto de la pared del cuerpo; en algunas especies este sistema consiste en una célula grande con una abertura al exterior a través de un conducto.

Los sexos son usualmente separados y las gónadas son usualmente elongadas a menudo dobladas hacia atrás para acomodar su longitud dentro de la cavidad del cuerpo; no hay vasos capilares. Debido a su pequeñez el intercambio de gases, la difusión de nutrientes y el desperdicio de productos se realiza sin un sistema circulatorio. El sistema nervioso consiste de un número limitado de células nerviosas agrupadas en la parte anterior y posterior. Los nematodos también tienen órganos sensoriales a lo largo del estoma y en varios puntos del cuerpo. La región dorsal difiere de la ventral y el sector lateral de la derecha e izquierda son distintos tanto en la parte dorsal o ventral. La superficie ventral de la pared del cuerpo contiene aberturas del ano, sistema excretor y reproductivo (Figura 1) (19).

3.1.10 CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS NEMATODOS FITOPARASITOS:

La mayoría de fitonematodos toman de 3 a 4 semanas para completar su ciclo de vida desde el comienzo de la puesta del huevo hasta el apareamiento de la nueva generación. El ciclo de vida de un nematodo puede diagramarse como sigue:

- Huevo.
- Primer estado juvenil.
- Segundo estado juvenil. La larva sale del huevo, produciendo la segunda muda.
- Tercer estado juvenil. Tercera muda.
- Cuarto estado juvenil. Cuarta muda.
- Adulto. La hembra deposita huevos y muere; los machos son más pequeños y de vida corta.

Los nematodos tienen una embriología distintiva, en muchas especies el número de células que constituyen un cuerpo del nematodo, excepto las gónadas es predeterminado. Las gónadas se desarrollan por división celular como en otros animales.

Todos los nematodos cambian sus cutículas en el proceso de muda; el organismo se queda en reposo y paraliza su alimentación, las enzimas de la hipodermis digieren parte de la vieja cutícula; la nueva es secretada por la hipodermis bajo los remanentes de la vieja cutícula y eventualmente el nematodo reinicia su movimiento y sale de la vieja cutícula (9).

3.1.11 DONDE SE ENCUENTRAN LOS NEMATODOS FITOPATOGENOS:

Usualmente se localizan en el suelo, más sin embargo dependiendo de su hábito alimenticio pueden encontrarse además dentro de las raíces, hojas, tallos y ramas de las plantas.

Por su hábito de alimentación los nematodos pueden denominarse:

- a) Ectoparásitos: Son todos aquellos que usualmente viven fuera de las plantas y penetran únicamente su estilete a los tejidos radiculares.
- b) Endoparásitos: Son todos aquellos que para alimentarse penetran a los tejidos de las plantas, pudiendo localizarse en las raíces, tallos, ramas, hojas, flores, frutos, hay dos tipos de endoparásitos:
 - c) Endoparásitos sedentarios: Son los que se fijan en un solo punto del tejido y segregan sustancias que evitan la muerte de las células de las cuales se alimentan hasta que finalizan su ciclo de vida. Los endoparásitos penetran totalmente su cuerpo al tejido radicular.
 - d) Semiendoparásitos : Estos nematodos penetran al tejido solamente la pared anterior del cuerpo, quedando expuesta en el suelo el resto, así mismo son sedentarios.
 - e) Endoparásitos migratorios: penetran totalmente al tejido y avanzan constantemente destruyendo las células, favoreciendo la penetración de otros microorganismos que terminan de degradar las células y los tejidos afectados (14).

3.1.12 SÍNTOMAS QUE PROVOCAN LOS NEMATODOS:

A) Síntomas aéreos: Cuando el daño es a nivel radicular, las plantas se tornan amarillentas o coloración rojiza parecida a las deficiencias de Nitrógeno o de Fósforo, con escaso desarrollo, hojas pequeñas, precocidad en la floración. Usualmente en las horas de mayor calor se notan flácidas y se recuperan en las horas frescas. Las plantas afectadas se encuentran localizadas en agrupaciones irregulares en forma de parches, raramente en hileras salvo que el riego sea por gravedad y el cultivo sea perenne. En el caso de nematodos foliares como *Aphelenchoides* se

notan hojas con necrosamientos intervenales en forma de V, en el caso de *Ditylenchus* se da un crecimiento anormal de hojas, en cuanto a cantidad y consistencia (muchas hojas pequeñas y gruesas de lo normal) (14).

B) Síntomas subterráneos: En las raíces pueden observarse varios síntomas dependiendo del tipo de hábito de alimentación de los nematodos. Los endoparásitos migratorios inducen a la pudrición de las raíces, escaso desarrollo radicular, muy escasa presencia de raicillas, las cuales se concentran cercanas a la base del tallo. Los endoparásitos sedentarios son más conspicuos por que forman tumores o agallas (algunas personas les denominan nódulos equivocadamente) además los cuerpos de los nematodos son claramente visibles al lavar las raíces cuidadosamente. En el caso de los ectoparásitos, las raíces se muestran cortas, romas y con escaso desarrollo (14).

3.1.13 RELACIONES ECOLOGICAS:

El conocimiento de las relaciones ecológicas entre los nematodos fitoparásitos y su medio es importante para comprensión de algunos de los principios sobre su control. En general; la distribución vertical de los nematodos es irregular, pero es estrecha la relación con las raíces de las plantas y la rizósfera. Los principales factores en el medio ambiente de los nematodos son: Temperatura, Humedad, Textura, Aireación y la Composición Química de la solución del suelo (9).

A) Suelo:

Los nematodos debido a su pequeño tamaño son incapaces de formar su propio camino por lo tanto están supeditados a una vía a través de los espacios ya presentes (macro y microporos). Los fitonematodos están bien adaptados a la vida del suelo que pueden navegar en poros de 20 – 30 μm de diámetro en las películas que se producen en aspersiones o periodos de lluvias. Cuando el suelo esta mojado, las películas de agua son muy gruesas para la propulsión eficiente y cuando esta muy seco el nematodo es retenida por tensión superficial, atrapado por las gotas contraídas (9).

B) Textura del suelo:

La textura del suelo la constituye el tamaño de las partículas que lo forman. En general, un suelo de textura gruesa contiene un alto porcentaje de arena y tienen grandes poros que drenan con más rapidez que los pequeños poros de un suelo de textura fina, el cual tiene una alta proporción de arcilla y limo.

La velocidad del movimiento de los nematodos dentro del suelo está relacionado con el diámetro de los poros, tamaño de las partículas, diámetro del nematodo y grosor de las partículas de agua sobre la porción de suelo. Suelos livianos son más favorables para la producción de grandes poblaciones debido a que la aireación es más adecuada que en suelos pesados (arcillosos)(9).

C) Humedad:

De todos los factores que interactúan afectando el suelo, el agua es el que se relaciona más directamente con los nematodos. El comportamiento del agua en el suelo y su efecto en los nematodos depende de la porosidad del suelo; en un suelo saturado la presión del agua es la misma que la presión atmosférica. Conforme el agua es drenada la presión baja por debajo de la presión atmosférica (succión), conforme la succión aumenta los nematodos empiezan a perder agua a través de la pared del cuerpo, enrollándose y permaneciendo inmóviles para sobrevivir periodos de sequía (9).

D) Temperatura:

Los nematodos fitoparásitos se tornan inactivos en una gama de temperaturas bajas que oscilan entre 5 – 15 grados centígrados; temperatura fuera de estos límites puede ser fatales actuando como resistencia natural a poblaciones altas, creando un equilibrio ecológico en el suelo (9).

E) Microorganismos del suelo:

Los nematodos son comúnmente consumidores de bacterias, hongos y algas; aquellos que son fitoparásitos son una pequeña parte de la fauna del suelo, pero bajo ciertas circunstancias ellos se reproducen en altas poblaciones causando enfermedades de las plantas (9).

3.1.14 PATOLOGÍA DE LOS NEMATODOS:

Los efectos de las infecciones de nematodos son usualmente dañinos a las plantas. Poblaciones mínimas o moderadas de nematodos no pueden causar mucho daño económico. Sin embargo altas poblaciones pueden dañar severamente a sus hospedantes. El grado de daño depende de la interacción de varios factores.

El efecto más sorprendente de las infecciones de nematodos es una reducción general en el crecimiento. La distribución normal del peso de la planta entre raíces y parte aérea puede ser drásticamente alterada por infecciones de nematodos.

Las infecciones de nematodos algunas veces resultan en floración tardía, así como también en un pobre crecimiento y desarrollo de semilla. Las semillas pueden ser dañadas directamente como en las infecciones en flores.

Los nematodos que afectan a las plantas producen síntomas tanto en las raíces como en los órganos aéreos de las plantas. Los síntomas de la raíz aparecen en forma de nudos, agallas o lesiones en ella, ramificación excesiva de la raíz, puntas dañadas de ésta última y pudriciones de la raíz cuando las infecciones por nematodos van acompañadas por bacterias y hongos saprofitos y fitopatógenos (19).

Estos síntomas con frecuencia van acompañados por síntomas no característicos en los órganos aéreos de las plantas y que aparecen principalmente en forma de un menor crecimiento, síntomas de deficiencia de nutrientes tales como el amarillamiento del follaje, marchitamiento excesivo en tiempo cálido o seco, una menor productividad de las plantas y una baja calidad de sus productos (19).

3.1.15 *ROTYLENCHULUS SPP.*

A) CLASIFICACION:

Orden:

Tylenchida

| | |
|------------------------|---|
| Suborden: | Tylenchina |
| Familia: | Hoplolaimidae |
| Especies mayoritarias: | <i>Rotylenchulus borealis</i>, <i>R. parvus</i>, <i>R. reniformis</i>. |
| Géneros confundibles: | Senegalonema (20). |

B) PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS DEL GENERO

ROTYLENCHULUS SPP. :

Cuerpo: Delgado y pequeño en los machos (0.30 a 0.50 mm), hembras inmaduras (0,30 a 0,45 mm); típicamente reniforme en las hembras adultas (0.60 a 0.90 mm) (19).

Esófago: La glándula esofágica se abre por detrás de los ensanchamientos del estilete a una distancia equivalente a la longitud del estilete.

Formas halladas en el suelo: Hembra inmadura, macho , larva, de 0.30 a 0 50 mm de largo. El orificio de la glándula dorsal está a una distancia superior a la longitud de un estilete por detrás de las protuberancias de éste.

Formas halladas en las raíces: Hembra madura, macho, larva. , forma del cuerpo de la hembra reniforme con cola redondeada y con punta, de 0.60 a 0.90 mm. de largo. En raíces de muchas clases de plantas, la hembra con sólo el cuello implementado en la raíz, pero cubierto por masas de huevos (19).

C) INFORMACIÓN DESCRIPTIVA Y ECONÓMICA COMPLEMENTARIA:

Las hembras maduras de ***Rotylenchulus spp.*** miden de 0.6 a 0.90 mm de longitud, hinchadas, tienen la apariencia de riñón y poseen dos ovarios. Son endoparásitos cuyos sitios establecidos de alimentación lo constituyen células gigantes en la corteza radical. Se encuentran principalmente en las regiones tropicales y subtropicales, en cultivos como piña, algodón, papaya, plátano o banano, te, tomate y plantas de follaje. Sus poblaciones son difíciles de controlar, porque se incrementan de una manera muy rápida (30).

3.1.16 *ROTYLENCHULUS RENIFORMIS*:

A) MORFOLOGIA:

Dimorfismo sexual total. Las hembras inmaduras son vermiformes pequeñas (0.23 – 0.64 mm), libres en el suelo, cuando mueren se arquean ventralmente, en forma de C. La región cefálica redondeada a conoide, continua con el resto del cuerpo, estriada. Esclerotización cefálica medio desarrollada, estilete medianamente fuerte con nódulos basales redondeados, esófago con bulbo medio bien desarrollado, Una apertura de la glándula esofágica dorsal posterior, en la base del estilete (0.6 – 1.9 veces el tamaño del estilete); glándulas esofágicas con sobre posición lateral, vulva situada posteriormente sin protuberancias labiales, dos ovarios, cola conoide, con terminación redondeada. La hembra madura (sobre las raíces) hinchada en forma de riñón, la parte anterior irregular. Los labios vulvares protuberantes hacia fuera, el tracto genital enrollado. Para hembras inmaduras $L = 0.34 - 0.42$ mm. , a (largo/ancho)= 22-27, b (largo/esófago)= 3.6-4.3, b' (largo/distancia inicio del cuerpo al final de glándula esofágica)= 2.4-3.5, c (longitud/cola)= 14-17, c' (cola/ancho)=2.6-3.4, V (distancia vulva)= 68-73, estilete=16-18 micras. Para las hembras maduras $L = 0.38-0.52$ mm, $a = 4-5$, $V = 68-73$, ancho del cuerpo en vulva= 100-140 micras (36).

El macho vermiforme, con esclerotización cefálica, estilete y esófago reducidos, (bulbo medio débil, sin válvulas), espículas curvadas, cola aguda, la bursa no se extiende hasta la punta de la cola, para los machos $L = 0.38$ mm, $a = 24-29$, $b' = 2.8-4.8$, $c = 12-17$, T (Distancia entre cloaca a testis en % largo cuerpo)= 35-45, estilete= 12-15 micras, espícula= 10-23 micras, gubernaculum= 7-9 micras (36, 8).

El estado juvenil o larva es muy parecido a la hembra inmadura pero más pequeño, sin vulva y canales genitales, para la larva $L = 0.35-0.41$ mm, $a = 20-24$, $b' = 2.8-4.8$, $c = 12-17$, estilete = 13-15 micras. La Figura 1 en apéndice muestra las características de los estados de desarrollo de *R. reniformis*.

B) BIOLOGIA:

Son semiendoparásitos sedentarios en raíces. Los huevos son puestos en una matriz gelatinosa. Al reventar los huevos los estadios juveniles no se alimentan, la hembra inmadura es el estado

invasivo, pero penetra solo la parte anterior del cuerpo en los tejidos radiculares, la parte posterior permanece en el suelo y se torna obesa, mas de 50 huevos son depositados en una matriz gelatinosa que es secretada por células especializadas de la vagina (8).

C) CICLO DE VIDA:

Rotylenchulus reniformis es un endoparásito, bisexual, amfimictico, que deposita de 40 – 60 huevos en una matriz gelatinosa. Los huevos revientan en 8-10 días, después en juveniles pasan por 3 mudas o cambios en el suelo sin alimentarse. Las hembras juveniles están en estado infectivo y sólo las hembras son parasíticas. Las hembras penetran en la raíz en la parte posterior, se alimenta y se hincha a la forma reniforme. El sexo es en una proporción de 1:1, y los machos no se alimentan (Tienen sólo estilete vestigial). Se asume la copulación en un punto, pero en ese punto también en unos hay evidencia de partenogenesis. El ciclo de vida es completo en 25 días a 25°C (80°F). Fomento de células (100-200 por hembra) forma alrededor del periciclo. Alimentando causas hipertroficadas de periciclo y células endodérmicas, incrementa la densidad de citoplasma, pero las células permanecen uninucleadas con nucleolo largo. Las paredes pueden formar una ruptura a syncytium. Aproximadamente Syncytium 2 células profundas pueden extenderse a la mitad de la raíz en semillas de frijol. Invasión de nematodos estimulantes principales en tejidos del periciclo. (Fase 1: pared celular lisa; fase 2: fase anabólica-incremento en organelos de células afectadas) (36).

D) DISTRIBUCIÓN:

Rotylenchulus reniformis se encuentra en todas las regiones tropicales y subtropicales, pero otras especies son mas restringidas en su área de distribución (21).

E) IMPORTANCIA DE **ROTYLENCHULUS RENIFORMIS**:

La importancia de este semiendoparásito sedentario radica en ser una peste cuarentenada en California, Estados Unidos por el Departamento de Alimentación y Agricultura para los Estados Unidos (FDA-USDA). Se encuentra dentro de los nematodos más importantes en Hawaii en el cultivo de la piña, así como en varios cultivos agrícolas, ornamentales y de bosque en varios estados de Estados Unidos como lo son la papaya, carambola (28), árboles frutales y plantas

ornamentales (24), cultivos como la papa, tomate y cítricos (25), etc. En el estado de Lousiana y Florida se ha reportado causando una reducción del 40 – 60% en algodón.

F) CUARENTENA DEL NEMATODO RENIFORME:

Una cuarentena es establecida en contra del seguimiento de una peste, sus hospedantes y posibles portadores (6).

Las áreas que se encuentran bajo cuarentena en los Estados Unidos son: Los estados de Alabama, Arkansas, Florida, Georgia, Hawaii, Louisiana, Mississippi, Carolina del Norte, Carolina del sur, Texas y la República de Puerto rico (29, 6). Los materiales, artículos y productos que se encuentran regulados, es decir restringidos dentro de Carolina cuando están llegando de alguna área bajo cuarentena son:

- a) Toda la tierra, incluyendo arena u suelo.
- b) Todas las plantas y partes de plantas con raíces, incluyendo raíces aéreas.
- c) Todas las partes de plantas producidas debajo del suelo o en suelo plano.
- d) Todas las plantas injertadas para propagación (29).

Los materiales, artículos y productos exentos a la regulación se encuentran:

- a) Plantas aéreas, incluyendo orquídeas determinadas y otros productos de plantas epífitas, exclusivamente en crecimiento o en materia, áreas libres de suelo infestado comprobado materialmente, troncos de árboles y helechos.
- b) Plantas acuáticas que estén libres de suelo infestado.
- c) Plantas seguras por acodado aéreo de raíces que estén establecidas en el suelo libre de musgo o suelo contaminado o envasado.
- d) Plantas injertadas libres d suelo infestado.
- e) Transporte de plantas de interior, en cantidades menores de 25, que estén en crecimiento y libres de cualquier material contaminado y que no estén para la venta (6).

Las restricciones establecen lo siguiente:

Los materiales regulados no pueden ser movidos o trasladados de los estados regulados, al menos que estén acompañados de una certificación oficial del estado de origen conteniendo

la información y pruebas de no estar contaminado por algún material, artículo, producto o mercancía de la peste cuarentenada (6).

3.1.17 *ROTYLENCHULUS PARVUS*:

A) MORFOLOGIA:

La hembra inmadura con el bulbo mediano como una esfera, estos aparatos del bulbo miden 3u de largo. Glándulas del esófago cubriendo el intestino ventral lateral. Cola de 13 – 18u ó tres veces más pequeño que el ancho del cuerpo, conoide. La terminación frecuentemente con una proyección ventral corta, partes menores de 3 u. De largo. Cola con 17 – 20 anillos ventrales. La parte lateral con cuatro incisuras, extendiéndose una al exterior casi al término de la cola. Los internos están terminando cerca del phasmid, el cual está localizado alrededor del medio camino entre el ano y la cola (36).

Apertura dorsal de la glándula esofágica, reportada e ilustrada por Williams en 1960, está cerca de la mitad entre la base del estilete y el bulbo medio; localizado cerca de un estilete largo, desde la base del estilete en especímenes de California y Sudáfrica. Para estas hembras inmaduras corresponden los valores de $L= 0.25 - 0.34\text{mm}$, $a= 20-26$, $b= 3.1-3.7$, $b'= 2.1-3.0$, $c= 16-20$, $c' 2.0-2.7$, $V= 60-66$, estilete= 12-14 micras (36).

Hembra madura: Cuerpo obeso con movimiento giratorio, en la parte posterior a menudo cruza la región del cuello; en la parte anterior regularmente hinchada o dilatada, ensanchando la vulva. Más allá de la vulva el contorno del cuerpo está abruptamente taponeado, con la parte del ano conoide, en la hembra inmadura la forma es más amplia. Cola sin punta o proyección. A menudo ano indistinto; el cuerpo cerca del ano mide 10 – 15 u de ancho. Diferencias: Anulación cuticular distinta en la cola y cuello. Los anillos varían de 1.0 – 1.5 u de ancho. Bulbo mediano más redondeado y más conspicuo que en la hembra inmadura. En la vulva está situada una prominencia a menudo protuberancia aplastada. Vagina conspicua, alargándose a una distancia de 1 – 3 de la mitad del cuerpo. Las medidas para hembras maduras (37) corresponden a los valores de $L= 0.25-0.36\text{mm}$, ancho del cuerpo en la vulva= $0.04-0.08\text{ mm}$, $a= 4-7$, $V= 61-66$, estilete=12-15 micras, diámetro del bulbo medio esofágico=12-15 micras, huevos=56-69 micras x 30-38 micras.

Macho: raro, región del labio es superior que en la hembra, con céfalo poco visible. Esófago vestigial. Cola áspera, similar a la de la hembra inmadura, espículas bien desarrollados, las medidas corresponden a una $L= 0.38-0.46$ mm, $a= 28-32$, $b'= 3.6-4.0$, $c= 14-23$, $T= 32-41$, estilete= 10 micras, gubernaculum= 5-7, espículas= 16 micras. Larva: Parecida a la hembra inmadura, pero con la cola más redondeada (36). La Figura 2 en apéndice muestra las características de los distintos estados de desarrollo de *R. parvus*.

B) HABITAT:

Se le encuentra en el suelo y las raíces, en cultivos de caña de azúcar.

C) DISTRIBUCION:

La especie de *Rotylenchulus parvus* parece estar ampliamente difundida en Africa del sur y Oriental. Después de la descripción realizada por Williams en 1960 en suelos de caña de azúcar, fue reportada en suelos cultivados de maíz en Rhodesia, en mango, suelos cultivados de tabaco en Zambia y Turkía. En 1971 fue reportada por Heyns en el sur de Africa donde aparece como una plaga muy común en maíz. Además de ser éste el único registro en Africa y en parte de Mauritius es establecida en 1963 por Konick, quien se basa en una gran infestación en cultivos de algodón en el Valle Imperial, California. Dasgupta y Raski en 1968 mantienen establecida la existencia de poblaciones de *R. Parvus* en cultivos de cebada y pasto bermuda, en invernaderos de California. Estudios realizados de *R. Parvus* han determinado que el radio de acción de estos nematodos en los cultivos mencionados es altamente favorable para la reproducción, aunque también se ha presentado favorable en el maíz, fríjol rojo y algodón (36).

D) BIOLOGIA Y CICLO DE VIDA:

Estudios conducidos a detalle por Dasgupta en 1968 sobre la biología y el ciclo de vida de *R. Parvus* en la Universidad de California. En forma resumida encuentra lo siguiente: Machos son muy poco frecuentes, estudios en invernaderos establecieron que su ciclo de vida es completo partenogenéticamente. Los huevos son depositados por hembras maduras en una matriz gelatinosa fuera del tejido, el número de huevos varía desde 17 a 37, las medidas de los huevos son de $56 - 69$ u x $30 - 38$ u, cuando son depositados es de dos o más, etapa celular. Ocasionalmente se desarrollan completamente, segundo estado larval es observado en huevos todavía en el útero. El primer cambio o muda puede observarse que ocurre dentro de 5 - 8 días,

el huevo, después de la primera división. La aparición del segundo estado larval dentro del huevo, se caracteriza por la formación de una cutícula transversalmente estriada. Cáscara floja del primer estado larval. Después, 9-12 días de la primera división podría continuar observándose en el segundo estado larval. Céfalo bien desarrollado, protuberancias, anillos transversales y cuatro incisuras en la parte lateral. Salen del cascarón dos días después (36).

3.1.18 *ROTYLENCHULUS BOREALIS*:

A) MORFOLOGIA:

La hembra inmadura de *Rotylenchulus borealis* mide aproximadamente 0.37 – 0.46 mm. De longitud. Las medidas respectivas a las distintas partes del nematodo *R. borealis* son: a = 22.5 a 32.5; b = 2.5 a 3.4; c = 11.3 – 14.8.

El estilete es de aproximadamente 13 – 16 micras de longitud. La hembra hinchada mide de 0.4 – 0.7 mm; el valor de "a" cambia por 4.1 – 7.4. Presenta dos ovarios. En la parte media redonda de los bulbos están bien definidos los aparatos de válvulas, poseen una espina en la cola de aproximadamente 10 – 17 micras de largo. Los huevos son de forma oval-elongada y miden de 0.104mm. por 0.043 mm.

En la mayoría de los machos el cuerpo es de 0.40 – 0.49 mm. de largo y el estilete de 12 – 14micras de longitud. Las medidas respectivas de los machos son: a = 30.3 – 40.2; b = 3.2 – 4.0; c = 12.0- 15.8; T= 25 – 54. La bursa es rudimentaria. La Figura 3 en apéndice muestra características de los estados de desarrollo de *R. borealis*.

Rotylenchulus borealis se diferencia de *Rotylenchulus reniformis* en que presenta más protuberancia en la parte anterior de la vulva (58 – 65% vrs. 69 – 73%), el cuerpo es más curvado en la hembra, y la cola es más larga (8).

B) CICLO DE VIDA:

El ciclo de desarrollo en especies del género *Rotylenchulus* posee características raras o extraordinarias. La larva invade esta ausente pero joven, las hembras sexualmente inmaduras pueden hallarse con tener la forma típica de nematodos filiformes. Las hembras invaden las plantas y luego de varios días de penetración de la raíz penetran hasta el cortex, éstas al final se hinchan. La larva sexualmente madura secreta en una matriz gelatinosa numerosos huevos. La

larva después de salir del cascarón comienza inmediatamente un desarrollo embrional completo para moverse o desplazarse en el agua. Aunque la larva tiene un buen desarrollo del estilete de 14 – 18 de longitud; evidentemente ellos no llevan un modo de vida parasítico en las raíces o dentro de las raíces de las plantas. Hembra joven y machos evolucionan después de varios estadios. La muda o desprendimiento de la vaina con efecto estimulado de la atracción de plantas hospederas (8).

C) DISTRIBUCION:

Rotylenchulus borealis fue primeramente descrita en raíces de gramíneas en Holanda, posteriormente fue hallado en praderas de la República Federal de Alemania y Francia en 1968. Alrededor de 3,000 nematodos se pueden contar en 250 c.c. de suelo a una profundidad de 20 – 25 cm. en una pastura o campo. Aparentemente este nematodo pertenece al grupo de los parásitos de raíces de gramíneas forrajeras (18).

Loof y Oastenbrink en 1962, repetidamente se encontraron en suelos cerca de las raíces de uva y árboles frutales en Francia e Italia. Aún no está comprobado que este nematodo parásita a las plantas, hasta el momento se considera parásito de gramíneas silvestres y hierbas (18).

3.1.19 GENERALIDADES DE OTRAS ESPECIES DE **ROTYLENCHULUS**:

A) **ROTYLENCHULUS LEPTUS**:

Según Dasgrupta, Raski y Rashi en 1968 (8) ésta especie se detectó en suelos cultivados de bambú, cercano a la raíz del cultivo en Rhodesia. Aún no se ha comprobado que pertenezca al grupo de los parásitos que dañan a los cultivos agrícolas.

B) **ROTYLENCHULUS MACROSOMUS**:

Según datos de Dasgrupta, Raski y Rashi en 1968 (8) es un nematodo parásito de las plantas de Oliva, frijol y banano en Israel.

C) **ROTYLENCHULUS VARIABILIS**:

Según los autores Dasgrupta, Raski y Rashi en 1968 (8) es un nematodo parásito de la palma africana, frijol, maíz y otras plantas en Nigeria y Kenia.

3.2 MARCO REFERENCIAL:

3.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES:

Los municipios de Escuintla, Masagua y Tiquisate del departamento de Escuintla, Chicacao del departamento de Suchitepéquez, representan el área de la Costa Sur estudiada para la presente investigación. El nombre de Escuintla puede provenir de Iscuintepeque o Cerro de Perros, probablemente a que en las montañas de la región se criaban muchos tepezcuintles o tepezcuintles (*cuniculus pacanelsoni*, Goldman) que los españoles confundieron con perros que no ladraban, animal del cual puede asegurarse que ningún otro es de carne más apetecida por lo tierna, fina y sabrosa. El pueblo de Escuintla está situado en llanura, a nueve leguas (1 legua = 5.56 km.) de Guatemala y cerca de sus volcanes. La etimología de Masagua es de venado que huye, o se va, de MAZAT= venado y IAGUI= que va. Se caracteriza por ser un terreno plano y de muy buena calidad para toda clase de cultivos. Abundan los cultivos de caña de azúcar, granos y legumbres, posee así mismo muy buenas fincas y ricas haciendas de ganado. La cabecera cuenta con un puesto de salud, su feria titular es movible y se celebra durante la semana santa (15).

El nombre Tiquisate proviene su nombre del río Quiquicat, cuyo río se hace mención en la descripción de la Provincia de Zapotitlán y Suchitepéquez hecha por su alcalde, mayor capitán Juan de Estrada el 22 de noviembre de 1579. Cuenta con fábricas de almidones, aguas gaseosas, helados, hielo, de refrescos en bolsas plásticas, desmotadoras de algodón, muebles, aserraderos, etc. También agencias de maquinaria agrícola en general, herbicidas y fungicidas.

Chicacao, municipio del departamento de Suchitepéquez, es un municipio de gran riqueza, especialmente debido a la producción de café de sus valiosas fincas, así como de plantaciones para aceites esenciales. Entre sus principales industrias figuran elaboración de panelas, fábricas de aguas gaseosas y de hielo, así como de aceites esenciales e industrias licoreras (15).

3.2.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA:

La ubicación geográfica de la zona en estudio se describe en el cuadro 1:

Cuadro 1. Ubicación geográfica de la zona en estudio.

| No. | DEPTO., MUNICIPIO | LATITUD | LONGITUD |
|-----|-------------------------|-----------|-----------|
| 1 | Escuintla, Escuintla | 14 18'03" | 90 47'08" |
| 2 | Masagua, Escuintla, | 14 12'05" | 90 51'34" |
| 3 | Tiquisate, Escuintla | 14 17'30" | 91 22'00" |
| 4 | Chicacao, Suchitepéquez | 14 32'31" | 91 19'36" |

3.2.3 HIPSOMETRIA Y SUPERFICIE:

El cuadro 2 presenta el área en km² y la altitud en m.s.n.m de los municipios pertenecientes al estudio.

Cuadro 2. Hipsometría y superficie de la zona en estudio.

| No. | DEPTO., MUNICIPIO | AREA EN km ² | ALTITUD EN M.S.N.M. |
|-----|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| 1 | Escuintla, Escuintla | 332 | 346.91 |
| 2 | Masagua, Escuintla | 442 | 100 |
| 3 | Tiquisate, Escuintla | 622 | 68 |
| 4 | Chicacao, Suchitepéquez | 216 | 505.91 |

3.2.4 COLINDANCIAS:

La región de la Costa Sur cubierta por la presente investigación colinda al norte con los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Guatemala, Sololá; al este con el departamento de Santa Rosa, al sur con el Océano Pacífico y al oeste con el departamento de Retalhuleu y Quezaltenango (Ver Figura 4 a y 4b en apéndice).

3.2.5 CLIMA:

A) Precipitación: La precipitación media anual es de 2,750 mm. ,siendo los meses de mayor lluvia desde junio a octubre, de los mismos los meses de septiembre y octubre presentan ser los meses más lluviosos (7).

B) Temperatura: La temperatura media es de 26.82 °C, temperatura máxima de 34.94°C y temperatura mínima de 20.63°C (7).

C) Humedad Relativa: Humedad relativa media es de 80.92%, H.R. máxima de 78.25% y H.R. mínima de 22.66% (7).

D) Viento: velocidad de 13 km./hora, clasificación brisa suave (7).

3.2.6 SUELOS:

A) Clasificación: De acuerdo a Simmons (31), Masagua y Tiquisate pertenecen al grupo Bucul y Tecojate.

Características del material madre y los perfiles de suelos: El material madre de la serie Bucul es ceniza volcánica de color oscuro, relieve casi plano (depresional), drenaje interno muy despacio, suelo superficial de color gris muy oscuro, textura y consistencia del suelo superficial es franco arcillosa moderadamente friable de un espesor aproximado de 40 --60 cms. El subsuelo es de color gris, de consistencia moderadamente plástica, textura arcillosa a arcilla arenosa con espesor aproximado de 40 - 60 cms.

El material madre de la serie de suelos Tecojate es aluvión, relieve plano y sin ningún drenaje; El color del suelo superficial es gris muy oscuro, de textura franco arcillosa moderadamente friable con un espeso aproximado de 40 - 60 cm. El subsuelo es de color casi cafésáceo, de consistencia dura moderadamente friable, textura franco arcillosa con espesor aproximado de 50 - 60 cm.

Los suelos del municipio de Escuintla pertenecen al grupo Escuintla , material madre es lahar pedregoso, suavemente inclinado a inclinado, con drenaje interno maduro, el suelo superficial es de color café muy oscuro, de textura franco arenosa, pedregoso suelto, de 10-20 cm. de espesor. El subsuelo es de color café amarillento a café rojizo, de consistencia friable, de textura franco arcillosa y de 50-60 cms. de espesor.

B) Características de la capacidad de uso: Los suelos de la serie Bucul presentan declives dominantes de 0 - 2%, el drenaje a través del suelo es muy despacio, la capacidad de abastecer humedad es alta, ninguna limitación en la penetración de las raíces de los cultivos, poco peligro de ser erosionados y una alta fertilidad natural.

Los suelos de la serie Tecojate presentan declives dominantes de 0 - 1%, ningún tipo de drenaje a través del suelo, la capacidad de abastecer la humedad es mediana, ninguna limitación en la penetración de las raíces de los cultivos y una alta fertilidad natural.

Los suelos del grupo Escuintla presentan declives dominantes del 8-10%, el drenaje a través del suelo es moderado, con alta capacidad de abastecimiento de humedad, ninguna capa limita la penetración de raíces, con alta fertilidad natural, pero con peligros de erosión altos.

3.2.7 ZONA DE VIDA:

Según De la Cruz (7) la región de la Costa Sur en estudio se encuentra comprendido en la Zona de Vida Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido que abarca la mayor parte del área en las elevaciones altas y, Bosque Húmedo Subtropical Cálido en las elevaciones medias y bajas.

3.2.8 ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE POBLACIONES CON **ROTYLENCHULUS**

SPP. Y OTROS NEMATODOS.

1. En 1940, los autores (8) Linford y Oliveira realizaron estudios para poder descubrir y describir las especies del género **Rotylenchulus** en Holanda, del mismo lograron reconocer que las especies de éste género difieren unas de otras no sólo morfológicamente sino también en los requerimientos climáticos para su desarrollo. Bases que han servido a posteriores autores para la realización de investigaciones que lleven a conocer perfectamente la biología de éstos nematodos.
2. Según estudios realizados por el Instituto Internacional de Parasitología en Londres (21), se determinó que **Rotylenchulus reniformis** se caracteriza por su ciclo de vida completo a una temperatura de 25 ° C (80°F) en 25 días. Los huevos eclosionan en 8 - 10 días, pasando luego los juveniles por 3 mudas o cambios, en el suelo sin alimentarse.
3. En la Finca Patio de Bolas, San Felipe Retalhuleu, en 1983 se realizó un estudio sobre la dinámica de población de nematodos fitoparásitos del cafeto, encontrándose a **Rotylenchulus** como uno de los nematodos presentes en las plantaciones, pero sin ninguna importancia significativa en comparación con otros géneros. Así mismo se determinó que las poblaciones de

nematodos fitoparásitos tienen relación de incremento con el crecimiento vegetativo de la planta de cafeto y la precipitación pluvial (4).

4. Dentro de los proyectos de investigación actual que realiza el grupo de trabajo para el Control Biológico en Phoenix, Arizona (Gouge, 10) se lleva a cabo el proyecto titulado "Biocontrol de *Pectinophora gossypiella* utilizando nematodos entomopatógenos de las familias Steinemematidae y Heteroshaditidae", siendo de las principales actividades las siguientes:

- a) Bioensayos en laboratorio para la determinación de las condiciones óptimas para la infección de nematodos y patógenos posteriores, incluyendo en el trabajo estudios de la temperatura y humedad.
- b) Investigación de la producción e insolación de la producción de enzima por la bacteria y nematodo comprometidos en el fracaso del cuerpo de los insectos hospedantes.
- c) Pruebas en invernaderos utilizando nematodos entomopatógenos para reducir poblaciones de *Meloidogyne incognita* y *Rotylenchulus reniformis* de la zona radicular en las plantas de algodón.

5. De acuerdo al informe de "Nematodos" (25), R.S. Hussey en el oeste de la India, realiza proyectos de investigación en donde hace estudio sobre las infecciones ocasionadas por nematodos del género *Meloidogyne* spp. , *Tylenchulus* spp. y *Rotylenchulus* spp. Según Hussey, las infecciones de los nematodos son bien reconocidas al incrementarse dramáticamente la severidad de una marchites bacterial, lo cual impide el avance genético resistente en los cultivos del tomate, papa, cítricos y otros. Los nematodos que se encontraron coexistiendo con estos cultivos son *Meloidogyne incognita* y *Rotylenchulus reniformis* , ensayos de laboratorio muestran que en secciones transversales de raíces infectadas de cítricos con *Tylenchulus semipenetans*, la biología de los mismos es similar a la de *Rotylenchulus reniformis* (en el cultivo del tomate), diferenciándose del *Meloidogyne incognita* en que en éste punto no ocasionan daño dramáticamente en la estructura de las raíces .

6. El Reporte Anual de 1,999 del proyecto de investigación en Nematología Regional (22), realizado por Profesionales e Instituciones de varias regiones de Estados Unidos (entre las cuales está el USDA) realizan la investigación titulada "Manejo de nematodos fitoparásitos de plantas en la Agricultura Sostenible con énfasis en la resistencia de los cultivos", persiguiendo los siguientes objetivos:

- 6.1. Identificación y caracterización de genes resistentes a los nematodos fitoparásitos en los cultivos del algodón, vegetales selectos, cacahuete y semilla de soya
- 6.2. Facilitar el desarrollo de cultivares resistentes a los nematodos fitoparásitos en estos cultivos.
- 6.3 Integración de los cultivares resistentes y otros biotácticas dentro del sistema de la Agricultura Sostenible, asegurando la durabilidad de resistencia.

Los nematodos que contempla el estudio son ***Meloidogyne incognita***, ***M. Arenaria***, ***M. Javanica***, ***M. Hapla*** y ***Rotylenchulus reniformis***; de acuerdo a observaciones en laboratorio se ha determinado hasta el momento que de 11,000 análisis de muestreos de suelo que se han realizado el 50% contienen ***Rotylenchulus reniformis***.

7. Según el informe publicado "PESTES" (28), Robert, S. del estado de Florida en los Estados Unidos, realiza el estudio titulado "Manejo de nematodos para cultivos en invernaderos", destinado principalmente para ornamentales de follaje, cultivos florales, plantas de jardín y árboles frutales y nueces que son producidos en los invernaderos de Florida, así como las producidas en contenedores, en las mejores tierras y las ya producidas, o en combinación de ambos sitios de crecimiento. Los principales manejos para nematodos fitoparásitos en los cultivos bajo invernaderos son aplicados a las plantas ornamentales. Dentro del proceso se han aplicado los pesticidas de acuerdo a las restricciones descritas en las etiquetas de los mismos. Los nematodos más importantes dentro del estudio de invernaderos figuran: El nematodo del nudo de la raíz (***Meloidogyne spp.***) de la lesión (***Pratylenchulus spp.***) foliar (***Aphelenchoides spp.***) y atrofiador (***Tylenchorynchoides spp.***), poniendo principal atención a los nematodos del género ***Radopholus spp*** y ***Rotylenchulus spp.***, pues son nematodos desatacados por herir y dañar a todos los cultivos del invernadero y principalmente por estar sujetos a cuarentena.

8. Productores dedicados a la explotación de árboles Frutales en Florida, Estados Unidos, han publicado (24) estudios destinados al control de poblaciones de los nematodos del género **Meloidogyne incognita acrita** y **Rotylenchulus reniformis**, los cuales se han destacado por ser muy perjudiciales para el crecimiento y productividad de las plantas de la papaya, los cuales han sido combatidos por medio de fumigar el suelo antes de plantarlas en caso de altas poblaciones de nematodos.

4. OBJETIVO

Determinar la especie de *Rotylenchulus* asociada a plantas ornamentales en los municipios de Escuintla, Masagua y Tiquisate, del departamento de Escuintla y en el municipio de Chicacao, Suchitepéquez.

5. HIPOTESIS

Rotylenchulus reniformis es la única especie asociada a las plantas ornamentales en los municipios de Escuintla, Masagua y Tiquisate, del departamento de Escuintla y en el municipio de Chicacao, Suchitepéquez.

6. METODOLOGÍA

6.1. FASE DE GABINETE:

Se colectó información de las áreas y cultivos ornamentales de los municipios de Escuintla, Masagua y Tiquisate del departamento de Escuintla y el municipio de Chicacao en Suchitepéquez, afectados por la presencia de nematodos del género *Rotylenchulus* según los registros del Programa Preinspección Fitosanitaria en Plantas Ornamentales, Flores y follajes del convenio FAUSAC-MAGA-AGEXPRONT-PIPAA.

Se planificaron los muestreos por áreas, mediante un cronograma elaborado según el número de fincas afectadas y su ubicación geográfica, iniciando en el mes de julio del año 2,000 finalizando en el mes de enero del 2,001.

6.2. FASE DE CAMPO:

7.2.1. Toma de muestras en el campo:

A) En suelo:

En el suelo se colectan larvas, machos adultos y hembras inmaduras. Se tomó suelo de áreas infestadas, colectando a una profundidad de 10-15 cms, tomando submuestras en cada tablón o cama de cultivo a una densidad de 1 submuestra en 10 m².

Una muestra compleja se conformó con 20 submuestras, es decir, que una muestra fue representativa de 200m² de área de cultivo afectado, además se colectó suelo para preparar macetas en el invernadero y así tener especímenes disponibles para el laboratorio.

B) En raíces:

De las raíces se obtienen hembras maduras fertilizadas y ovipositadas. Se colectaron raíces de plantas infectadas tratando de conservar el suelo adherido a las raicillas, en la misma forma, densidad y momento que en la toma de muestras en el suelo.

Una parte del tejido se preservó en refrigeración, para los estudios posteriores, la otra porción fue preservada viva en macetas para tener especímenes vivos durante la fase de identificación.

6.3. FASE DE LABORATORIO:

6.3.1. Extracción de hembras inmaduras y machos en suelo:

Se colectaron por el método de doble flotación en azúcar.

6.3.2. Extracción de hembras maduras:

A) Macerado-Tamizado:

- Las raicillas fueron lavadas suavemente con agua, se cortaron en porciones pequeñas, se licuaron durante 25 segundos a la velocidad más baja, se reposo 15 segundos y de nuevo se licuaron por 15 segundos a la misma velocidad.
- La solución se paso por los tamices 50, 100 y 325 colocados verticalmente y juntos y se colecto el material con piseta en un beacker de 50ml.
- Se realizó la observación en el estereoscopio y las lecturas al microscopio.

B) Macerado-tamizado-centrifugado:

- Se realizaron los pasos del método mencionado anteriormente, la solución del beaker de 50 ml. Se centrifugó durante 5 minutos, se descartó el sobrenadante y se centrifugó durante 30 segundos en solución de azúcar, luego se pasó por el tamiz 325, por último se colectó la solución retenida por el tamiz.
- Se realizaron las observaciones y lecturas correspondientes.

C) Macerado-tamizado-Nebulizado:

- Se realizó lo mismo que en el método de Macerado-tamizado, con la diferencia que el material no se colectó en el beacker luego de pasarlos por los tamices 100 y 325, sino que la solución depositada en los tamices se nebulizó durante 48 horas, con el fin de suavizar las raicillas y obtener el desprendimiento de las hembras.
- posteriormente se colectó el material de los tamices en un beaker de 50 ml y se realizaron las extracciones y observaciones de las hembras maduras.

6.3.3. Preservación:

A) Preservación de hembras inmaduras y machos:

a) Con F.S.4:1: A la solución concentrada de nematodos (10c.c.) se le agregó 1 1/3 de volumen de fijador F.S.4: 1, hirviendo, dejando por lo menos por 24 horas para el fijado.

b) Con Lactofenol:

- En un beaker se colocó 10 c.c. de lactofenol, se calentó hasta el punto de ebullición, se vació la suspensión de nematodos y se calentó de nuevo la mezcla hasta la ebullición.

--La mezcla caliente se pasó por un tamiz No. 325, lo que quedó en el tamiz se lavó por 2 minutos con peseta y se colectó lo obtenido en un beaker.

d) Con TAF

- En un beaker se colocaron 10cc. de solución TAF, se calentó hasta el punto de ebullición, se vació la suspensión de nematodos y se calentó de nuevo la mezcla hasta el punto de ebullición.

B) Preservación de hembras maduras: Se realizó de la misma forma que para hembras inmaduras y machos.

6.3.4. Montaje:

A) Temporales:

- En fresco con formalina al 2%.

- Con lactofenol.

- Con F.S.4: 1.

B) Permanentes:

a) Preservada con F.S.4: 1, glicerina y gelatina

- De la solución concentrada de nematodos con fijador F.S.4: 1, los nematodos fueron transferidos a un portaobjetos de gota pendiente conteniendo una solución al 10% de glicerina durante 5 días.

- Se colectó una porción de gelatina glicerada en un portaobjetos plano y se derretido a la llama sin hervir.

- Se transfirieron de 3 – 6 nematodos, uno por uno, hacia la gelatina y se colocó cubreobjetos.
- Se limpiaron los bordes y se selló, rotulando por último el montaje con los datos taxonómicos, fecha, autor, etc.

b) Preservada con Lactofenol y Glicerina deshidratada:

- De la solución concentrada de nematodos con lactofenol, se pescaron los nematodos y se colocaron en un vidrio de Siracusa en una solución de glicerina.
- Se incubaron por 24 horas a 35 grados centígrados
- Los nematodos fueron montados en portaobjetos de gota pendiente, se sellaron e identificaron.

6.3.5. Determinación de Especies:

Para el estudio de la anatomía y morfometría de los especímenes (machos, hembras inmaduras y hembras maduras), se siguieron las descripciones de las claves de los siguientes autores:

a) WILLMONTT, SHEILA; GOOCH, P.S.; SIDDIQI, M.R.; FRANKLIN, MARY. 1972.

Descriptions of Plant-Parasitic Nematodes. Editor Sheila Willmontt. London, England. William Clowes & Sons Ltd. s.p.

b) W.F. Mai; H.H. Lyon. 1975. Pictorial key to genera of plant-parasitic nematodes.

Fourt edition. New York, E.E.U.U. s.p.

c) LUC, M.; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. 1990. Plant parasitic nematodes in subtropical

and tropical agriculture. International Institute of Parasitology. London.

700p.

2) Se realizaron consultas a los expertos de USDA (Departamento de Agricultura para los Estados Unidos).

3) Consultas en Internet.

4) Se tomaron fotografías y se realizaron dibujos descriptivos para la mejor comprensión y explicación de las características de cada especie.

Para fotografiar se aisló bajo estereoscopio únicamente nematodos vivos, los cuales se colocaron en un portaobjetos de gota pendiente o plano, según el caso, en agua destilada, formalina al 2% o lactofenol claro, se expusieron a la llama en un mechero de alcohol para matarlos y así poderlos fotografiar. El cubreobjetos fue sellado inmediatamente con esmalte de unas para evitar pérdida de humedad del montaje.

La medición de nematodos se hizo con micrómetro. En el cuadro 3 se presentan las mediciones realizadas por estado de desarrollo de los nematodos, así como la planta ornamental y el lugar de procedencia.

Cuadro 3. Mediciones por estado de desarrollo de nematodos del género *Rotylenchulus* estudiados, plantas ornamentales y lugar de procedencia.

| No | Procedencia | Cultivo | # de mediciones | | | | TOTAL |
|----|----------------------|--|-----------------|----|-----|---|-------|
| | | | H.I | M | H.M | L | |
| 1 | Cuyuta, Masagua | <i>Sansevieria trifasciata</i> var. <i>Laurentii</i> | 10 | 4 | 8 | 4 | 26 |
| 2 | Escuintla, Escuintla | <i>Dracaena sanderiana</i> | 2 | 1 | 2 | 0 | 5 |
| 3 | Masagua, Escuintla. | <i>Schefflera luceanne</i> | 3 | 3 | 3 | 2 | 11 |
| 4 | Masagua, Escuintla | <i>S. aureus</i> v. <i>Marble Q.</i> | 2 | 2 | 0 | 1 | 5 |
| 5 | Masagua, Escuintla | <i>S. aureus</i> v. <i>Golden</i> | 2 | 2 | 0 | 0 | 4 |
| | TOTAL | | 19 | 12 | 13 | 7 | 51 |

HI= Hembra inmadura

M= Macho

HM= Hembra madura

L= Larva

En el cuadro 4 se muestran el significado de los símbolos y abreviaciones utilizados para la descripción de los nemátodos de acuerdo a las claves mencionadas anteriormente.

Cuadro 4. Símbolos y abreviaciones utilizadas para la descripción de los nematodos según las claves consultadas.

| No | SIMBOLO | SIGNIFICADO | Dimensional o constante |
|----|----------|---|-------------------------|
| 1 | L | Largo total del cuerpo | Mm |
| 2 | a | Largo total del cuerpo/ancho máximo del cuerpo | Constante |
| 3 | b | Largo total del cuerpo/largo del esófago | Constante |
| 4 | b' | Largo total del cuerpo/distancia entre la parte anterior del cuerpo a la final de la glándula esofágica | Constante |
| 5 | c | Largo total del cuerpo/largo de la cola | Constante |
| 6 | c' | Largo de la cola/ancho del cuerpo anal | Constante |
| 7 | V | Posición de la vulva desde el inicio del cuerpo expresado en % del largo del cuerpo | % |
| 8 | o | Distancia desde el orificio de la glándula esofágica a la base del estilete en % del largo del estilete | % |
| 9 | Estilete | En machos | micras |
| 10 | Espícula | En machos | micras |
| 11 | Ancho/V | Ancho del cuerpo en la vulva | micras |
| 12 | Espina/c | Tamaño de la espina o proyección al final de cola | micras |

6.4. ANALISIS DE LA INFORMACIÓN:

6.4.1 Se realizó la descripción de la especie encontrada en cada una de las plantas ornamentales en estudio.

6.4.2 Se hizo una descripción de la dispersión geográfica en la zona, de la o las especies determinadas.

6.4.3 Se realizó un listado de variedades de ornamentales afectadas.

6.4.4 Se realizaron gráficas descriptivas de la relación macho-hembra por cada especie ornamental.

7. RESULTADOS

El muestreo en la fase de campo se realizó desde el mes de julio del 2,000 hasta el mes de enero del 2,001, en las fincas y plantaciones ornamentales de la región costa sur de Guatemala, que son inspeccionadas por el Programa de Vigilancia Fitosanitaria de la Sub-comisión de Plantas ornamentales de la Gremial de Exportadores de Productos no tradicionales, en donde las mismas han reportado daños ocasionados por la presencia de nematodos del género **Rotylenchulus**. Las áreas de la costa sur muestreadas se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Areas muestreadas y afectadas por **Rotylenchulus** en la región de la costa sur de Guatemala según registros del Programa de Preinspección Fitosanitaria.

| DEPARTAMENTO | MUNICIPIO | CABECERA O ALDEA |
|---------------|-----------|------------------|
| Escuintla | Escuintla | Cabecera |
| | Masagua | Masagua y Cuyuta |
| | Tiquisate | El Semillero |
| Suchitepéquez | Chicacao | Nahualate |

En las áreas que comprendió el estudio se muestrearon distintas especies de plantas ornamentales que son explotadas por los productores de la región en mención, las mismas se mencionan en el Cuadro 6 de la siguiente página.

Cuadro 6. Especies de plantas ornamentales afectadas por *Rotylenchulus* sp. y el área de procedencia según los registros del Programa de Preinspección Fitosanitaria.

| PROCEDENCIA | ESPECIE ORNAMENTAL (Nombre regional) | ESPECIE ORNAMENTAL (Nombre científico) |
|----------------------|--|---|
| ESCUINTLA, ESCUINTLA | Sandereana | <i>Dracaena sanderiana</i> |
| | Pothos golden | <i>Scindapsus aureus</i> var. <i>Golden</i> |
| | Pothos marble | <i>Scindapsus aureus</i> var. <i>Marble Queen</i> |
| MASAGUA, ESCUINTLA | Aglaonema | <i>Aglaonema commutatum</i> |
| | Dracaena | <i>Dracaena sanderiana</i> |
| | Pothos golden | <i>Scindapsus aureus</i> var. <i>Golden</i> |
| | Pothos marble | <i>Scindapsus aureus</i> var. <i>Marble Quenn</i> |
| | Oreja de burro | <i>Sansevieria trifasciata</i> var. <i>Laurentii</i> |
| | Sheflera | <i>Sheffleira luceanne</i> |
| TIQUISATE, ESCUINTLA | Pothos marble | <i>Scindapsus aureus</i> var. <i>Marble Quenn</i> |
| CUYUTA,SUCHITEPÉQUE | Teléfono | <i>Philodendron</i> <i>hederaceum</i> |
| | Oreja de burro | <i>Sansevieria trifasciata</i> var. <i>Laurenti</i> |

7.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE ENCONTRADA EN EL AREA Y PLANTAS ORNAMENTALES ESTUDIADAS:

7.1.1 HEMBRA INMADURA:

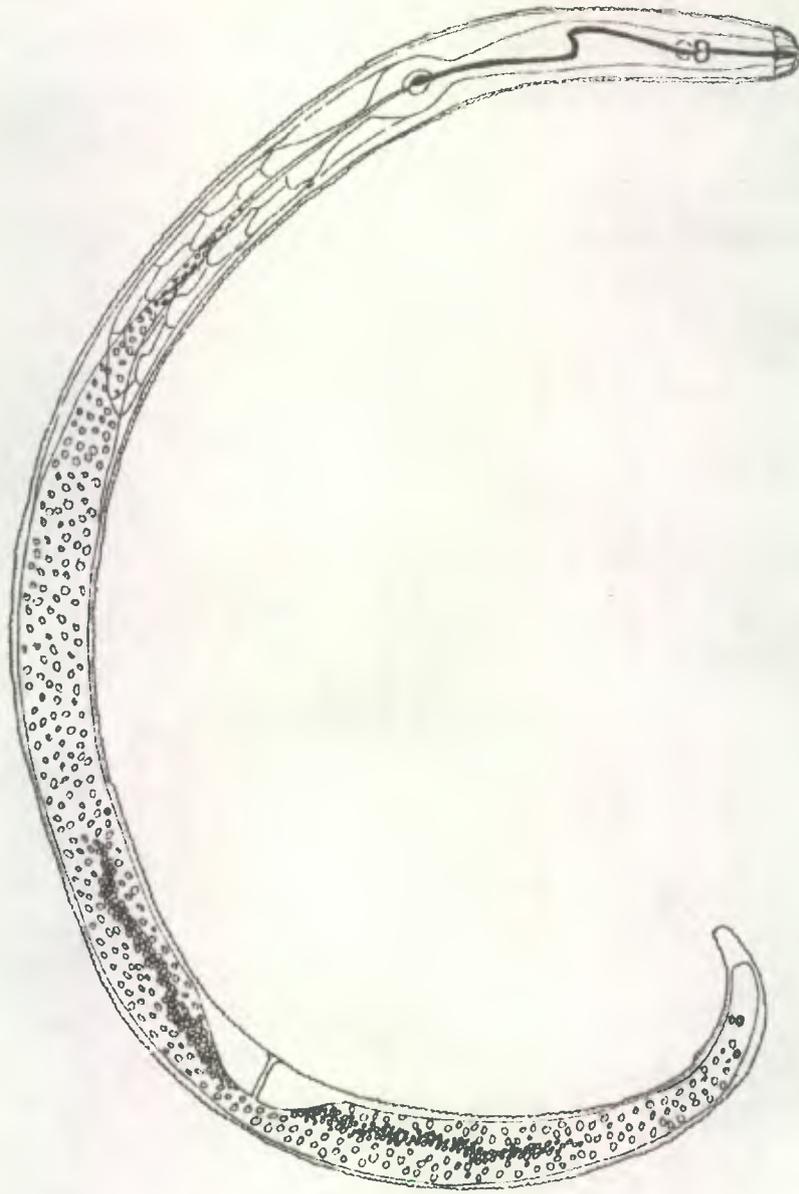
De acuerdo a los datos obtenidos en laboratorio y al análisis de lo observado, las hembras inmaduras estudiadas presentan un cuerpo delgado y pequeño en forma de una letra "C", con una longitud promedio de $L = 0.41\text{mm}$, $a = 21.25$ y para $b = 4.2$. En la fotografía 1 se muestra el cuerpo entero de una hembra inmadura obtenida del cultivo de *Sansevieria trifasciata* var. *Laurenti* y en el dibujo descriptivo de la figura 5 del cuerpo de hembra analizada, observando que posee todas las características correspondientes a *R. reniformis*, ya que según Willmott, Gooch, Siddiqi y Franklin (36) i. Mai (20) y Luc (19) las hembras inmaduras de esta especie tienen un cuerpo delgado y pequeño en forma de una letra "C", con una longitud $L = 0.34\text{-}0.4\text{mm}$. En *R.*

Parvus presentan una longitud $L = 0.25-0.34$, más pequeñas que en la especie antes mencionada, mientras que para *R. borealis*, Decker (8) describe una longitud $L = 0.37-0.40$, semejante en longitud a *R. reniformis* pero diferenciándose entre sí por otras características.

Hembra Inmadura
de *Rothylechulus reniformis*



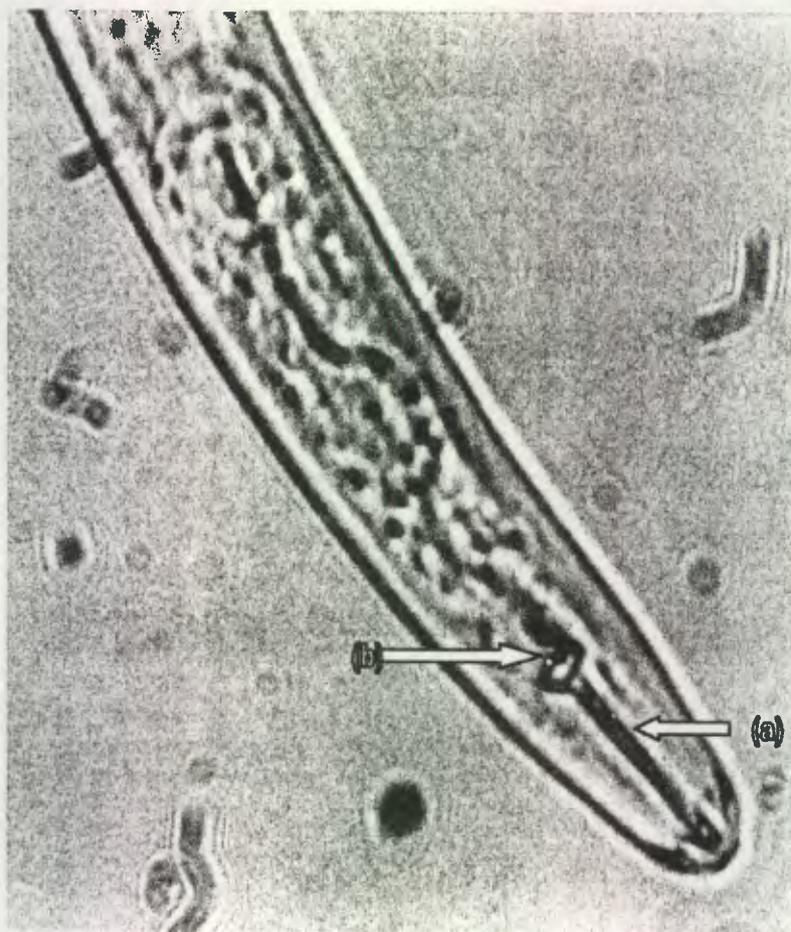
Fotografía 1. Cuerpo de una hembra Inmadura obtenida del cultivo *Sansevieria trifasciata* var *Laurentii*.



Hembra inmadura del género *Rotylemchulus* analizada en laboratorio

Figura 5. Dibujo descriptivo del cuerpo de hembra inmadura analizada.

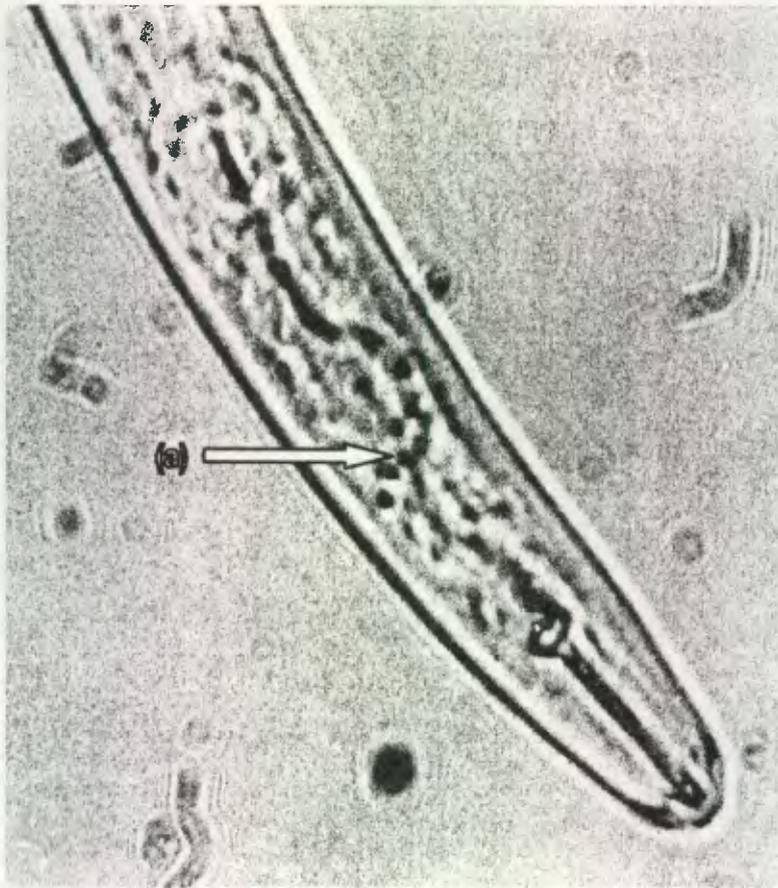
El estilete (a) de una hembra inmadura de *Rotylenchulus* extraída del cultivo de *Schefflera luceanne* con longitud promedio de 16 micras, con nódulos basales (b) redondeados, mostrado en la fotografía 2; según Willmott, Gooch, Siddiqi y Franklin (36) el estilete de *R. reniformis* mide de 16-18 micras, rango dentro del cual se encuentra el estilete de las hembras estudiadas, diferenciándose de *R. parvus* y *R. borealis* en que para el primero se describe con una longitud de 12-14 micras y para el segundo de 13 – 16 micras.



Fotografía 2. Estilete de hembra inmadura obtenida del cultivo de *Schefflera luceanne*.

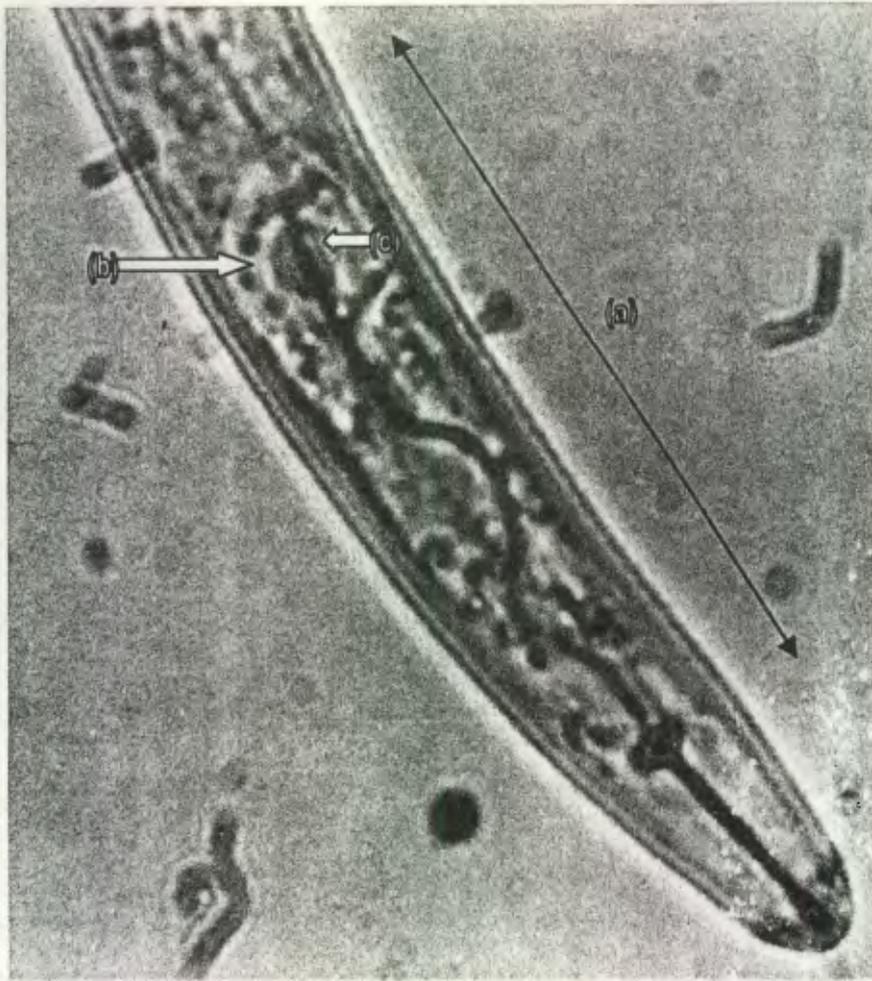
El orificio de la glándula esofágica(a) en las hembras inmaduras estudiadas se localiza detrás de la base del estilete, con un valor promedio para $\alpha = 83.33\%$; como lo muestra la hembra inmadura extraída del cultivo de *Schefflera luceanne* presentada en la fotografía 3. De acuerdo a las descripciones de Willmott, Gooch, Siddiqi y Franklin (36), el orificio de la glándula esofágica en *R. reniformis* se localiza detrás de la base del estilete a la distancia equivalente a una longitud del estilete, mientras que en *R. parvus* se localiza cerca de la mitad entre la base del estilete y el bulbo medio (reportada e ilustrada por Williams en 1,960) (20). Los símbolos y abreviaciones

para la descripción de nematodos, en *R. reniformis* el valor para $a= 22-27$, $o= 81-106$ y $b= 3.6-4.3$; para *R. parvus* el valor para $a= 20-26$, $o= 90-107$ y $b= 3.1-3.7$; en *R. borealis* $a= 22.5-32.5$ y $b= 2.5 - 3.4$.



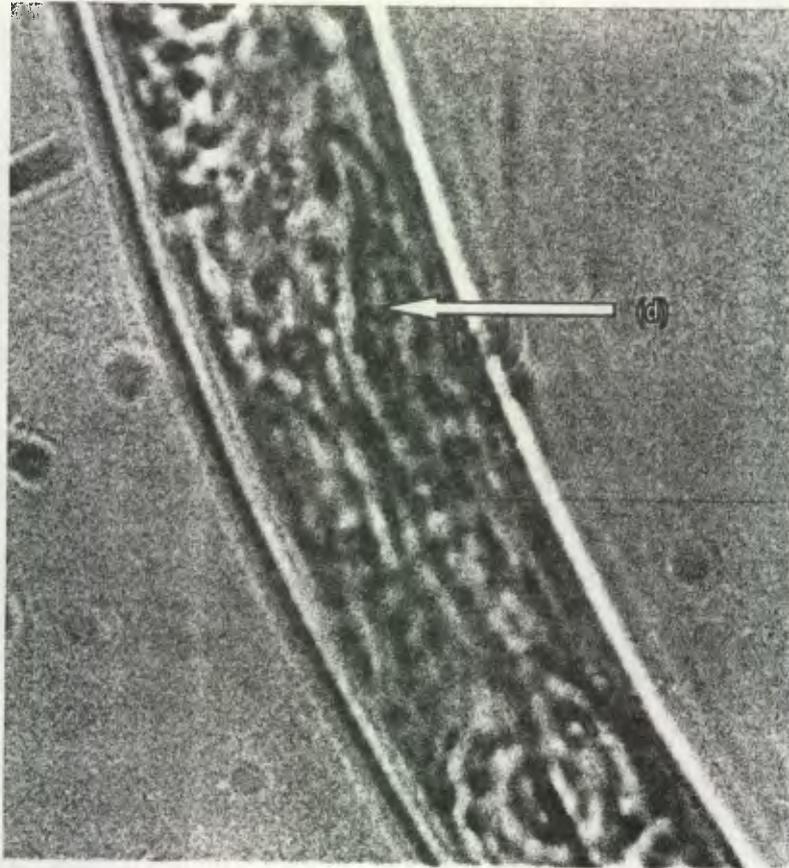
Fotografía 3. Ubicación del orificio de la glándula esofágica en hembra inmadura obtenida del cultivo de *Schefflera luceanne*.

De acuerdo a lo observado, la Fotografía 4 donde se presenta una hembra inmadura obtenida de *Schefflera luceanne*, muestra que la región del esófago (a) posee un bulbo medio(b) ovalado, con aparatos valvulares prominentes(c).



Fotografía 4. Bulbo medio de hembra inmadura obtenida de *Schefflera luceanne*.

La hembra inmadura posee una glándula esofágica(d) que recubre el intestino principalmente en la región ventral como lo muestra la fotografía 5 de una hembra inmadura obtenida del mismo cultivo, con valor promedio para $b' = 3.5$, similar al de *R. reniformis* descrito por Willmott, Gooch, Siddiqi y Franklin (36) donde la región del esófago posee un bulbo medio de forma ovalada y con válvulas prominentes, una glándula esofágica que recubre el intestino, con valor para $b' = 2.4-3.5$, mientras que en *R. parvus* el bulbo medio es más esférico a redondeado, con un valor para $b' = 2.1-3.0$; para *R. borealis* no se reporta descripción referente a la región mencionada.

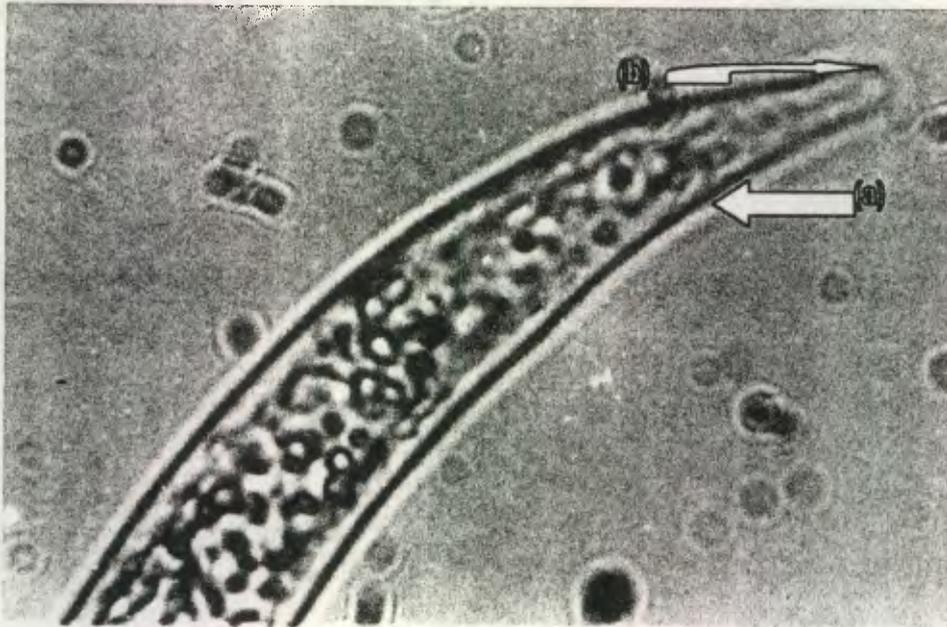


Fotografía 5. Glándula esofágica de hembra inmadura obtenida de *Sansevieria trifasciata* var. **Laurentii**.

Las hembras observadas presentan una vulva sin protuberancias labiales, con dos ovarios encorvados, uno anterior y otro posterior a la vulva, con valor promedio para $V = 68\%$, encontrando este valor dentro de los correspondientes a *R. reniformis* pues Willmott, Gooch, Siddiqi, Franklin (36) y Luc (19) describen que la vulva de esta especie no presenta protuberancia labial, dos ovarios encorvados uno anterior y otro posterior a la vulva, con un valor para $V = 68-75\%$, ya que para *R. parvus* $V = 60-66\%$, no reportándose ninguno para *R. borealis*.

Las hembras poseen una cola (a) delgada y corta, de forma conoide y con terminación redondeada (b) con valores promedios para $c = 15.27$ y $c' = 2.75$, mostrada en la fotografía 6 de una hembra obtenida del cultivo de *Shefflera lucianne* y el dibujo descriptivo de la Figura 6, la cola de *R. Reniformis* es corta y delgada, de forma conoide y terminación redondeada, con valores de $c = 14-17$ y $c' = 2.6-3.4$ (36, 20, 19); la proyección ventral de la cola es más corta en *R.*

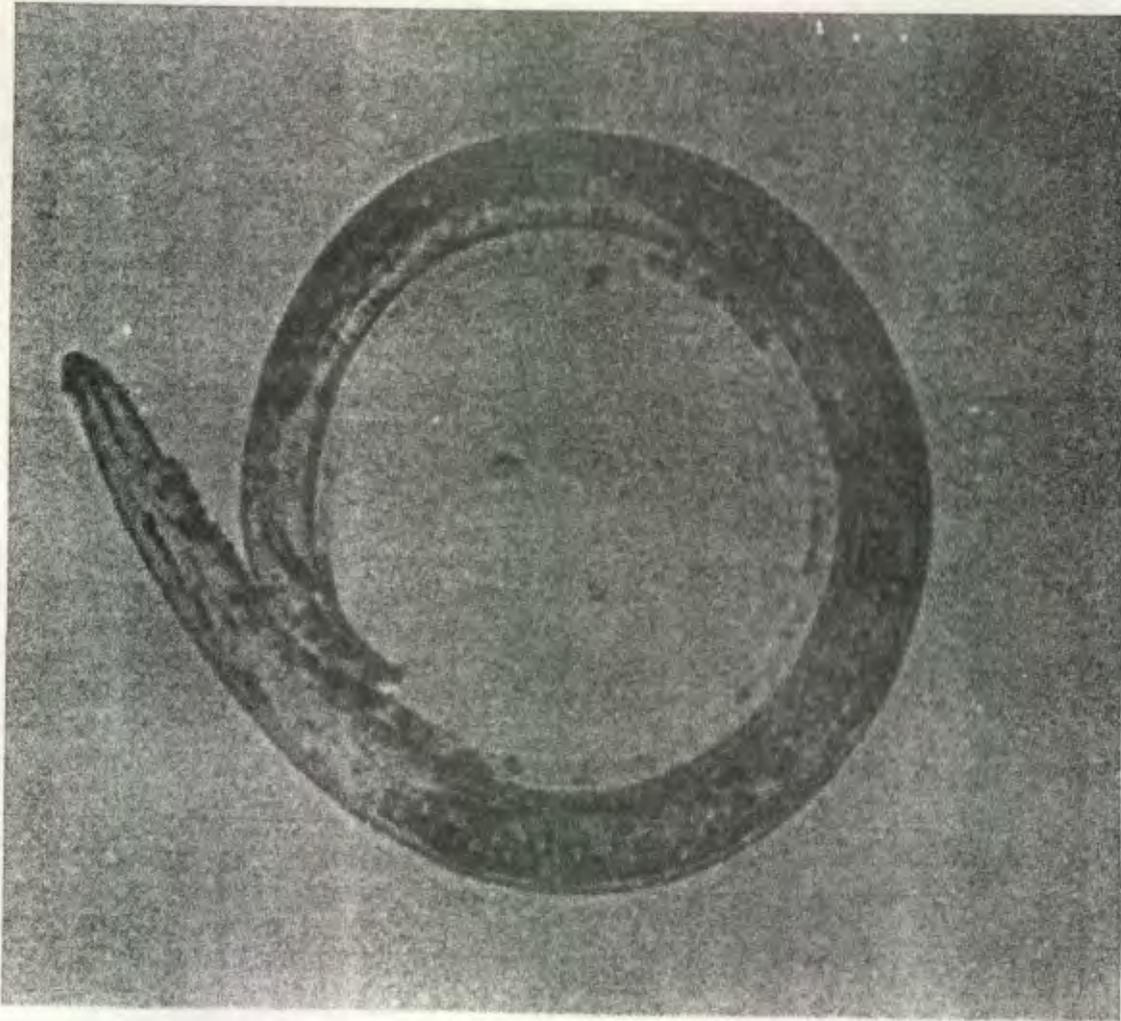
parvus, más gruesa y con valores de $c = 16-19$ y $c' = 2.0-2.7$, reportándose para *R. borealis* únicamente el valor de $c = 11.3-14.8$ (8).



Fotografía 6. Cola de hembra inmadura obtenida del cultivo *Schefflera luceanne*.

7.1.2 MACHO:

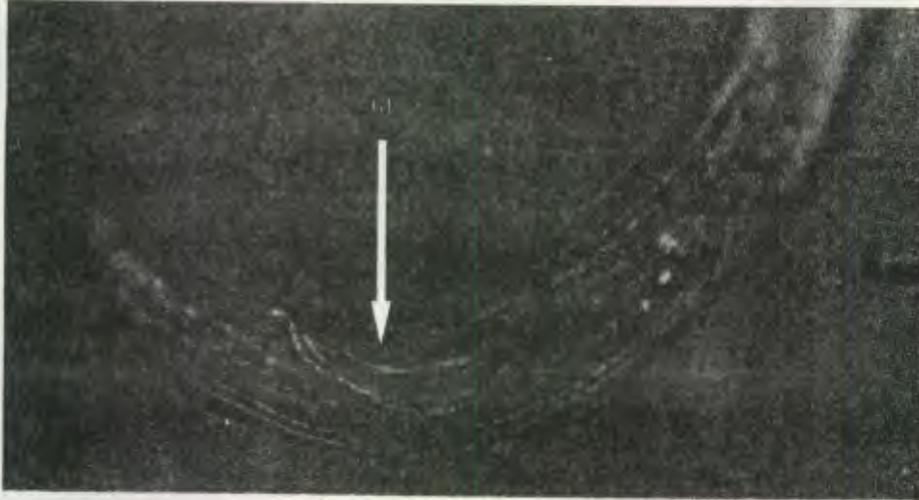
En los machos estudiados se determinó una longitud promedio de $L = 0.39$ mm, con un valor promedio para $a = 23.65$ mostrándose en el macho de la fotografía 7 extraído del cultivo *Sansevieria trifasciata var. Laurentii*, el estilete con una longitud promedio de 15.06 micras como lo muestra la Figura 7. Conforme a las descripciones de las claves, los machos analizados son similares a los machos de *R. reniformis*, presentando estos últimos un cuerpo delgado, vermiforme de una longitud $L = 0.38-0.43$ mm, con un valor para $a = 24-29$, el estilete mide 12-16 micras de longitud; mientras que para *R. parvus* el macho tiene una longitud $L = 0.38-0.43$ mm, con un valor para $a = 28-32$ y un estilete de 10 micras de longitud. Según Decker (8) el macho de *R. borealis* tiene una longitud mayor que en las dos especies anteriores con un valor de $L = 0.40-0.49$ mm y un valor para $a = 30.3-40.2$ y estilete de 12-14 micras de largo.



Fotografía 7. Cuerpo de un macho obtenido del cultivo de *Sansevieria trifasciata* var. *Laurenti*.

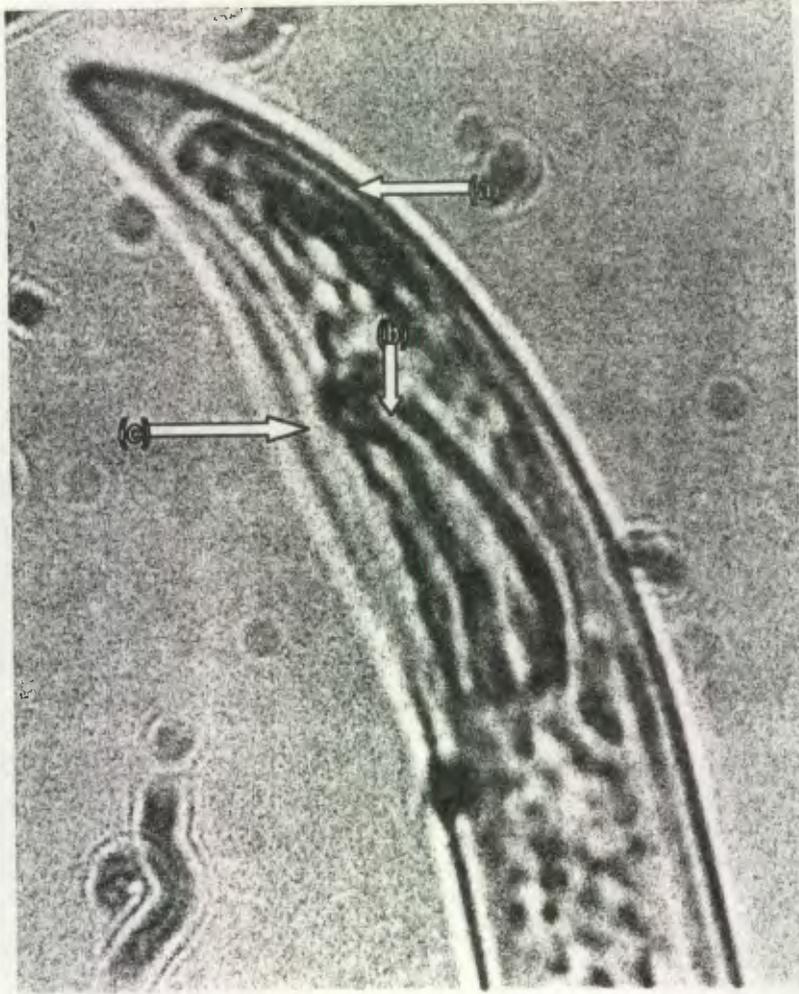
El bulbo medio de los machos observados no presenta aparatos valvulares, con valor promedio para $b'=3.93$, según las claves consultadas el bulbo medio de la especie de *Rotylenchulus* no poseen aparatos valvulares, en *R. reniformis* se describe un valor de $b'=2.8-4.8$, en *R. parvus* $b'=3.6-4.0$ y para *R. borealis* $b'=3.2-4.0$.

Los resultados muestran una espícula (a) delgada y alargada, ventralmente arqueada de longitud promedio de 20 micras como se muestra en la fotografía 8 un macho obtenido del cultivo de *Schefflera luceanne*.



Fotografía 8. Espícula de macho obtenido del cultivo *Schefflera luceanne*.

La cola (a) de forma conoide y delgada con un valor promedio para $c = 15.70$, con gubernaculo (b) lineal no sobresaliente y un ala caudal (c) ventral reducida que no se extiende hasta la punta de la cola, éstas características se muestran en la fotografía 9 del macho obtenido del cultivo de *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii* y en el dibujo descriptivo de la Figura 6.



Fotografía 9. Cola del macho de *Rotylenchulus reniformis* obtenido del cultivo de *Sansevieria trifasciata* var. *Laurenti*.

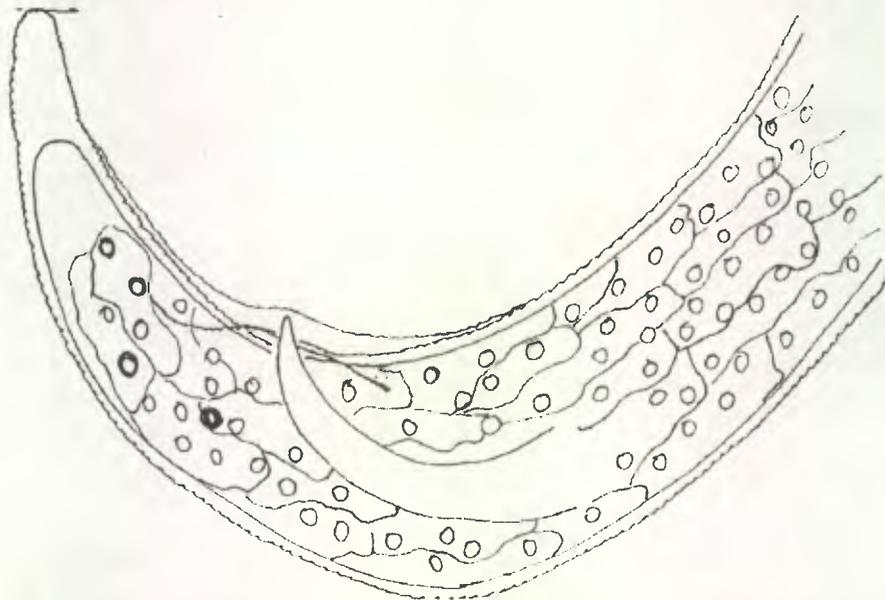
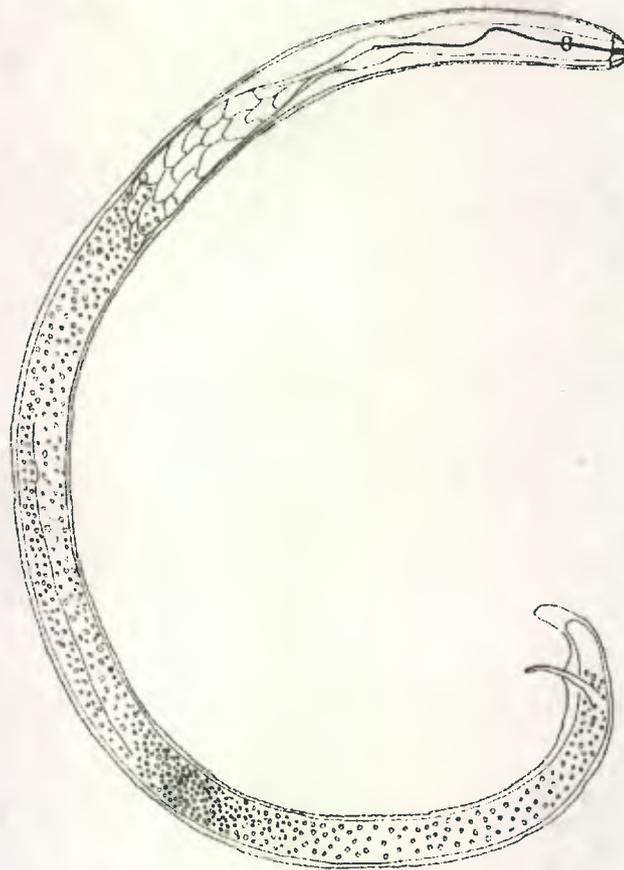


Figura 6. Dibujo descriptivo de la cola y espícula de macho analizado.

Según Willmott, Gooch, Siddiqi y Franklin (36) la espícula de *R. reniformis* es delgada y alargada, ventralmente arqueada, de 19-23 micras de largo, con gubernáculo lineal, no sobresaliente, la cola es de forma conoide y delgada, similar a la de la hembra inmadura de su especie con un valor para $c= 12-17$, una bursa reducida que no se extiende hasta la punta de la cola; en *R. parvus* se refiere a una espícula de 16 micras de longitud y menor arqueamiento que en la especie anterior, la cola es áspera y más ancha que en el macho de la especie anterior con un valor para $c= 14-23$, la bursa en esta especie se extiende más cercana a la punta de la cola; mientras que en *R. borealis* (8) es una bursa rudimentaria, la cola es más larga que en las dos especies anteriores y con un valor para $c= 12.0-15.8$.

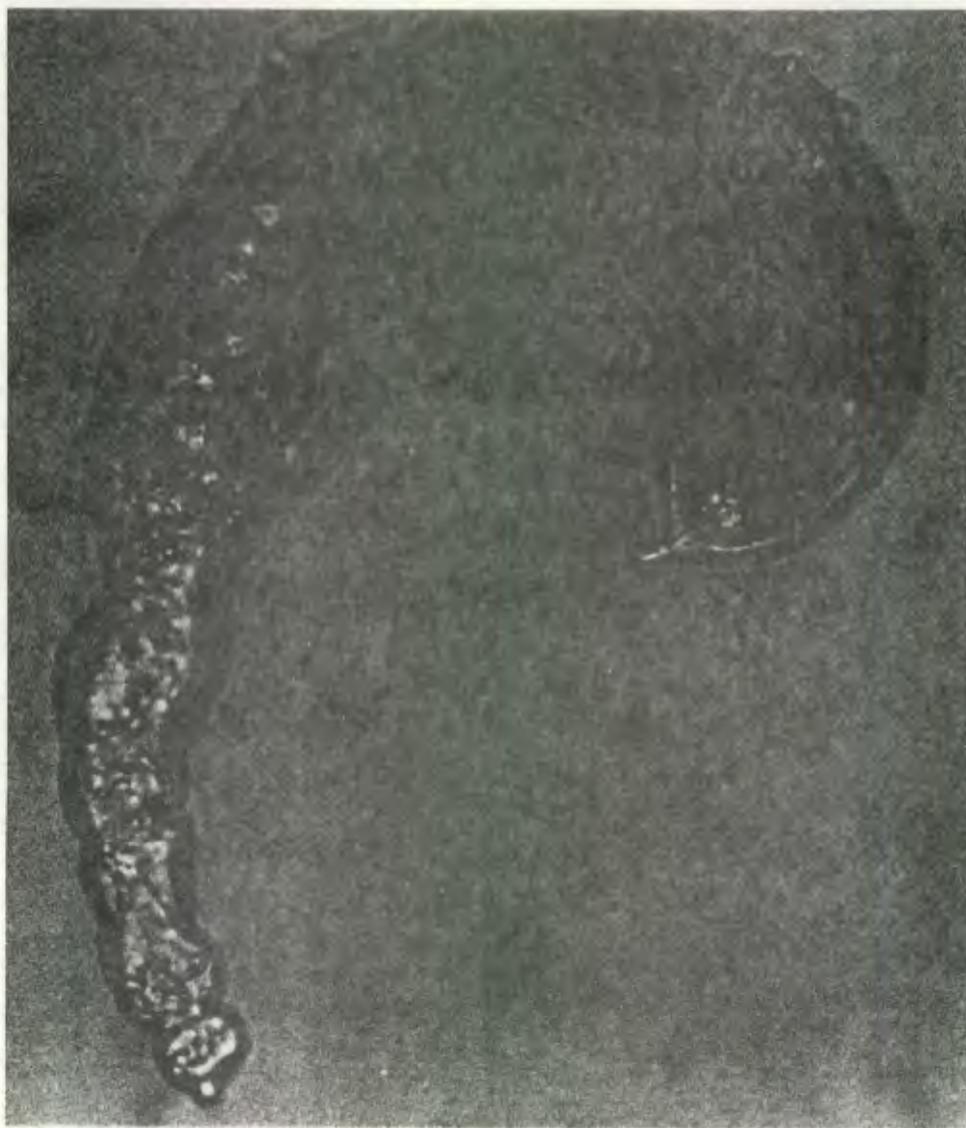


Macho del género *Rotylenchulus* analizado en laboratorio

Figura 7. Dibujo descriptivo del macho del género *Rotylenchulus* analizado en laboratorio.

7.1.3 HEMBRA MADURA:

Los análisis muestran que las hembras maduras estudiadas tienen el cuerpo ventralmente arqueado, la región posterior del cuerpo sin cruzar la región del cuello, un cuerpo obeso y en forma de riñón, con valores promedios para $L = 0.46$ mm, para $a = 4.54$ representados por la hembra madura de la fotografía 10 obtenida del cultivo de *Shefflera luceanne* y el dibujo descriptivo de la Figura 8. El estilete (a) con una longitud promedio de 16.5 micras mostrado en la fotografía 11 de una hembra obtenida de *Sansevieria trifasciata var. Laurentii*. El bulbo medio (b) de forma ovalada con diámetro promedio de 22.91 micras; el contorno del cuello (c) es irregular como lo muestra la hembra de la fotografía 12 obtenida del cultivo de *Schefflera luceanne*.

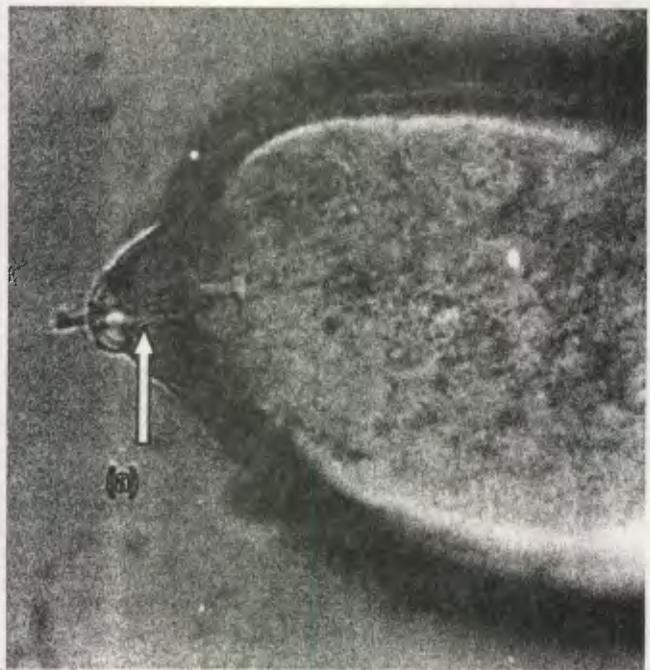


Fotografía 10. Cuerpo de hembra madura obtenida del cultivo *Schefflera luceanne*.



Sansevieria mite (C) 2000 Sansevieria mite, analyzed in laboratory.

Figura 8. Dibujo descriptivo de hembra madura analizada en laboratorio.



Fotografía 11. Estilete de hembra madura obtenida del cultivo *Sansevieria trifasciata var. Laurentii*.



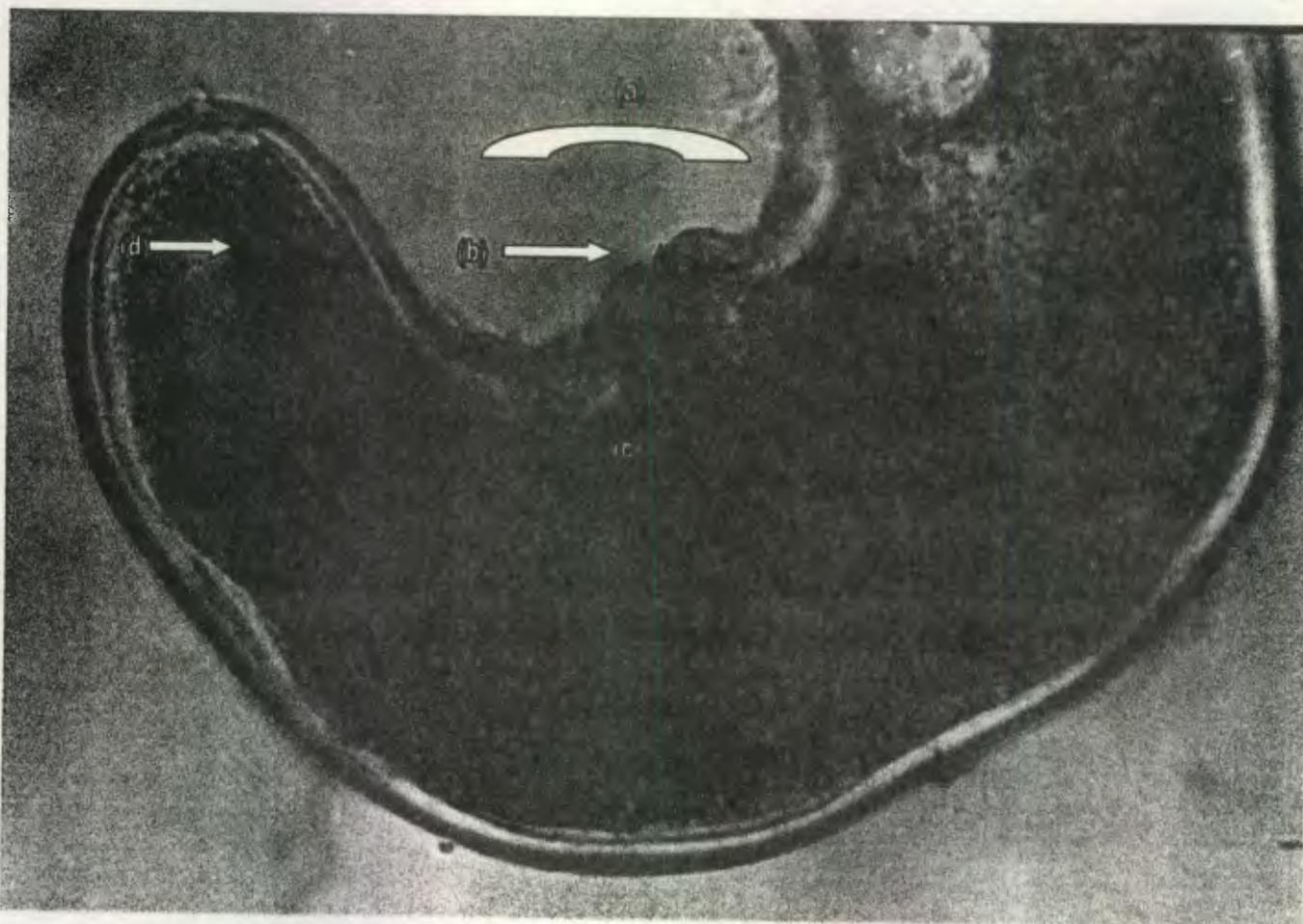
Fotografía 12. Bulbo medio y contorno del cuello de hembra madura obtenida del cultivo de *Schefflera lucianne*.

De acuerdo a las claves de Willmott, Gooch, Siddiqi y Franklin (36), Luc (19), Mai (20) y a lo observado, el cuerpo de la hembra madura analizada es similar al de *R. reniformis* ya que esta especie posee un cuerpo obeso y en forma de riñón, ventralmente arqueado, con una longitud $L = 0.38-0.52$ mm, con un valor para $\alpha = 4-5$. En *R. parvus* el cuerpo de la hembra madura es obeso, de una longitud $L = 0.38-0.46$ mm con un valor para $\alpha = 4-7$, según los autores el cuerpo el cuerpo es ventralmente arqueado en donde la parte posterior del mismo a menudo cruza la región del cuello, de acuerdo a Decker (8) de igual manera es para la especie *R. borealis*, la misma tiene una longitud $L = 0.4-0.7$ mm con un valor para $\alpha = 4.1-7.4$ respectivamente. El contorno del cuello es irregular en las 3 especies mencionadas.

Conforme a Willmott, Gooch, Siddiqi y Franklin (36) el estilete de *R. parvus* mide de 12-15 micras de longitud, con un bulbo medio de forma redonda o esférica, con diámetro de 12-15 micras; mientras que el estilete de *R. reniformis* lo describe más largo y desarrollado, con un

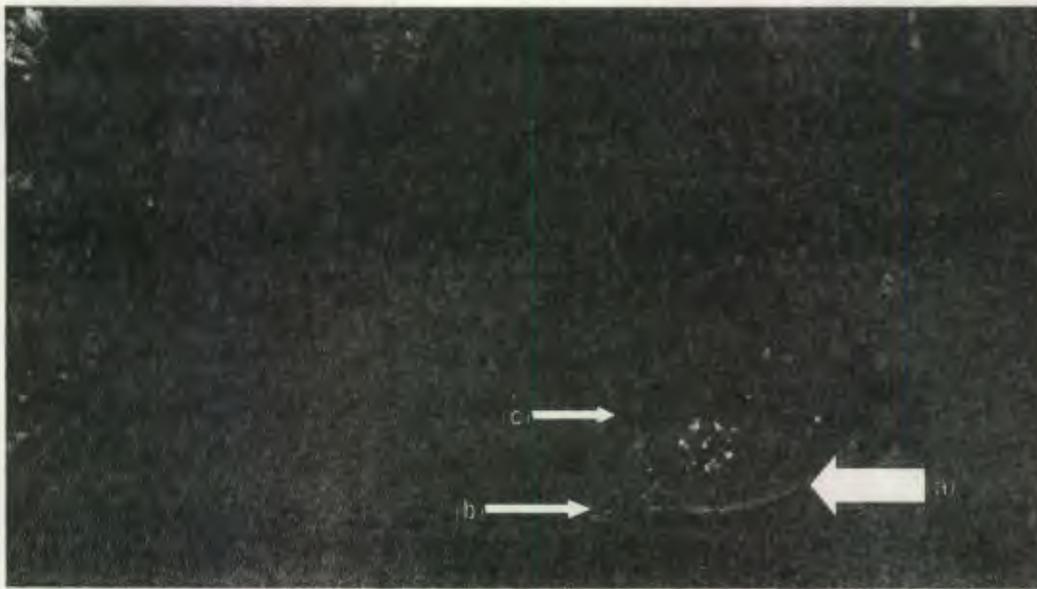
bulbo medio de forma ovalada y más grande que en la especie anterior. Decker (8) describe para *R. borealis* un bulo medio bien redondeado, con aparatos valvulares muy definidos.

La fotografía 13 de una hembra madura obtenida de *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii*, muestra una vulva (a) con labios prominentes (b), salientes, con una posición promedio para $V=70.62$ y un ancho del cuerpo (c) en esta región de 116.5 micras; la espermateca es irregular, posee dos ovarios (d) encorvados; estas características son similares a las de *R. reniformis* ya que esta especie presenta una vulva con labios prominentes, salientes, con una posición para $V=68-73\%$, el ancho del cuerpo en la vulva es de 100-140 micras y posee una espermateca redondeada o irregular (36, 8), mientras que *R. parvus* muestra una protuberancia aplastada y una posición para $V=61-66\%$.



Fotografía 13. Vulva de hembra madura obtenida del cultivo de *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii*.

Las hembras maduras observadas presentan una cola(a) redondeada, con una espina o proyección (b) de una longitud promedio de 9.31 micras al final de la misma; presenta ano (c)semiesférico localizado en posición ventral mostrado en la hembra de la fotografía 14 obtenida del cultivo *Schefflera luceanne*, que al compararla con la cola de *R. reniformis* que se caracteriza por ser redondeada y poseer una pequeña espina al final de la misma, ano semiesférico al final del cuerpo, localizado ventralmente (36, 20, 19), ambas colas son similares; siendo diferente a la cola de *R. parvus* ya que de acuerdo a Willmott, Gooch, Siddiqi y Franklin (36) es ancha y conoide, sin punta o proyección, es decir, sin espina en la terminación de la misma. Según Decker (8) la cola de *R. borealis* se caracteriza por ser más larga que en las dos especies anteriores, no es redondeada sino conoide, pero al igual que *R. reniformis* posee una espina o proyección al final de la misma con una longitud de 10-17 micras.

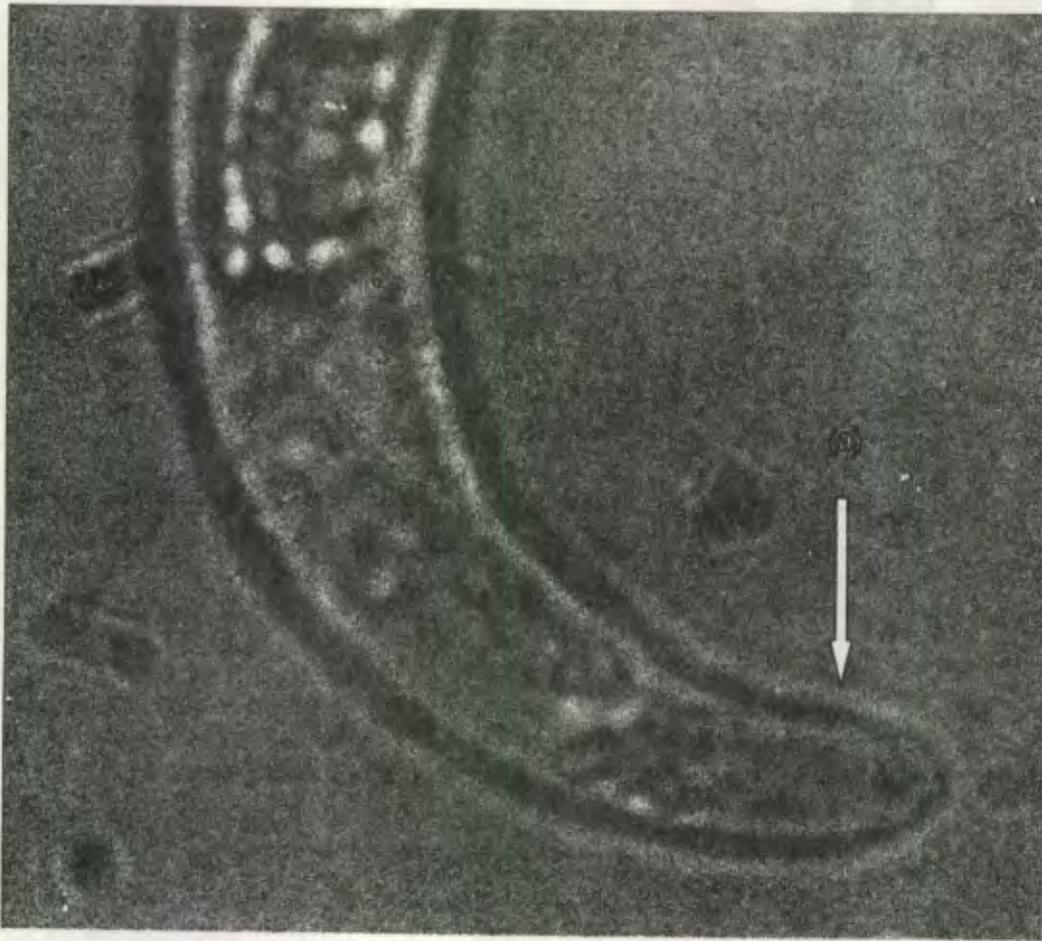


Fotografía 14. Cola de hembra madura obtenida del cultivo *Schefflera luceanne*.

De acuerdo a Decker (8), *R. borealis* se diferencia de *R. reniformis* en que presenta más protuberancia en la parte anterior de la vulva (58-65% vs. 69-73%), el cuerpo es más curvado donde la región posterior atraviesa la región del cuello y, la cola es más larga y delgada.

7.1.4 LARVA:

El estado larval de los nematodos estudiados miden una longitud promedio $L = 0.39$ mm, con valores promedios para $a = 21.57$, $b' = 3.95$ y $c = 16.77$. La cola (a) es más redondeada que en las hembras inmaduras y machos observados, representada por el estado larval de la fotografía 15, obtenida del cultivo de *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii* y en el dibujo descriptivo de la figura 12. Los autores Willmott, Gooch, Siddiqi, Franklin (36), Luc (19) y Mai (20) se refieren al estado larval del género *Rotylenchulus* muy semejantes a las hembras inmaduras de su especie, pero con cola más redondeada, sólida y fuerte. De acuerdo a la clave consultada (36) la larva de *R. reniformis* tienen una longitud $L = 0.35-0.41$, con un valor para $a = 20-24$, $b' = 3.5-4.1$ y para $c = 12-16$, con un estilete de 13-15 micras de longitud.



Fotografía 15 Cola de larva obtenida del cultivo de *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii*.

En el Cuadro 7 se muestra un resumen de las medidas correspondientes a cada especie del género *Rotylenchulus* de acuerdo a los símbolos y abreviaciones utilizadas para descripciones en las consultas realizadas (36, 19, 20, 8), así como las medidas obtenidas (promedio /estado de desarrollo) en laboratorio de los nematodos estudiados.

Cuadro 7. Medidas de cada especie del género *Rotylenchulus* descritas por Willmott, Gooch, Siddiqi Franklin (36), Mai (20) y Luc (19), y las medidas obtenidas en laboratorio correspondientes a la especie determinada, según símbolos y abreviaciones de las claves consultadas.

| Símbolo | Sexo/Estado | Autor | ESPECIES Y VALORES | | | Promedios sp. Analizada |
|----------|-------------|--------------|--------------------|--------------|-------------|----------------------------|
| | | | R. reniformis | R. parvus | R. borealis | |
| L | H.I. | Siddiqi, Mai | 0.34-0.42mm | 0.25-0.34mm | 0.37-0.46mm | 0.41mm |
| | M | " | 0.38-0.43mm | 0.38-0.46mm | 0.40-0.49 | 0.39mm |
| | H.M. | " | 0.38-0.52 | 0.25-0.36 | 0.4-0.7 | 0.46 |
| | L | " | 0.35-0.41 | | | 0.39 |
| a | H.I. | " | 22-27 | 20-26 | 22.5-32.5 | 21.25 |
| | M | " | 24-29 | 28-32 | 30.3-40.2 | 23.65 |
| | H.M. | " | 4 a 5 | 4 a 7 | 4.1 a 7.4 | 4.54 |
| | L | " | 20-24 | | | 21.57 |
| b | H.I. | " | 3.6-4.3 | 3.1-3.7 | 2.5-3.4 | 4.2 |
| b' | H.I. | " | 2.4-3.5 | 2.1-3.0 | | 3.5 |
| | M | " | 2.8-4.8 | 3.6-4.0 | 3.2-4.0 | 3.93 |
| | L | " | 3.5-4.1 | | | 3.95 |
| c | H.I. | " | 14-17 | 16-20 | 11.3-14.8 | 15.27 |
| | M | " | 12 a 17 | 14-23 | 12-15.8 | 15.7 |
| | L | " | 12 a 16 | | | 16.77 |
| c' | H.I. | " | 2.6-3.4 | 2-2.7 | | 2.75 |
| V | H.I. | " | 68-73 | 60-66 | 58-65 | 68 |
| | H.M. | " | 68-73 | 61-66 | 58-65 | 70.62 |
| o | H.I. | " | 81-106 | 90-107 | | 83.33 |
| Estilete | H.I. | " | 16-18micras | 12-14micrs | 13-16micras | 16micras |
| | M | " | 12 a 15 | | 10 12 a 14 | 15.06 |
| | H.M. | " | | 12 a 15 | | 16.5 |
| | L | " | 13-15 | | | 13.62 |
| Espícula | M | " | 19-23micras | 16micras | | 20micras |
| Ancho/V | H.M. | " | 100-140mic. | 40-80micr. | | 116.5mic. |
| Espina/c | H.M. | " | | 0 10-17micr. | | 9.31micr. |

HI= Hembra inmadura

M= Macho

HM= Hembra madura

L= Larva

Símbolos= Significados descritos de cada uno en la metodología.

En base a las observaciones, dibujos, análisis anatómico y morfométrico en laboratorio, consultas en las claves de Willmott, Gooch, Siddiqi y Franklin (36), Mai (20), Luc (19) y Decker (8) y de acuerdo a los resultados de determinación de especies de nematodos proporcionados por el

Dr. Zafar Handoo del USDA en los Estados Unidos tal y como lo muestran las hojas de resultados (Ver en apéndice) en las preservaciones en TAF de nematodos provenientes de 5 cultivos estudiados que se enviaron al USDA en Estados Unidos, las características anatómicas y morfométricas de la especie en estudio se adecuan dentro de las características correspondientes al nematodo reniforme, podemos concluir entonces que la especie del género **Rotylenchulus** asociada a las plantas ornamentales de la región de la costa sur investigadas es **Rotylenchulus reniformis**. La clave final que se formó como resultado para llegar a la especie de **Rotylenchulus reniformis** se presenta en la sección de apéndices al final del documento.

7.2 VARIEDADES DE PLANTAS ORNAMENTALES AFECTADAS POR LA ESPECIE DETERMINADA Y EL AREA DE PROCEDENCIA:

En el Cuadro 8, se observan los cultivos en los que se encontró la especie determinada de **Rotylenchulus** y el área de procedencia.

Cuadro 8. Variedades de plantas ornamentales afectadas por la especie determinada y el área de procedencia.

| No | CULTIVO ASOCIADO | PROCEDENCIA |
|----|---|---------------------|
| 1 | Dracaena sanderiana | Escuintla |
| 2 | Sansevieria trifasciata var. Laurentii | Cuyuta, Masagua |
| 3 | Schefflera luceanne | Masagua, Escuintla |
| 4 | S. aureus var. Golden | Masagua y Escuintla |
| 5 | S. aureus var. Marble Q. | Masagua y Escuintla |

Los cultivos en los cuales no se encontró nematodos del género **Rotylenchulus**, se debe a la eliminación de las áreas productoras de ornamentales afectadas por el mismo, segundo por las poblaciones siempre muy mínimas y que fueron desapareciendo por medio del control químico aplicado en las fincas. La dispersión geográfica de la especie determinada en la zona de estudio se aprecia en la figura 9.

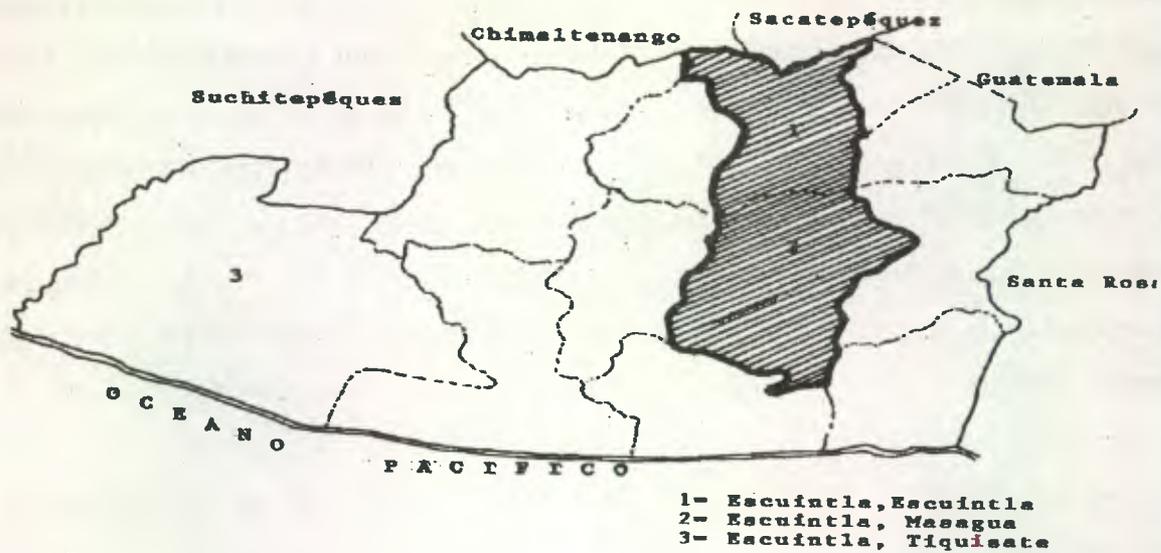


Figura 9. Dispersión de la especie determinada en el departamento de Escuintla.

7.2.1 RELACION PARASITO- HOSPEDERO:

Rotylenchulus reniformis es un endoparásito sedentario, en cuanto a su preferencia de hospedantes es polífago, alimentándose de un amplio rango de plantas. En la región estudiada se encontró dispersa la especie *R. reniformis* en los municipios de Escuintla y Masagua en el departamento de Escuintla.

Dentro de las plantaciones de ornamentales estudiadas se determinó a *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii* como el hospedante más susceptible por *Rotylenchulus reniformis*, encontrándose poblaciones de nematodos de hasta 13,260 especímenes/300cc de suelo en uno de los lotes muestreados en Cuyuta, mostrándose en la Figura 10 el comportamiento de los niveles poblacionales durante los muestreo.

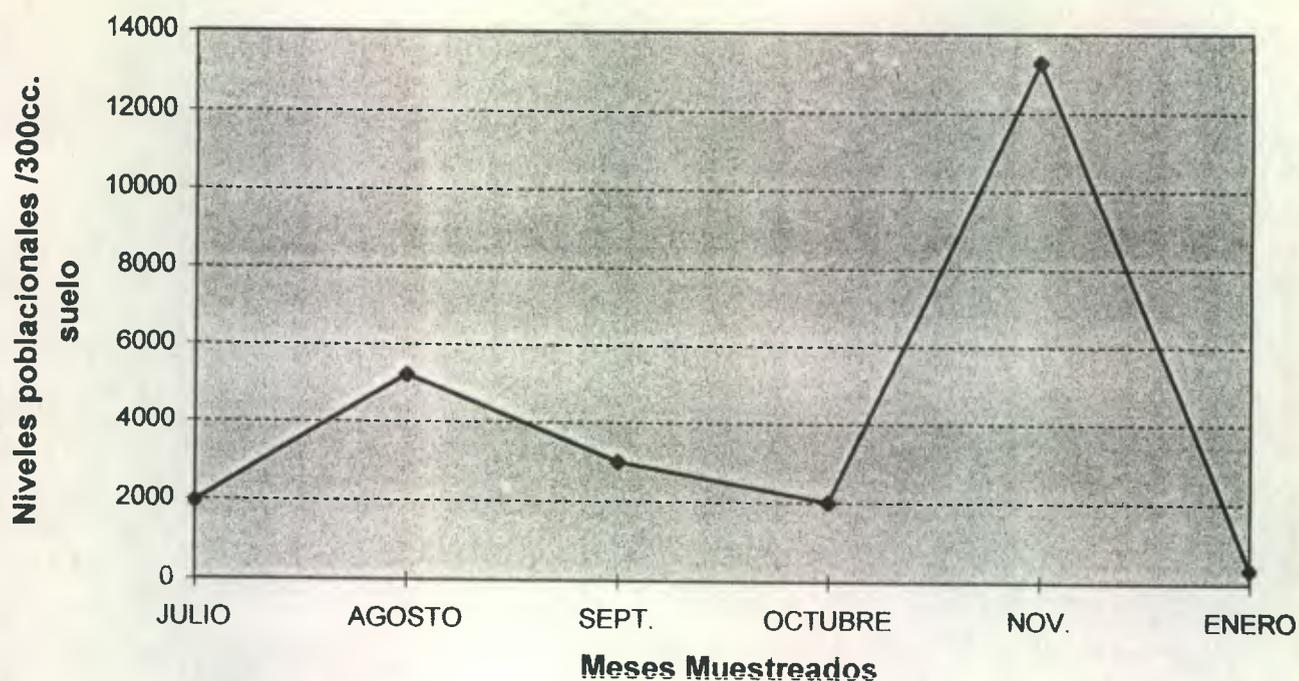


Figura 10. Niveles poblacionales de *Rotylenchulus reniformis* en *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii*.

En otros lotes de la misma región se encontraron niveles poblacionales muy parecidas de hasta 3,700 especímenes/300cc de suelo y 336 hembras maduras y larvas /10cc de raíz presentados en la Figura 11.

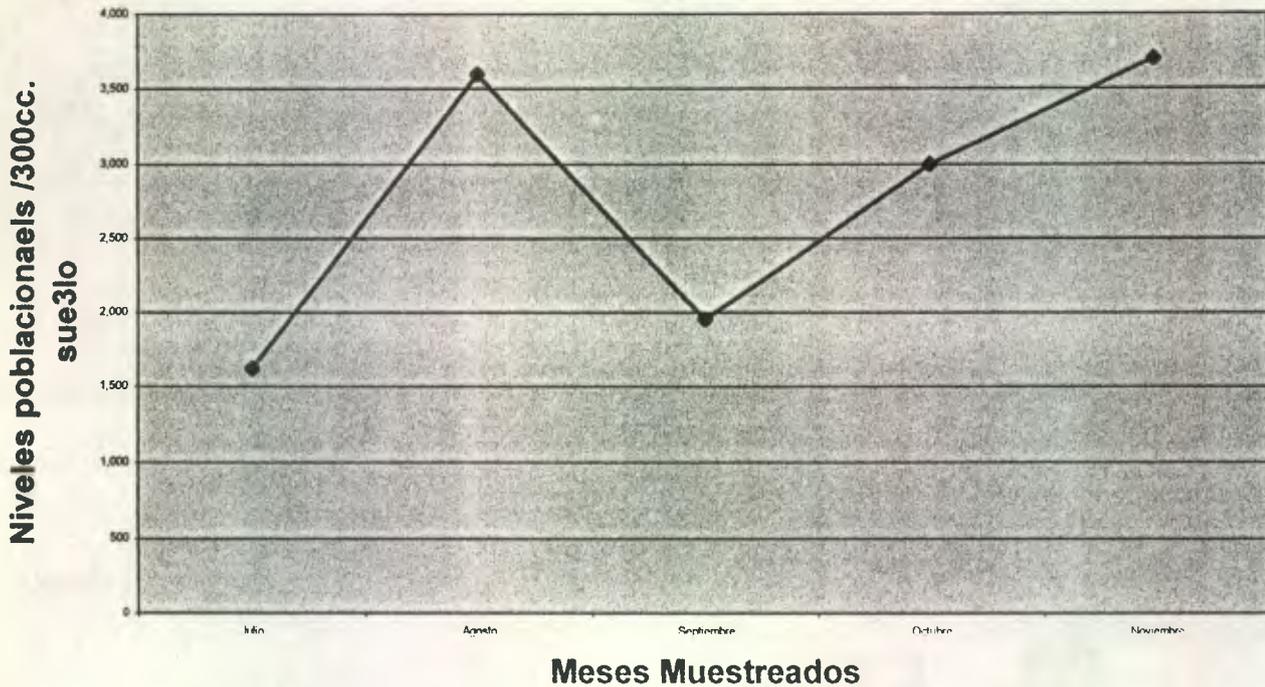


Figura 11. Niveles poblacionales de *Rotylenchulus reniformis* en diferentes lotes de *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii*.

La especie ornamental *Schefflera luceanne* se considera como otro cultivo susceptible por estos nematodos encontrándose poblaciones de hasta 3,900 especímenes inmaduros de hembras y machos/300cc de suelo y 263 hembras maduras/10cc de raíz. La figura 12 muestra los niveles poblacionales de éste cultivo encontrados en suelo.

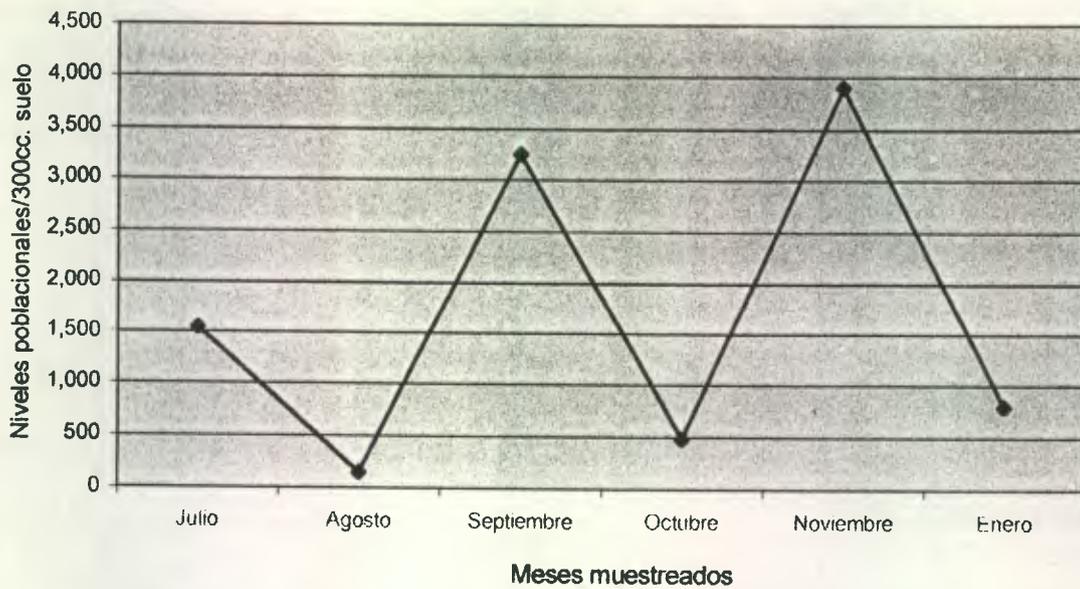


Figura 12. Niveles poblacionales de *Rotylenchulus reniformis* en *Schefflera luceanne*

En *Scindapsus aureus* var. **Golden** se encontraron hembras maduras una mínima cantidad. Podría decirse entonces que no apetece mucho las variedades de *Scindapsus aureus* estudiadas, observándose por medio de la Figura 13.

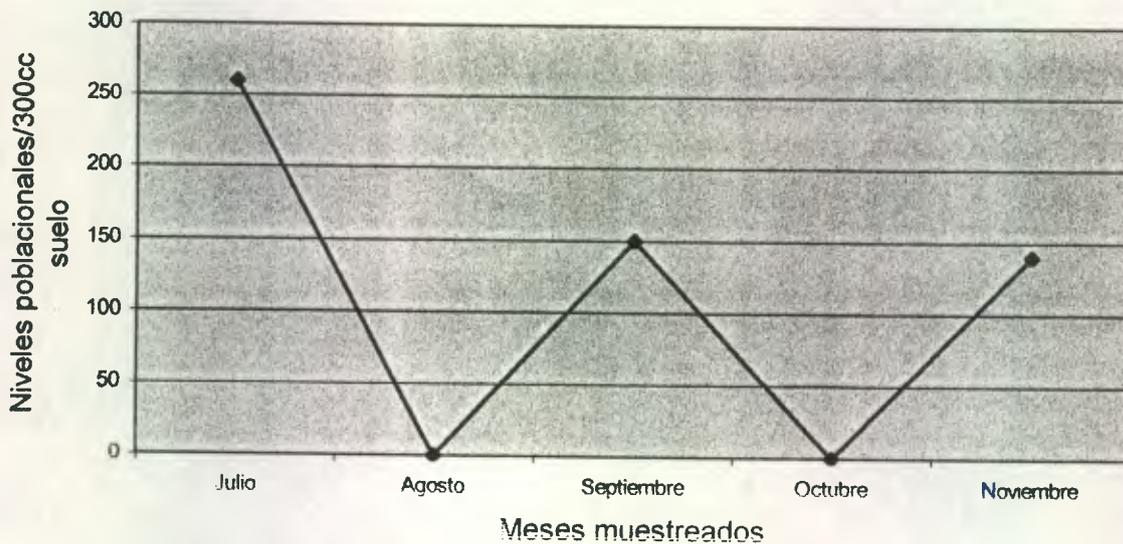


Figura 13. Niveles poblacionales de *Rotylenchulus reniformis* en *Scindapsus aureus* var. **Golden**

En referencia a *Scindapsus aureus* var. *Marble Queen*, se determinó que los niveles poblacionales de *Rotylenchulus reniformis* se encuentran en porcentajes bajos en comparación con las otras especies, mostrándose los diferentes niveles poblacionales durante los muestreos en la figura 14.

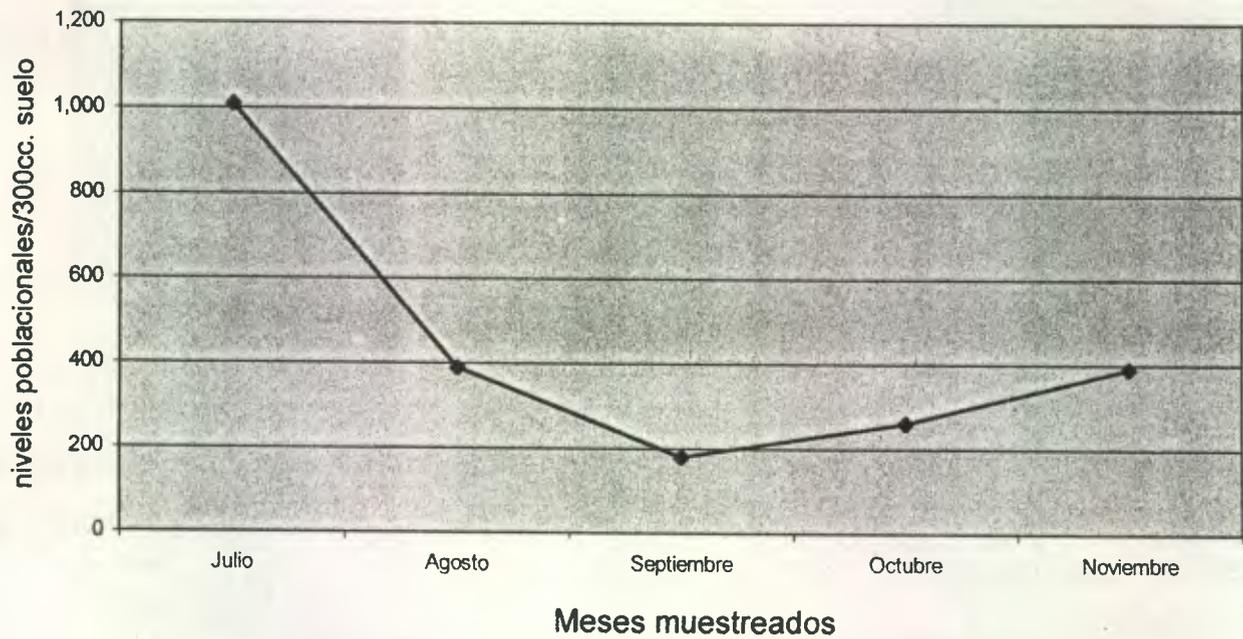


Figura 14. Niveles poblacionales de *Rotylenchulus reniformis* en *Scindapsus aureus* var. *Marble Queen*.

En la figura 15 se muestra los niveles poblacionales de la especie determinada en *Dracaena sanderiana* durante los muestreos, notando en la misma que se encontraron niveles poblacionales desde 160 hasta más de 800 nematodos /300 cc de suelo.

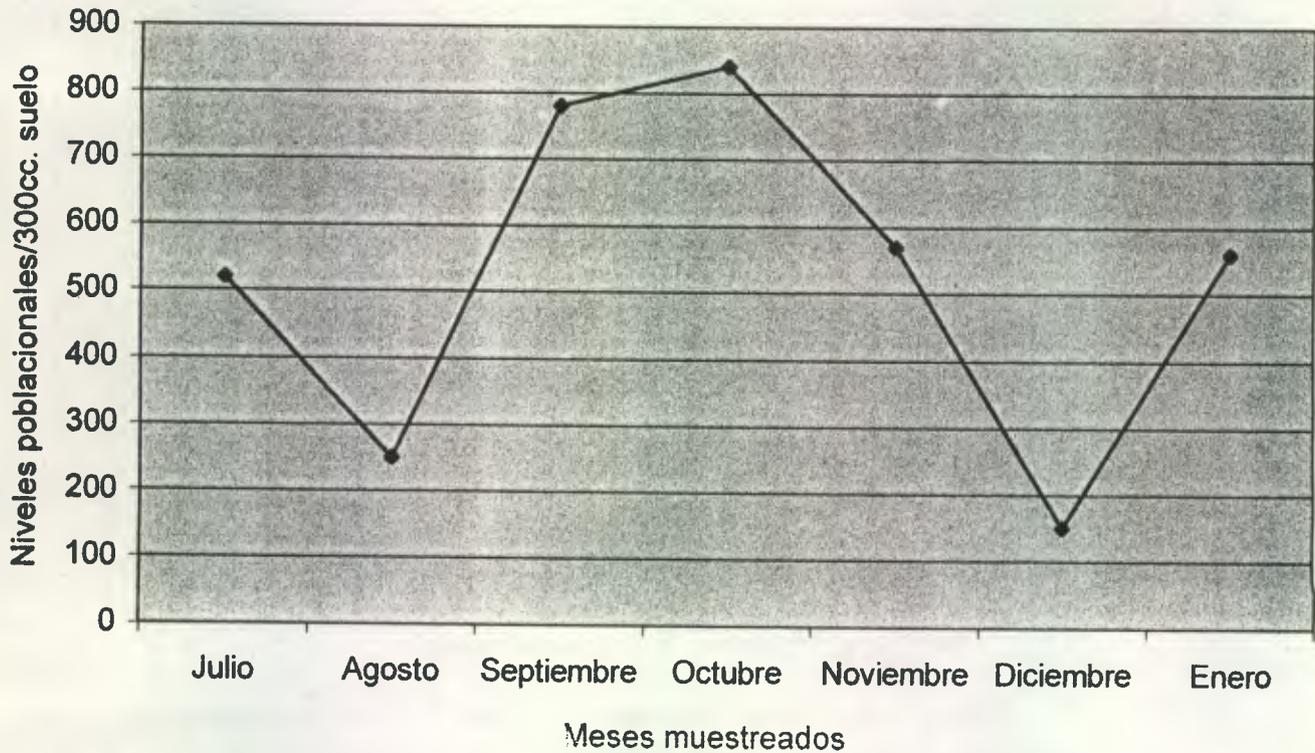


Figura 15. Niveles poblacionales de *Rotylenchulus reniformis* en en *Dracaena sandariana*.

En la Figura 16 se presenta la relación parásito-hospedante comparativa para todos los cultivos muestreados, en la cual se observa que los cultivos de *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii* y *Schefflera luceanne* se encontraron niveles poblacionales más elevados.

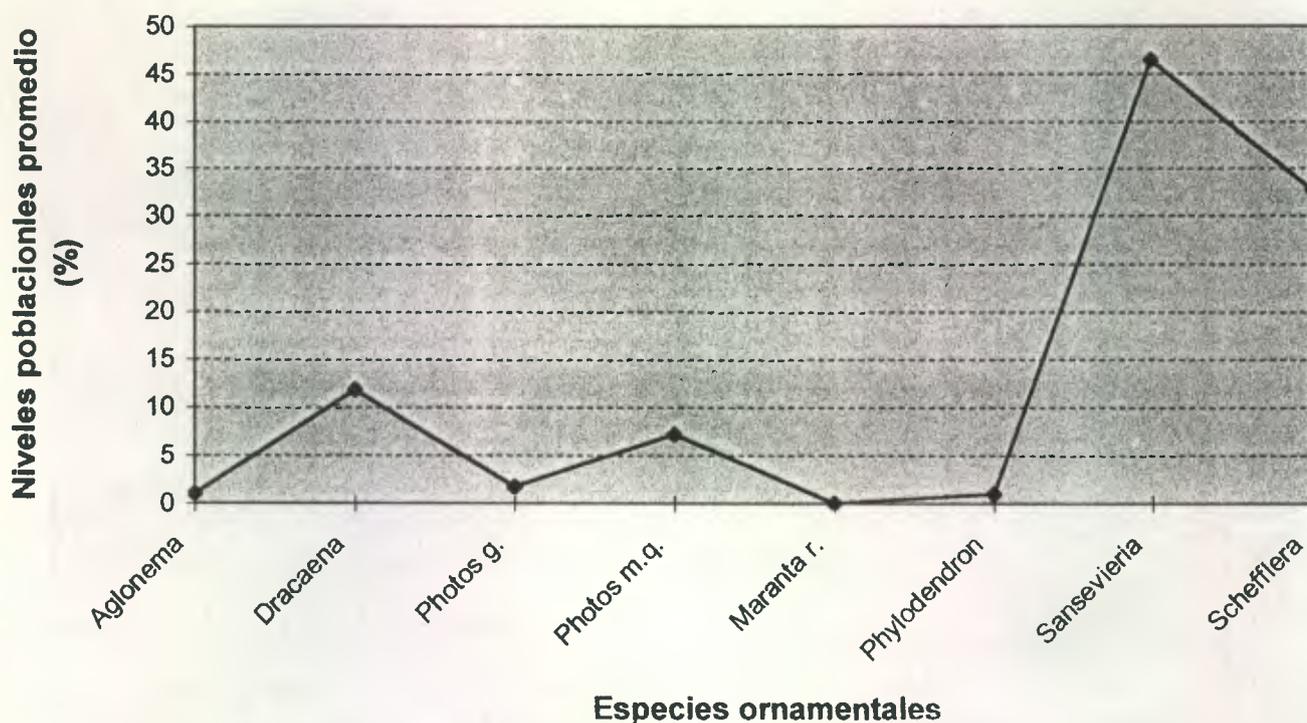


Figura 16. Relación Parásito-Hospedante en las plantas ornamentales trabajadas

7.2.2 RELACIÓN PARÁSITO-SUELO:

De acuerdo a los datos obtenidos y a las curvas de registro de población que reportan VIFINEX (Proyecto regional de fortalecimiento de vigilancia fitosanitaria de productos no tradicionales de exportación), se muestra en el Cuadro 9 que en suelos demasiado arcillosos las poblaciones tienden a disminuir y ser muy bajas, mientras que en suelos Francos o Franco-arenosos las poblaciones tienden a ser altas. En suelos arenosos donde se presentaron bajas poblaciones de *Rotylenchulus* puede ser debido a las aplicaciones frecuentes de nematicidas para el control de los mismos.

Cuadro 9. Relación parásito-textura del suelo en la región estudiada.

| N o | AREA DE ESTUDIO | TEXTURA | POBLACION DE <i>R. Reniformis</i> (# de especímenes/300cc Suelo) |
|--------|-------------------------|----------------|--|
| 1 | Escuintla, Escuintla | Franco-limoso | 850 |
| 2 | Masagua, Masagua | Franco arenoso | 3,900 |
| 3 | Masagua, Escuintla | Arcilloso | 260 |
| 4 | Cuyuta, Masagua | Franco arenoso | 3,700 – 13,260 |
| 5 | El semillero, Tiquisate | Franco | 115 |
| 6 | Chicacao, Suchitepéquez | Arenosa | 400 |

FUENTE: Curvas de población VIFINEX (Proyecto regional de fortalecimiento de vigilancia fitosanitaria de productos no tradicionales de exportación).

7.3 RELACIÓN MACHO-HEMBRA:

En la dinámica poblacional de este nematodo es muy importante considerar la relación de machos y hembras. Mediante muestreos mensuales de la misma área se comprobó que una población formada en más del 50% de hembras ó más del 50% es formada por machos tiende a descender. Los nematodos de *R. reniformis* son bisexuales, la relación de sexo apropiada es de 1:1 para que las poblaciones se mantengan, se asume la copulación en un punto, pero también en algunos casos hay evidencia de partenogénesis (36). Es evidente en los resultados, que la relación macho- hembra de nematodos *R. reniformis* en las variedad Golden de la especie *Scindapsus aureus* presentada en las Figura 17, son poblaciones formadas en su mayoría, por más del 50% de hembras, observándose en los últimos muestreos un pequeño descenso poblacional de nematodos.

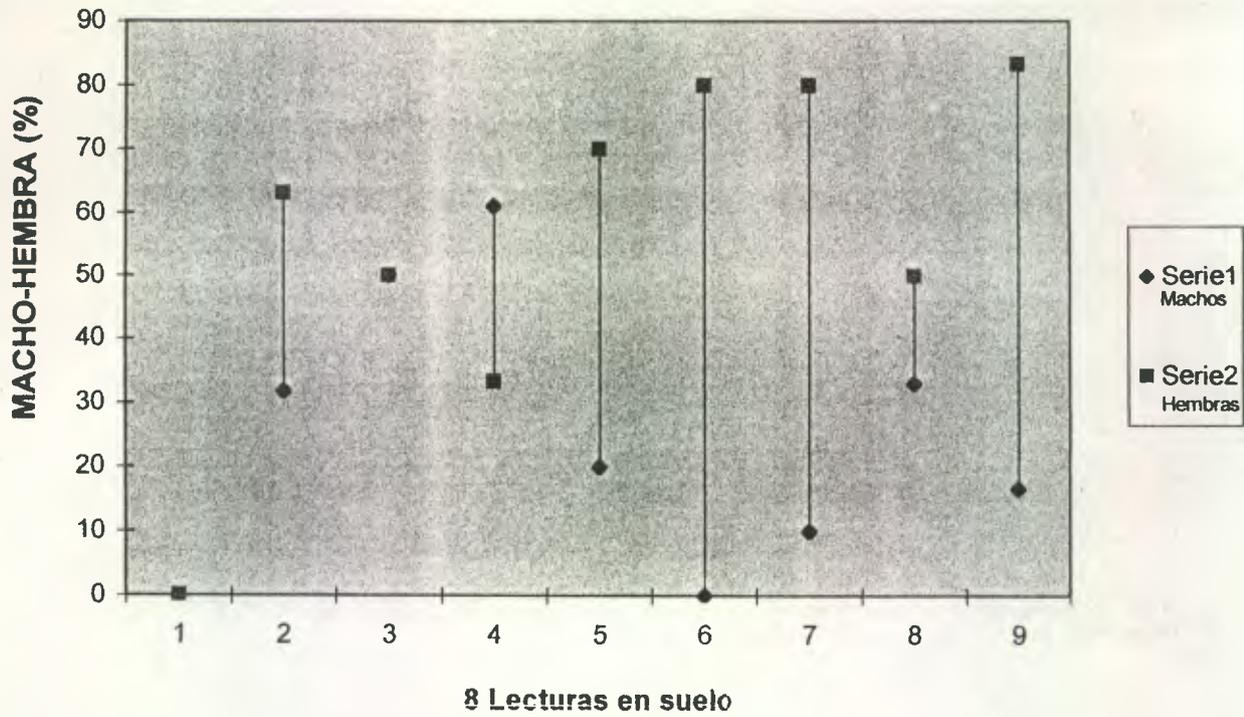


Figura 17. Relación macho-hembra en *Scindapsus aureus* var. golden.

En la figura 18 se observa también que en *S. aureus* var. **Marble Queen**, al igual que la variedad anterior, las poblaciones se encuentran formadas en su mayoría por hembras.

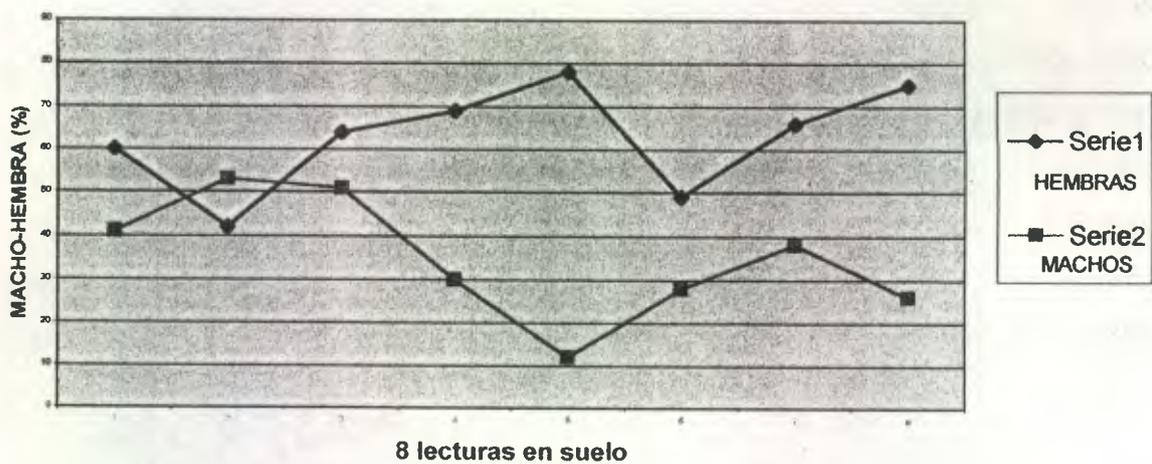


Figura 18. Relación macho-hembra en *Scindapsus aureus* var. Marble Queen.

Así también se observó en el cultivo de *Sansevieria trifasciata* var. *laurentii*, mostrada en la figura 19, las poblaciones están formadas entre machos-hembras más uniformes, permaneciendo y manteniéndose las poblaciones más elevadas en comparación a los cultivos anteriores.

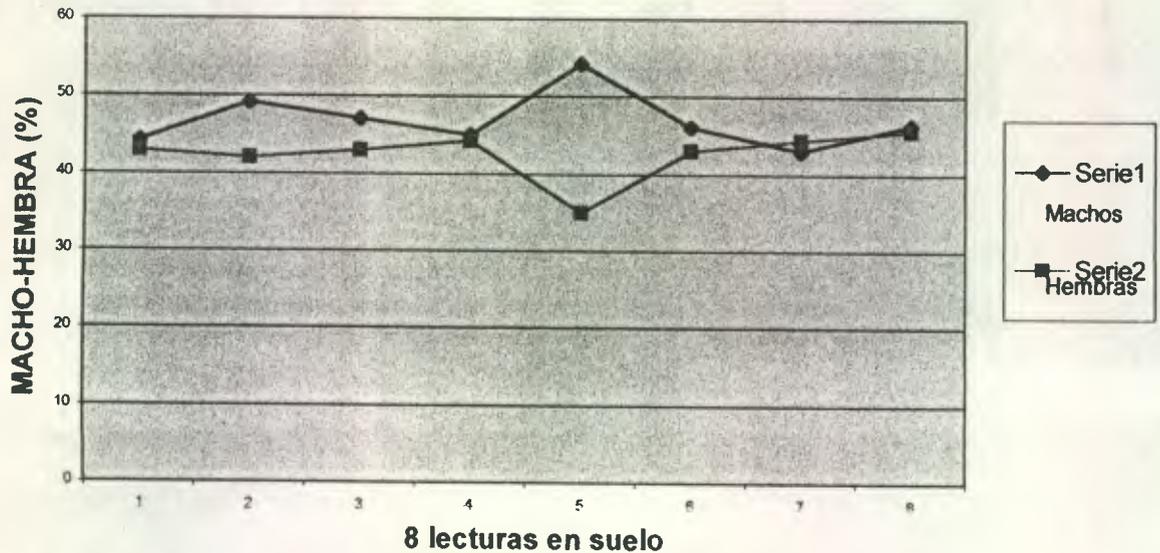


Figura 19. Relación macho-hembra en *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii*.

En el cultivo de *Schefflera luceanne* se observa en la figura 20 que las poblaciones están representadas en partes iguales para machos y hembras del nematodo reniforme, observando que al igual que *Sansevieria trifasciata* var. *Laurentii*, la población de *Rotylenchulus reniformis* se mantiene en este hospedante.

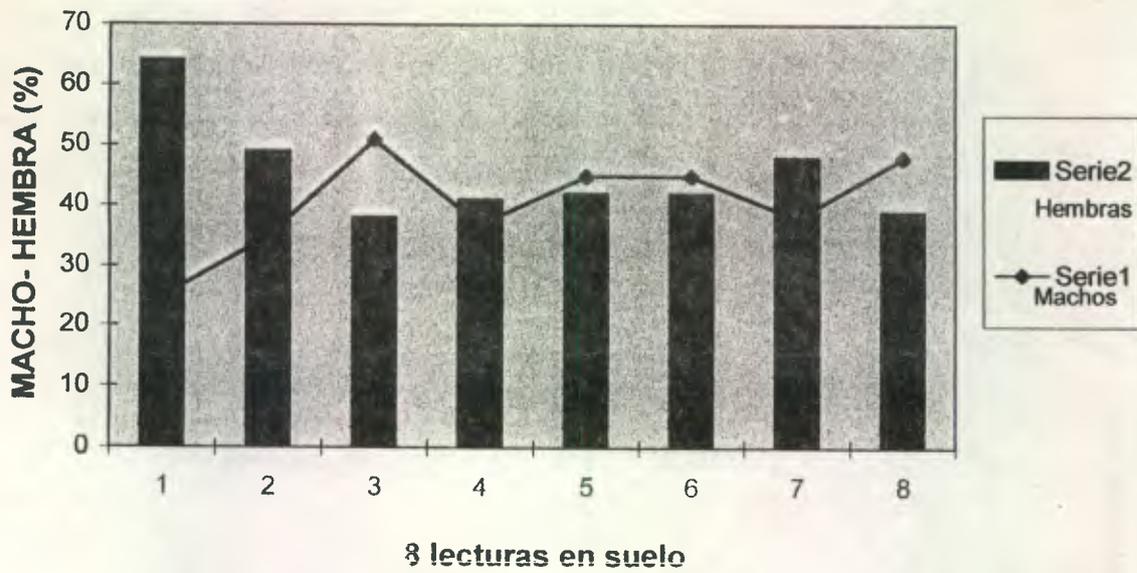


Figura 20. Relación macho-hembra en *Schefflera luceanne*

En la figura 21 se observa que la población de *Rotylenchulus reniformis* en *Dracaena sanderiana*, se manifiesta igual que en los dos cultivos mencionados anteriormente.

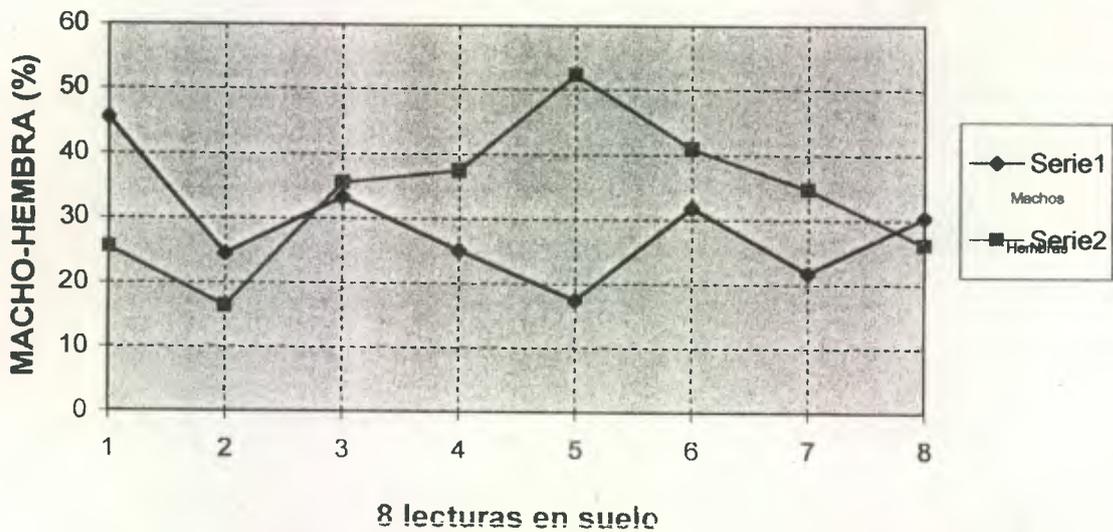


Figura 21. Relación macho-hembra en *Dracaena sanderiana*

De acuerdo a las lecturas realizadas para los cultivos de *Sansevieria trifasciata var. Laurentii*, *Dracaena sanderiana* y *Schefflera luceanne*, la relación macho - hembra se mantiene dentro de lo apropiado, según nuestros resultados. Las poblaciones de nematodos en el cultivo de *Scindapsus aureus var. Golden* fueron descendiendo un poco puesto que la población las hembras superan a la población de machos, observándose al mismo tiempo una escasa cantidad de larvas. En La figura 22 se muestra la relación M-H en todos los cultivos estudiados.

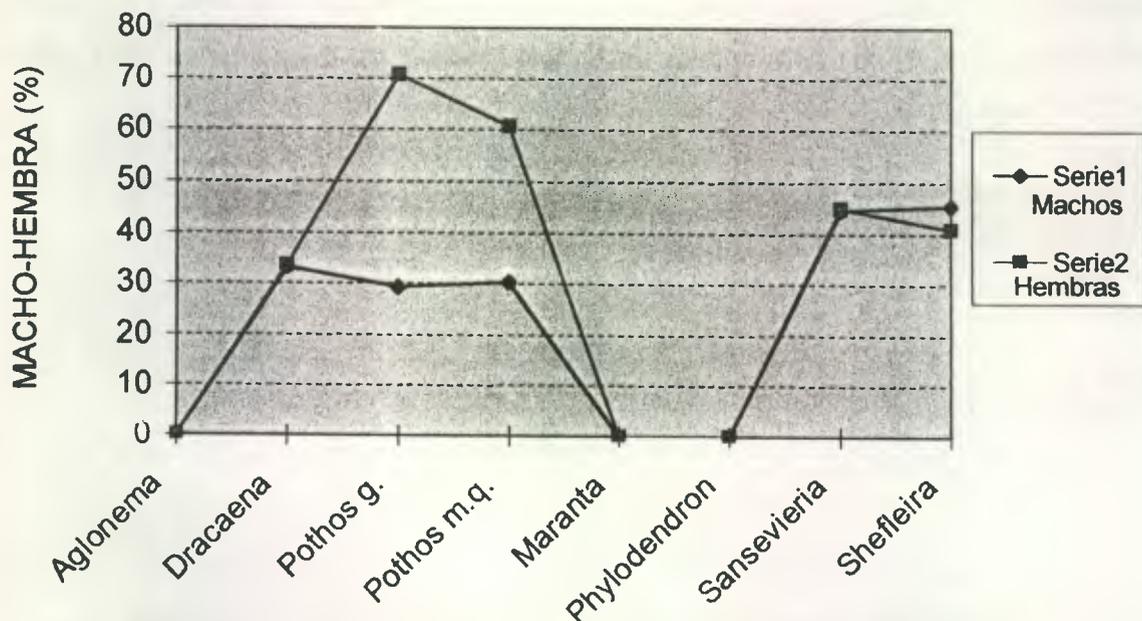


Figura 22. Relación macho-hembra en las especies de plantas ornamentales trabajadas

7.4. RELACIÓN CLIMA - DISTRIBUCIÓN DE *ROTYLENCHULUS RENIFORMIS*:

En relación al clima, la región del municipio de Escuintla y el municipio de Chicacao del departamento de Suchitepéquez, presentan clima muy húmedo cálido, las altitudes sobre el nivel del mar (346.91 m.s.n.m. y 505.91 m.s.n.m. respectivamente) son más elevadas en comparación a los demás sitios de estudio se encontró a *Rotylenchulus reniformis* ampliamente distribuido. En las áreas del municipio de Masagua (Masagua y aldea de Cuyuta en Masagua) y el municipio de Tiquisate en el departamento de Escuintla: donde prevalece el clima húmedo cálido, también se encontró ampliamente distribuido el nematodo reniforme. En toda la región estudiada prevalece el mismo tipo de clima "Cálido", por lo tanto la especie de *R. reniformis* es encontrada en casi todas las áreas estudiadas.

8. CONCLUSIONES

1. En base a las características anatómicas y morfométricas de los nematodos del género ***Rotylenchulus*** en la región de la costa sur de Guatemala, se determina que la especie presente corresponde a ***Rotylenchulus reniformis***.
2. ***R. reniformis*** se encuentra dispersa en los municipios de Escuintla y Masagua del departamento de Escuintla.
3. Las especies de plantas ornamentales afectadas por ***R. reniformis*** en la región bajo estudio son: ***Dracaena sanderiana***, ***Sansevieria trifasciata var. laurentii***, ***Schefflera luceanne***, ***Scindapsus aureus var. Golden y Marble Queen***.
4. Las poblaciones de ***R. reniformis*** en las plantas ornamentales asociadas fueron más elevadas en las especies de ***Sansevieria trifasciata var. laurentii*** y ***Schefflera luceanne***, encontrándose poblaciones de hasta 13,260 nematodos/300cc de suelo y 3,900 nematodos /300cc de suelo respectivamente.
5. La relación macho-hembra en el cultivo de ***Scindapsus aureus*** variedades **Golden y Marble Queen** están formadas en su mayoría por hembras y en los cultivos de ***Sansevieria trifasciata var. laurentii*** principalmente, ***Schefflera luceanne*** y ***Dracaena sanderiana*** la relación macho-hembra es más uniforme, permaneciendo y manteniéndose las poblaciones más elevadas en comparación a los cultivos anteriormente mencionados.

9. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios de la dinámica poblacional en cada cultivo de los que se detectó.
2. Realizar estudios de análisis de riesgo de presencia de nematodos en plantas para exportación dado a que este se encuentra en cuarentena.
3. Realizar remuestreos en las áreas donde se asumía la presencia del nematodo **Rotylenchulus** para confirmar con mayor exactitud la presencia del mismo.
4. Realizar estudios sobre el ciclo de vida de **Rotylenchulus reniformis** en los cultivos de mayor importancia para obtener información que pueda servir de referencia en la aplicación efectiva del manejo de la plaga.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. AGRIOS, G.N. 1991. Fitopatología. México. Limusa. 530 p.
2. ALVAREZ V., G.A. s.f. Nematodos fitopatógenos; prácticas de laboratorio 1 y 5. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. p. var.
3. _____; SAMAYOA J., J.O. 1997. Guía de prácticas de laboratorio de fitopatología I. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. p. 40-74.
4. BARRIOS GARCIA, A. 1985. Dinámica de población de nematodos fitoparásitos del cafeto. en finca Patio de Bolas, San Felipe Retalhuleu. Guatemala. Colegio de Ingenieros Agrónomos de Guatemala. p. 25-28.
5. BLESSINGTON, T. M.; COLLINS, P. C. 1993. Foliage plants, prolonging quality, post production. Illinois, USA.. Ohio State University. 220 p.
6. BURROWING AND reniform nematode quarantine.
(<http://pl.cdfa.ca.gov/pqm/manual/315.htm>).
7. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. Instituto Nacional Forestal. 42 p.
8. DECKER, H. 1981. Phytonematology; plant nematodes and their control. Virginia, USA, Amerind Publishing. p. 243-245.
9. DOMINGUEZ VILLATORO, A.E. 1994. Estudio de la dinámica poblacional de los nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), en la finca Casa Blanca, municipio de San Andrés Villaseca, Retalhuleu. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 56 p.
10. GOUGE, D.H. Biocontrol of *Pectinophora gossypiella* using entomopathogenic nematodes in the families Steinernematidae and Heterorhabditidae. Phoenix, Arizona, USA, Western Cotton Research Laboratory. 1p.
(<http://nematode.unl.edu/nemaquar/rn.htm>).
11. GRAJEDA CORADO, A. DE J. 1993. Determinación y control químico de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en el valle de La Fragua, Zacapa, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 60 p.
12. GREMIAL DE EXPORTADORES DE PRODUCTOS NO TRADICIONALES. s.f. Marco legal Internacional. Guatemala. s.p.
13. _____ 1.998. Informe anual de importaciones y exportaciones de plantas ornamentales.

Guatemala. 23 p.

14. _____; UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE AGRONOMIA; GUATEMALA. MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN. s.f. Estrategias para evitar rechazo de embarques de plantas ornamentales por la presencia de nematodos. Guatemala. s.p.
15. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1980. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. tomo 2. p. 598 – 600.
16. GUATEMALA. MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN; ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA. PROYECTO DE FORTALECIMIENTO DE VIGILANCIA FITOSANITARIA DE PRODUCTOS NO TRADICIONALES DE EXPORTACION. 1.999. Manual técnico de fitosanidad en plantas ornamentales y follajes; proyecto regional de fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria en cultivos de exportación no tradicionales. Guatemala. p. 90.
17. JOINER, J.N. 1981. Foliage plant production. Englewood, USA. University of Florida. 614 p.
18. KIRYANOVA, E.S.; KRALL, E.L. 1980. Plant-parasitic nematodes and their control. Indira Kohli, Springfield, Virginia, USA. General editor dr. V.S. Kothekar. 456 p.
19. LUC, M.; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. 1990. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Edited by Michel Luc, Richard A. Sikora, John Bridg. London. CAB. International Institute of Parasitology. 700p.
20. MAI, W.F.; LYON, H.H. 1975. Pictoral key to genera of plant-parasitic nematodes. 4 ed. New York, USA. Richard E. Rosebaum. 289 p.
21. MARBAN MENDOZA, N. 1987. Fitonematología; manual de laboratorio. Montecillos, México. Colegio de Postgrados. Centro de Fitopatología. 248 p.
22. MC GAWLEY, E.; MC LEAN, K.; LAWRENCE, G.; STARR, J.L.; CHEN, Y.; LEWIS, S.; NOEL, G.; TIMPER, P.; EISENBACK, J.; RIGGS, R.; ROBBINS, R.; JOHNSON, C., HUSSEY, R., DAVIS, E.; DICKSON, D., KNAPP, F. 1999. S282 regional nematology research project annual report. (<http://eppsener.aq.utr.edu/s282/AnnRpt.htm>).
23. MOLZER, V. 1978. Plantas de jardín. 2 ed. Madrid, España. Susaeta. 235 p.
24. NEMATODE MANAGEMENT for nursery crops (ornamentals and planting stock of fruits and nuts). (http://edis.ifas.ufl.edu/body_NG011).
25. NEMATODES. (<http://ardeath.biosci.ug.edu.au/ibwc/nematodes.htm>).
26. PEDROZA SANDOVAL, A. 1998. Métodos estadísticos aplicados a la fitopatología.

Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Centro de Estadística y Cálculo. 104 p.

27. PEREZ CONTRERAS, L.E. 1975. Determinación de las especies de nematodos asociados al cultivo de banano (*Musa sapientum* L.) y otras musáceas en el área de Morales y Entre Ríos, departamento de Izabal, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 41 p.
28. PESTS. (http://hort.purdue.edu/newcrop/morton/papaya_ars.htm).
29. RENIFORME NEMATODE quarantine. (<http://pwa.ars.USDA.gov/wcri/labcwg/gouge.htm>).
30. SASSER, F. 1987. Nemátodos más importantes del mundo; manual de información. Guatemala. Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales. 8 p.
31. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
32. STANDLEY, P.C.; STEYERMARCK, J.A. 1958. Flora of Guatemala. Chicago, USA. Chicago Natural History Museum. Fieldiana: Botany. v.24, pte. 3. p. 80-81.
33. TAYLOR, A.L. 1971. Introducción a la nematología vegetal aplicada. Roma, Italia, FAO. 135 p.
34. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE. 1987. Manual e ecología vegetal. Alta Verapaz. Cobán, Guatemala. p. 15-26.
35. VASQUEZ CALLOZO, I. 1989. Identificación y dinámica de población de nemátodos fitoparásitos y de otros fitopatógenos en *Pinus hertwegii* en el eje neovolcánico. Montecillo, México. Cecsa. p. 33-41.
36. WILLMOTT, S.; GOOCH, P.S.; SIDDIQI, M.R.; FRANKLIN, M. 1972. Descriptions of plant-parasitic nematodes. Editor Sheila Willmott. London, England, ed. William Clowes. s.p.



No. B₀ Rolando Barrios

11. APENDICE

ROTYLENCHULUS
RENIFORMIS

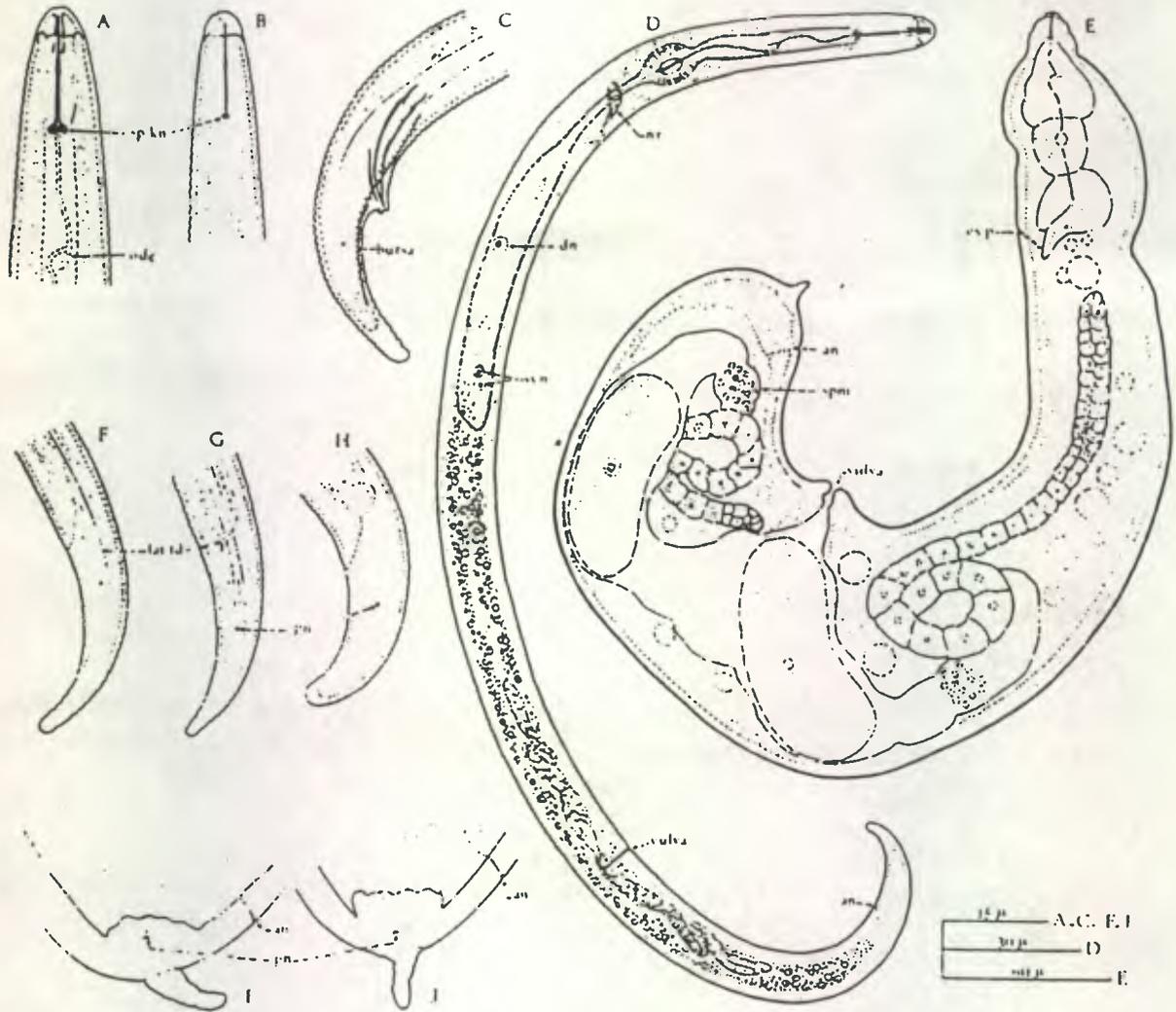


FIGURA 1: *Rotylenchulus reniformis*. (1) región cefálica, (2) Glándula esofágica, (3) Vulva, (4) hembra madura, (5) Labios vulvares.

ROTYLENCHULUS PARVUS

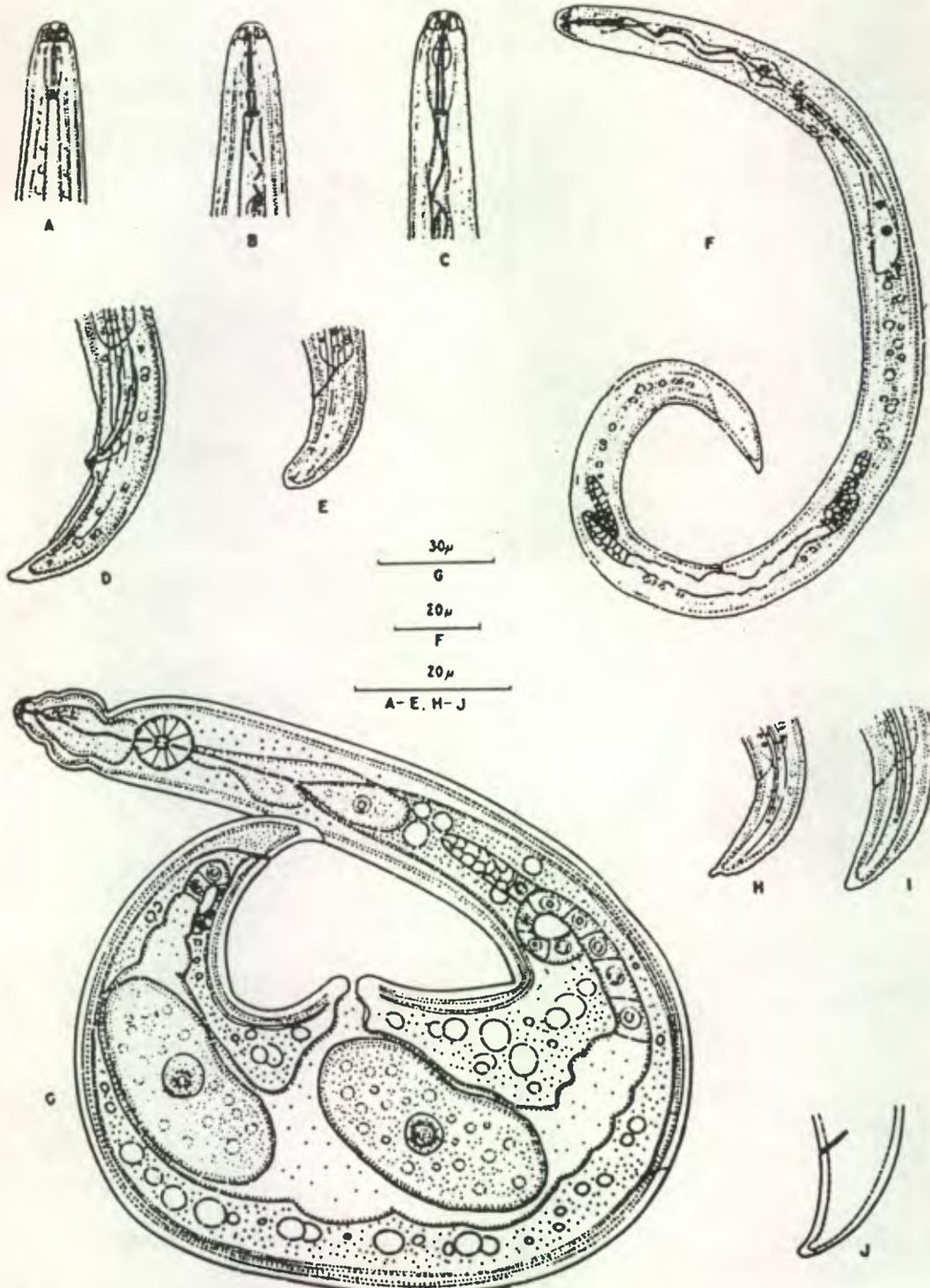


FIGURA 2: *Rotylenchulus parvus*. A. Male, head end. B. Larva, head end. C. Immature female, head end. D. Male tail. E. Larval tail. F. Immature female. G. Mature female. H, I. Tails of immature females. J. Tail of mature female. (from Dasgupta et al., 1968, courtesy Helminthological Society of Washington.)

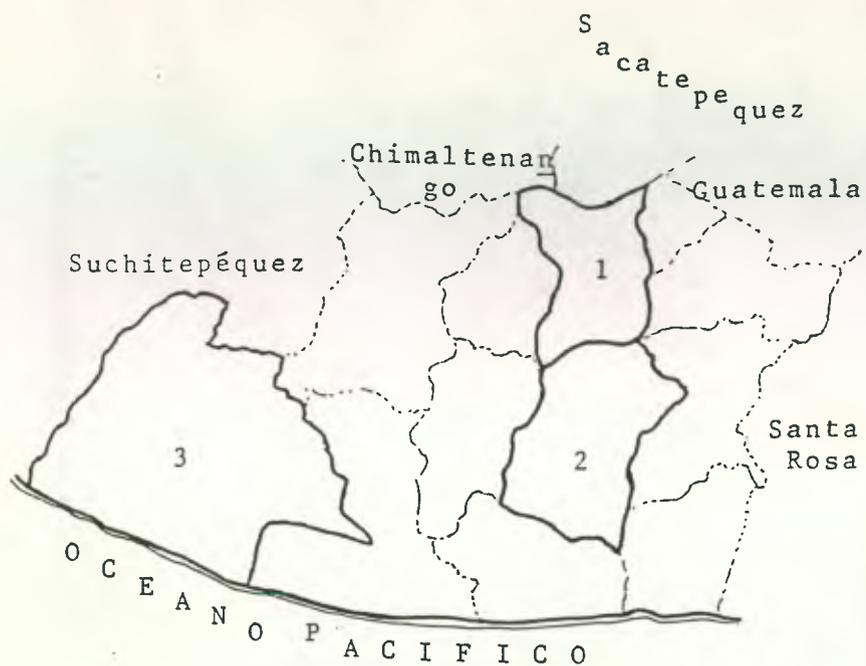


FIGURA 4a. MAPA DE ESCUINTLA MOSTRANDO EL AREA DE ESTUDIO.

- 1= Escuintla
- 2= Masagua
- 3= Tiquisate.

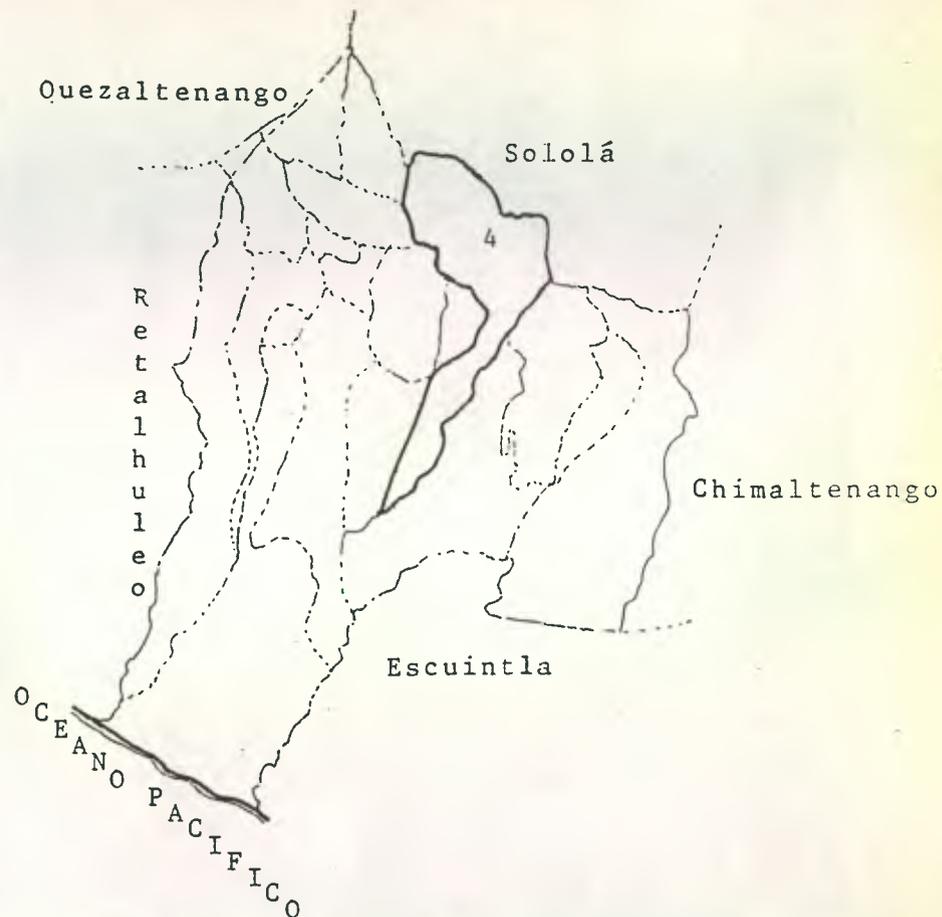


FIGURA 4b.. MAPA DE SUCHITEPEQUEZ MOSTRANDO EL AREA DE ESTUDIO.

- 4= Chicacao

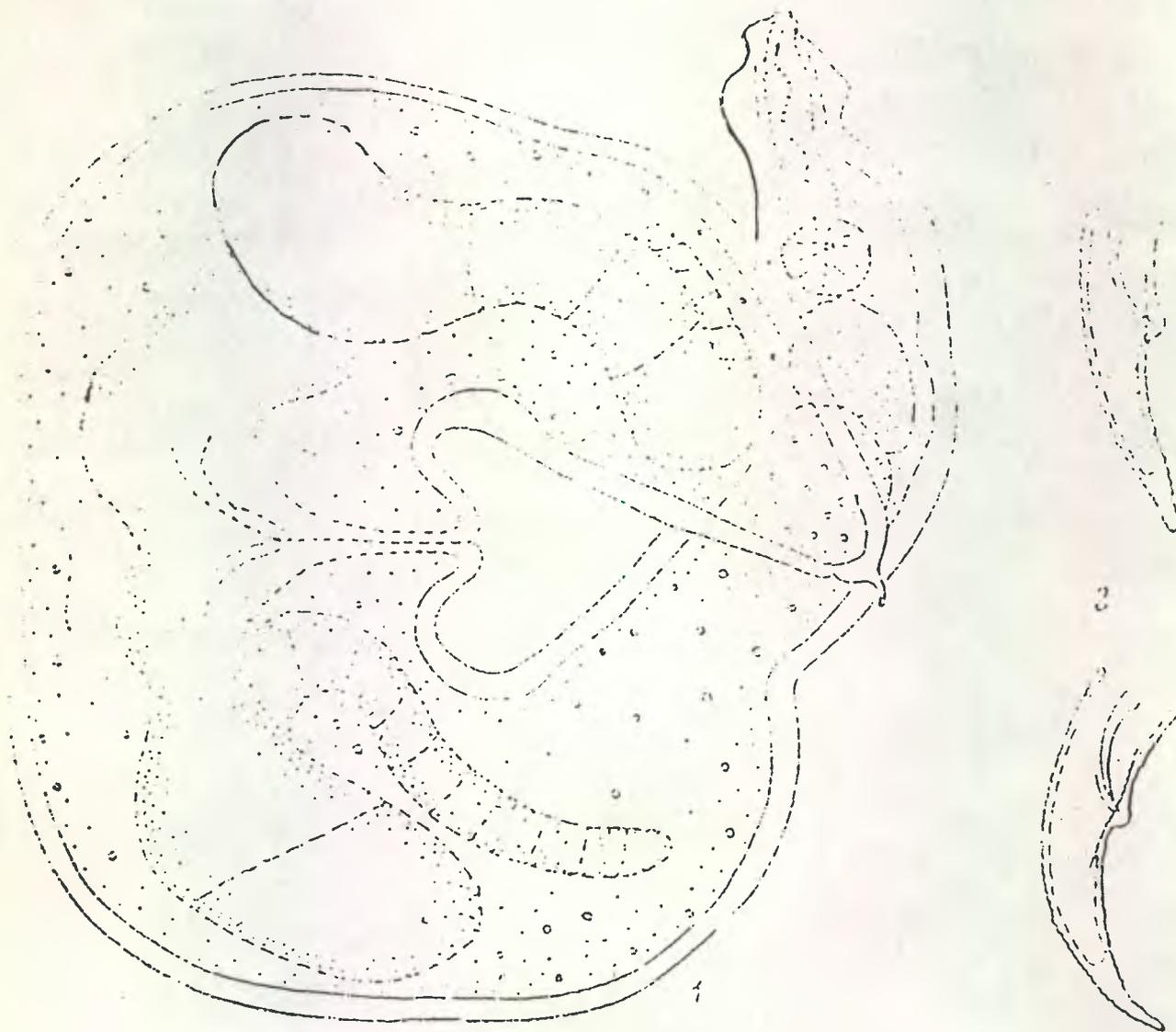


FIGURA 3. *Rotylenchulus borealis*. 1) Hembra 2) Variaciones en la parte final del Cuerpo del macho.



United States
Department of
Agriculture

Animal and Plant Health
Inspection Service
International Services

U.S. Embassy, Guatemala
Tele: (502) 331-2036; 332 2037
Fax: (502) 333 5446

Helicotylenchus sp. (Solo pocos especímenes).

Aphelenchus avenae

Pocos nematodos de vida libre en el suelo de ambos grupos Dorylaimidae y Rhabditidae.

5. Muestra en desconocido: Masagua 2

Rotylenchulus reniformis (Basado en hembras inmaduras, juveniles y machos, no se encontraron hembras maduras).

Pocos nematodos de vida libre en el suelo de ambos grupos Dorylaimidae y Rhabditidae.

Los cinco viales contenían una alarmante alta población del nematodo reniforme (*Rotylenchulus reniformis*). No se recuperó ninguna hembra madura en ningún vial. Las hembras maduras con forma de riñón de donde deriva el nombre común, nematodos reniformes, tienen una distribución mundial y sus registros de hospederos son numerosos y diversos. Su ocurrencia general y gran potencial económico como patógenos de vegetales los hace especialmente importantes.

Esperando que ésta información le sea de utilidad, me suscribo.

Atentamente,

Luis A. Caniz T.
Especialista Fitosanitario
USDA APHIS IS



APHIS - Protecting American Agriculture
An Equal Opportunity Employer

4a. Avenida 12-62 Zona 10
aphis@guate.net
lcانيز@aphisguate.com



United States
Department of
Agriculture

Animal and Plant Health
Inspection Service
International Services

U.S. Embassy, Guatemala
Tele: (502) 331-2036; 332 2037
Fax: (502) 333 5446

Guatemala Abril 16 del 2,001

Ing. Agr.
Gustavo Alvarez
Subárea de Protección
FAUSAC

Apreciado Ing. Alvarez:

A través de la presente me permito transmitir los resultados de determinación de especies de nematodos proporcionados por el Dr. Zafar Handoo, quien tuvo la fineza de realizar el trabajo de determinación en ARS en los cinco viales que se sospechaba contenían *Rotylenchus*.

Vial #

1. Muestra de *Scindapsus*
Rotylenchulus reniformis (Basado en hembras inmaduras, juveniles y machos, no se encontraron hembras maduras).
Helicotylenchus sp. (solo pocos especímenes).
Quinisulcius sp. (solo 1 juvenil)
Pocas formas de vida libre de ambos grupos Dorylaimidae & Rhabditidae.
2. Muestra en *Schefflera*
Rotylenchulus reniformis (Basado en hembras inmaduras, juveniles y machos, no se encontraron hembras maduras).
Xiphinema sp (1 solo Juvenil).
Pocos nematodos de vida libre en el suelo de ambos grupos Dorylaimidae y Rhabditidae.
3. Muestra en *Sanseveria*
Rotylenchulus reniformis (Basado en hembras inmaduras, juveniles y machos, no se encontraron hembras maduras).
Helicotylenchus sp. (Solo pocos especímenes).
Quinisulcius sp. (Solo 1 hembra).
Pocos nematodos de vida libre en el suelo de ambos grupos Dorylaimidae y Rhabditidae.
4. Muestra en desconocido Masagua 1
Rotylenchulus reniformis (Basado en hembras inmaduras, juveniles y machos, no se encontraron hembras maduras).



APHIS - Protecting American Agriculture
An Equal Opportunity Employer

4a. Avenida 12-62 Zona 10
aphis@guate.net
caniz@aphisguate.com

CLAVE-RESUMEN FORMADA EN BASE A LOS RESULTADOS DE LAS CARACTERISTICAS ANATÓMICAS Y MORFOLÓGICAS DE ROTYLENCHULUS RENIFORMIS.

1. Hembras maduras en forma de riñón, cuerpo ventralmente arqueado, en semicírculo.
 2. Longitud del cuerpo de 460 micras.
 3. Relación del largo total del cuerpo contra el ancho del cuerpo de 4.54.
 4. Estilete con longitud de 16.5 micras.
 5. Bulbo medio ovalado, con diámetro horizontal de 22.91 micras.
 6. Posición de la vulva en relación al largo del cuerpo 70.62%
 7. Ancho del cuerpo en la región de la vulva 116.5 micras.
 8. Cola redondeada, con una espina o proyección de 9.31 micras.
-
1. Hembras inmaduras filiformes que toman forma de "C" cuando muertas o en reposo, con una longitud 0.41 mm.
 2. Estilete con longitud de 16 micras, nódulos basales redondeados.
 3. Relación entre la distancia del orificio de la glándula esofágica a la base del estilete en relación al largo del estilete de 83.33%
 4. Bulbo medio ovalado, aparatos valvulares prominentes.
 5. Largo total del cuerpo en relación a la distancia del inicio a la base de la glándula esofágica de 3.5.
 6. Posición de la vulva en relación al largo del cuerpo 68%.
 7. Cola delgada y corta, forma conoide y terminación redondeada.
 8. Largo del cuerpo en relación al largo de la cola 15.27.
 9. Largo total de la cola en relación al ancho del cuerpo a la altura del ano 2.75.
-
1. Machos con longitud de 0.39 mm.
 2. Largo total del cuerpo en relación al ancho del cuerpo 23.65.
 3. Estilete delgado y débil de 15.06 micras de longitud.
 4. Largo total del cuerpo en relación a la distancia del inicio a la base de la glándula esofágica 3.93.
 5. Espícula delgada y alargada, ventralmente arqueada, de 20 micras de longitud.
 6. Cola conoide y delgada.

7. largo total del cuerpo en relación al largo de la cola 15.70.
 8. Gubernáculo lineal , no sobresaliente y ala caudal reducida sin extenderse hasta la punta de la cola.
-
1. Larva con longitud de 0.39 mm.
 2. Largo total del cuerpo en relación al ancho máximo del cuerpo 21.57.
 3. Largo total del cuerpo en relación a la distancia del inicio a la base de la glándula esofágica 3.95.
 4. Largo total del cuerpo en relación al largo de la cola 16.77.



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "DETERMINACION DE LA ESPECIE DEL NEMATODO Rotylenchulus ASOCIADA A PLANTAS ORNAMENTALES EN LOS MUNICIPIOS DE ESCUINTLA, MASAGUA Y TIQUISATE EN ESCUINTLA Y EN EL MUNICIPIO DE CHICACAO, SUCHI-TEPEQUEZ".

DESARROLLADA POR LA ESTUDIANTE: INGRID EUGENIA CARDONA FUENTES

CARNET No: 9114163

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Jorge Omar Samayoa Juárez
Ing. Agr. José Humberto Calderón Díaz
Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


Ing. Agr. Gustavo Adolfo Alvarez Valenzuela
A S E S O R

Ing. Gustavo A. Alvarez V.
INGENIERO AGRONOMO
Colegiado 1556


Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E


Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O



cc:Control Académico
IIA.
Archivo
AO/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794
e-mail: liusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>