

RECONOCIMIENTO DE ESPECIES DE *Meloidogyne* EN  
TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betacea*) Y LULO (*Solanum quitoense*) EN LA  
ZONA NORTE DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

FERNANDO ALEXANDER GARCIA BASTIDAS  
BEATRIZ JULIANA OBANDO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
INGENIERIA AGRONÓMICA  
PASTO – COLOMBIA  
2005

RECONOCIMIENTO DE ESPECIES DE *Meloidogyne* EN  
TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betacea*) Y LULO (*Solanum quitoense*) EN LA  
ZONA NORTE DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

FERNANDO ALEXANDER GARCIA BASTIDAS  
BEATRIZ JULIANA OBANDO

TESIS DE GRADO PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OPTAR AL TITULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

PRESIDENTE DE TESIS  
I.A. M. Sc. CARLOS ARTURO BETANCOURTH GARCIA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
INGENIERIA AGRONÓMICA  
PASTO – COLOMBIA  
2005

## APROBACIÓN

El trabajo de tesis desarrollado bajo el nombre de “RECONOCIMIENTO DE ESPECIES DE *Meloidogyne* EN TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betacea*) Y LULO (*Solanum quitoense*) EN LA ZONA NORTE DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO”, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, fue **APROBADO** por su director y el jurado calificador.

Atentamente,

---

I.A. M. Sc. Javier García Alzate  
Delegado Comité Asesor

---

I.A. M. Sc. Claudia Salazar  
Jurado de tesis

---

I.A. M. Sc. Carlos Mosquera  
Jurado de Tesis

San Juan de Pasto, 25 de octubre de 2005

Dedicado a:

A mi madre Bertha Bastidas.

**Fernando Alexander García Bastidas.**

Dedicado a:

A mi madre Fabiola Obando, a la memoria de mi abuela Beatriz Mora, a mis hermanos, familia y amigos.

**Beatriz Juliana Obando.**

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor Fernando Alexander García Bastidas agradece a:

A mi madre, Berta Bastidas por su esfuerzo, dedicación y apoyo brindado a lo largo de mi carrera y por darme la posibilidad de ser un profesional.

A mi hermano, Nevar García por su apoyo incondicional en todo momento.

A mis abuelos Félix Bastidas y Berta Pérez por su gran colaboración.

A mi prima Luisa Fernanda, por su afecto y ternura que sirvieron de motivación para la culminación de este proyecto.

I. A. M. Sc. Carlos Betancourth por su colaboración y amistad durante el desarrollo de esta investigación.

I. A. M. Sc. Javier García por sus enseñanzas y por su valiosa amistad.

I. A. M. Sc. Carlos Mosquera y Claudia Salazar, por sus enseñanzas y asesoría brindada para este trabajo de grado.

I. A. M. Sc. Silvio Bastidas por su meritoria contribución al desarrollo de este trabajo.

A mi compañera Juliana por su valiosa colaboración e incondicionalidad en el transcurso de mi formación universitaria.

A mis compañeras Diana Maria Lora y Claudia Yoana Carmona por su colaboración y amistad.

A las personas que directa o indirectamente colaboraron para poder culminar este trabajo de grado.

## **AGRADECIMIENTOS**

La autora Beatriz Juliana Obando agradece a:

A mi madre, Fabiola Obando Mora por su amor, dedicación y apoyo en todo momento de mi vida.

A mis hermanos, Mario Fernando, Gabriel Andrés y a mi Sobrino Andrés Felipe, Obando por su apoyo y cariño en todo instante.

A mi tía Noralba Obando y mi primo Juan David Vallejo, por su ayuda, comprensión y cariño.

I. A. M. Sc. Carlos Betancourth por brindarme sus conocimientos, su colaboración y amistad durante el desarrollo de esta investigación.

I. A. M. Sc. Javier García, Carlos Mosquera y Claudia Salazar, por sus enseñanzas y asesoría brindada para este trabajo de grado.

I. A. M. Sc. Silvio Bastidas por su meritoria contribución al desarrollo de este trabajo.

A mi compañero Fernando García, por su grandiosa colaboración, apoyo y amistad brindada en el transcurso de mi carrera.

A mi Amiga Diana Lora por su valiosa amistad y apoyo en el transcurso de mi carrera.

A las personas que directa o indirectamente colaboraron para poder culminar este trabajo de grado.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	18
1. MARCO TEORICO	19
1.1 GENERALIDADES	19
1.2 GÉNERO <i>Meloidogyne</i>	20
1.2.1 Ciclo de vida	20
1.2.2 Especies y razas	23
1.3 LA IDENTIFICACIÓN DE LOS NEMATODOS DEL NUDO RADICAL	24
1.3.1 La morfología del modelo perineal	24
1.3.2 Diferenciación por huéspedes	28
1.4 NIVEL DE DAÑO	28
1.4.1 Perdidas cuantitativas	28
1.4.2 Perdidas cualitativas	29
1.5 EXTRACCIÓN O AISLAMIENTO DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS DE RAÍCES Y SUELO	30
1.5.1 Disección	30
1.5.2 Licuado – tamizado (Maceración preliminar)	31
2. DISEÑO METODOLÓGICO	32
2.1 LOCALIZACIÓN	32
2.2 DESCRIPCION DE SÍNTOMAS EN CAMPO	32
2.3 MATERIAL VEGETAL	33

2.4 METODOS	34
2.4.1 Muestreo.	34
2.4.2 Transporte y conservación de muestras.	34
2.4.3 Extracción.	35
2.4.4 Identificación de especies de <i>Meloidogyne</i> .	36
2.4.5 Características para identificación de especies.	36
2.5 VARIABLES EVALUADAS	36
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
3.1 DESCRIPCION DE SINTOMAS	37
3.1.1 Muestreo.	38
3.1.2 Transporte y conservación de muestras.	38
3.1.3 Extracción.	38
3.2 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE <i>Meloidogyne</i>	40
3.2.1 <i>Meloidogyne arenaria</i> .	41
3.2.2 <i>Meloidogyne incógnita</i> .	42
3.2.3 <i>Meloidogyne hapla</i> .	43
3.2.4 <i>Meloidogyne exigua</i> .	44
3.2.5 Especie de <i>Meloidogyne</i> no identificada.	45
3.3 ESPECIES DE <i>Meloidogyne</i> PRESENTES Y MÁS FRECUENTES EN EL NORTE DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO	46
3.4 ESPECIES MÁS FRECUENTES POR LOCALIDAD	49
3.4.1 Buesaco.	49
3.4.2 Arboleda.	49
3.4.3 Cartago.	49
3.4.4 La Unión.	50
3.4.5 San Lorenzo.	50

3.4.6 San José de Alban.	50
3.5 ESPECIES DE <i>Meloidogyne</i> MÁS FRECUENTES EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL	51
3.4 ESPECIES DE <i>Meloidogyne</i> MÁS FRECUENTES EN EL CULTIVO DE LULO	52
4. CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES	57
BIBLIOGRAFÍA	58
ANEXOS	61

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características climáticas de los municipios en estudio.	32
Tabla 2. Resultados obtenidos a partir de la comparación entre las claves de Sasser y Taylor y las huellas perineales identificadas.	46
Tabla 3. Especies más frecuentes por localidad.	49
Tabla 4. especies de <i>Meloidogyne</i> más frecuentes en el cultivo de tomate de árbol en el norte del departamento de Nariño.	51
Tabla 5. especies de <i>Meloidogyne</i> más frecuentes en el cultivo del lulo en el norte del departamento de Nariño.	52

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema de la morfología básica del patrón perineal de <i>Meloidogyne</i>	25
Figura 2. Patrones perineales para las principales especies de <i>Meloidogyne</i> , <i>M. hapla</i> , (b) <i>M. javanica</i> , (c) <i>M. incógnita</i> , (d) <i>M. arenaria</i> , (e) <i>M. exigua</i> .	27
Figura 3. Raíces que muestran síntomas de agallas radicales, en tomate de árbol.	33
Figura 4. Raíces que muestran síntomas de nudos radicales, en lulo.	34
Figura 5. Empaque y conservación en refrigerador de muestras recolectadas	35
Figura 6. Método de disección y corte perineal para obtención de huella.	35
Figura 7. Cultivo de lulo mostrando parches afectados por <i>Meloidogyne</i> spp	37
Figura 8. Cultivo de tomate de árbol presentando defoliación como consecuencia del ataque de <i>Meloidogyne</i> spp.	38
Figura 9. Extracción en laboratorio de hembras de <i>Meloidogyne</i> , corte de la raíz (a), observación de las hembras en el tejido radical (b), extracción de hembras bajo el microscopio estereoscópico (c), ubicación de hembras en recipiente con agua destilada.	39
Figura 10. Preparación del corte perineal (a), comparación con las claves (b), conservación de huellas (c).	40
Figura 11. Comparación entre clave y corte perineal obtenido de <i>M. arenaria</i> .	41
Figura 12. Comparación entre clave y corte perineal obtenido de <i>M. incognita</i>	42
Figura 13. Comparación entre clave y corte perineal obtenido de <i>M. hapla</i>	43
Figura 14. Comparación entre clave y corte perineal obtenido de <i>M. exigua</i>	44
Figura 15. Corte perineal no identificado	45

Figura 16. Cultivos asociados de tomate de árbol y lulo.	48
Figura 17. Distribución porcentual de especies encontradas de <i>Meloidogyne</i> en Tomate de árbol.	52
Figura 18. Distribución porcentual de especies encontradas de <i>Meloidogyne</i> en lulo.	53
Figura 19. Distribución por individuo de las especies de <i>Meloidogyne</i> en tomate de árbol y lulo.	55

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Datos de recolección.	61

## GLOSARIO

**ARCO DORSAL:** Es la parte superior de la huella perineal, toma diferentes formas dependiendo de la organización de las estrías.

**CAMPOS LATERALES:** Son espacios laterales, que se forman por la interrupción en la continuidad de las estrías, pueden ser leves o bastante marcadas.

**CORTE PERINEAL:** Corte realizado en la parte posterior de la hembra de *Meloidogyne*, mediante el cual se obtiene la huella perineal.

**FASMIDIOS:** Son dos papilas o aberturas laterales y opuestas, que cumplen una función sensorial, detectando señales de temperatura y humedad.

**HIPERPLASIA:** Excesiva multiplicación de células anormales en un órgano o tejido.

**HIPERTROFIA:** Aumento excesivo en el volumen del órgano como consecuencia de la hiperplasia.

**HUELLAS PERINEALES:** Carácter primario para la diferenciación de especies del género *Meloidogyne*, se forma por estrías cuticulares que se presentan en la cola de la larva, creando un dibujo alrededor de la vulva y del ano asemejándose a una "huella digital".

**NUDO RADICAL:** Tumores de diferentes tamaños que abarcan todos los tejidos y se localizan a lo largo de las raíces; encontrándose en el interior, las hembras adultas de *Meloidogyne* y las masas de huevos.

**PARTENOGENÉNESIS:** Modo de reproducción, que consiste en la formación de un nuevo ser por división reiterada de células sexuales femeninas que no se han unido previamente con gametos masculinos.

**VULVA:** Partes que rodean y constituyen la abertura externa del sistema reproductivo de la hembra de *Meloidogyne*.

## RESUMEN

El nematodo del nudo radical (*Meloidogyne* spp), se ha registrado como una plaga de importancia económica en la producción de cultivos de tomate de árbol y lulo en Nariño. Sin embargo, hasta el momento no se conocen cual o cuales son las especies dentro del género; que causan este disturbio.

El presente estudio tuvo como objetivo identificar las especies de *Meloidogyne* predominantes en las principales zonas de producción de estos cultivos, para que en el futuro se facilite la planeación de los trabajos sobre el control de este organismo contando con una mayor especificidad.

El trabajo se realizó en los municipios de Buesaco, Arboleda, Cartago, La Unión, San Lorenzo y San José de Alban; ubicados al norte del departamento de Nariño. En cada uno de ellos se tomaron muestras vegetales (raíces con agallas) para evaluar la presencia del nematodo.

Las muestras se llevaron al laboratorio de microbiología de la Universidad de Nariño para la extracción, procesamiento y posterior identificación con ayuda de patrones perineales.

Como resultado se encontraron cuatro especies en todos los municipios muestreados, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne arenaria*, *Meloidogyne exigua*, *Meloidogyne hapla*, además de algunas especies sin identificar, siendo la más frecuente, *M. incognita* para ambos cultivos.

## ABSTRACT

The nematodes of the root knot (*Meloidogyne* spp), has registered been as a pest of economic importance in the production of cultivations of tree tomato and lulo in Nariño. However, until the moment don't know which are the species inside the genus; that cause this disease.

The present study had as objective to identify the predominant species of *Meloidogyne* in the main areas of production of these crops, so that in the future the realization of the works is facilitated on the control of this organism having a bigger specificity.

The work was carried out in the Buesaco, Arboleda, Cartago, La Unión, San Lorenzo and San José, municipalities located to north of the department of Nariño. In each one of them they took roots samples to evaluated the presence of the nematode.

The samples were lead to the microbiology laboratory of the Nariño University for the extraction, prosecution and later identification with the help of perineal patrons.

The results showed four species in all the municipalities, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne arenaria*, *Meloidogyne exigua*, *Meloidogyne hapla*, besides some species without identifying, being the more frequents, *Meloidogyne incognita* for both crops and localities.

## INTRODUCCION

Debido a la importancia económica que en los últimos años han alcanzado los frutales en Colombia, como consecuencia de su demanda en los mercados del exterior, han aumentado las perspectivas de crecimiento, desarrollo y exportación de frutales andinos, entre los que se encuentra el tomate de árbol y el lulo, ya que por su alta rentabilidad, en pequeñas áreas ha dado oportunidad de sustento a muchas familias del norte de Nariño. Sin embargo, estos cultivos presentan diferentes grados de incidencia y severidad de nudosidades en su sistema radical, que están disminuyendo su rentabilidad y causando gran impacto económico a la producción<sup>1</sup>.

Las nudosidades de las raíces de tomate de árbol y lulo son inducidas principalmente por nematodos del género *Meloidogyne*, las especies de este género son parásitos obligados de cientos de plantas entre las que se incluyen monocotiledóneas, herbáceas, dicotiledóneas y forestales. Convirtiéndolo en uno de los patógenos más estudiados en virtud a su amplia distribución geográfica, variedad de hospedantes y diversidad de especies<sup>2</sup>.

El desconocimiento a nivel de especie del agente causante de las nudosidades o agallas en las raíces de plantas de tomate de árbol y lulo en el norte del departamento de Nariño, motivó esta investigación con el objetivo de identificar mediante indicadores morfológicos (huellas perineales), la especie o especies del género *Meloidogyne*, asociados con este disturbio en estos cultivos; con el propósito que en el futuro, basados en esta información; se pueda establecer un plan de manejo dirigido a las especies de mayor incidencia.

---

<sup>1</sup> BETANCOURTH, C. Comunicación personal, Profesor titular, Ingeniero Agrónomo, M. Sc., Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. San Juan de Pasto, Colombia. 2003.

<sup>2</sup> CAMPOS, V.; SIVAPALAN, P.; GNAPRAGASAM, N. Nematodes parasites of coffee, cocoa and tea. In: LUC, M; SIKORA, R. and BRIDGE, J. Eds. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. St. Albans. C.A.B. international. Institute of parasitology, 1990. p 387 - 401.

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 GENERALIDADES

Entre los diversos organismos patógenos que afectan las plantas en el mundo, los nematodos ocupan un destacado lugar. Estos se caracterizan por sus hábitos fitoparásitos, que no solo causan severos daños, si no que además constituyen un factor limitante para el desarrollo de vegetales de importancia agrícola. El género *Meloidogyne* comprende especies que reúnen estas particularidades, llegando al punto de ser consideradas como las más peligrosas para la agricultura en general<sup>3</sup>.

Se trata de especies endoparásitas obligadas, dotadas de una capacidad de adaptación en lo que se refiere a características biológicas. Poseen una amplia gama de plantas hospedantes (monocotiledóneas, dicotiledóneas, herbáceas y leñosas), tanto cultivadas como no cultivadas, se pueden desarrollar bajo climas tropicales, subtropicales y templados. Se caracterizan por dar lugar a la formación de nudos radicales, comúnmente conocidos con el nombre de “agallas”. Son responsables de considerables disminuciones de los rendimientos (15% - 30%) así como la calidad de lo producido<sup>4</sup>.

Por ello, es necesario controlar las poblaciones de estos nematodos e implementar prácticas de manejo adecuadas en cultivos a las que están asociadas. Sin embargo, las características de las principales especies del género tornan difícil este tipo de acción; solo un buen conocimiento de tales características permite adecuar técnicas eficientes de lucha contra esos organismos patógenos<sup>5</sup>.

---

<sup>3</sup> VOLCY, C. Nematodos. Tomo 2. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1998. 182 p.

<sup>4</sup> CHRISTIE, J. Nematodos de los vegetales: su ecología y control. México: Limusa, 1986. 275 p.

<sup>5</sup> DAYKIN, M. And HUSSEY, R. Staining and histopathological (techniques in nematology) In: BARKER, K., CARTER, C. and SASSER, J. eds. An advanced treatise on *Meloidogyne*. Vol. II, Methodology international. *Meloidogyne* project. North Carolina state University Graphics. USA, 1985. p 39 - 48.

## 1.2 GÉNERO *Meloidogyne*

Christie y Albin, citados por Navarro y Barriga (1974)<sup>6</sup>, describen que después de hacer estudios morfológicos de los nematodos de los nudos radicales, dieron como resultado la diferenciación en cinco especies y una subespecie; reestableciéndose de esta forma al género (*Meloidogyne* Goeldi), quitándolos del género *Heterodera* en el cual estaban clasificados.

Esta nomenclatura fue empleada desde que Goeldi usó este nombre genérico en 1887 para un nematodo que causó daños en la raíz de café en Brasil. Chitwood tomó como base los caracteres morfológicos para sus especies de *Meloidogyne*. Los tres caracteres que utilizó fueron el modelo perineal, la distancia de la base del estilete al punto donde el ducto de la glándula esofágica dorsal vacía en el lumen del esófago y la forma del estilete, especialmente de las prominencias basales<sup>7</sup>.

El modelo perineal (huellas perineales) es una característica de la hembra adulta, mientras que los otros dos caracteres pueden observarse mejor en larvas recién incubadas y en machos adultos<sup>8</sup>.

**1.2.1 Ciclo de vida:** La búsqueda del hospedante no se efectúa al azar; estímulos químicos provenientes de las raíces susceptibles constituyen un elemento de atracción para la larva infestante. Esta migra al interior de la corteza y mediante activos movimientos entre células se dirige hacia la zona de diferenciación celular ubicando su región anterior a proximidad de los tejidos vasculares. Estas larvas se alimentan del citoplasma de células vecinas generalmente parenquimáticas o precursoras del floema; perforando paredes con ayuda de su estilete. Esto da lugar a importantes cambios histológicos y fisiológicos en la planta<sup>9</sup>.

---

<sup>6</sup> NAVARRO, R. y BARRIGA, R. Identificación de especies del género *Meloidogyne* (Goeldi, 1887) Chitwood 1949, (Nematoda: Heteroderidae) en Colombia. En: Revista ICA. Vol. 9, No. 4. Bogotá, 1974. p 499 - 519.

<sup>7</sup> CEPEDA, M. Nematología agrícola. México: Trillas, 1996. 305 p.

<sup>8</sup> lbit. p. 305.

<sup>9</sup> SASSER, N. J. Nematology fundamentals and recent advances, whit emphasis and soil, forms on plant parasitic. Chapel Hill, University of North Carolina, 1986. 480 p.

Los cambios más notables están dados por células gigantes, que constituyen una fuente constante de alimento para el nematodo; estas células (que en realidad actúan transfiriendo sustancias alimenticias de la planta al nematodo) son indispensables para asegurar el éxito de la asociación huésped – parásito<sup>10</sup>.

Sañudo *et al.*, (2003)<sup>11</sup>, mencionan que *Meloidogyne* inyecta sustancias de naturaleza hormonal (reguladores de crecimiento) que conducen a hiperplasias e hipertrofias de los tejidos y en consecuencia, la formación de las agallas o nudosidades que rodean al nematodo; lo que caracteriza toda infección por parte de la mayoría de especies de este género.

La eclosión de todos los huevos no se efectúa en forma simultánea. Ha sido demostrada la existencia del fenómeno diapausa gracias al cual la eclosión de los huevos en *Meloidogyne* se realiza en forma escalonada a lo largo del tiempo; de este modo se asegura la persistencia de la especie en el suelo a pesar de la ausencia de la planta huésped. La duración del ciclo varía según la temperatura y disponibilidad del alimento; en condiciones óptimas (alrededor de 23°C) oscila entre los 50 y 60 días<sup>12</sup>.

A partir del huevo, el ciclo de vida comprende cuatro estadios larvarios. El primero se desarrolla en el interior del huevo. De los tres restantes, solo el correspondiente al segundo podrá ser hallado en el suelo. Los estadios tercero y cuarto son endoparásitos estrictos de las raíces<sup>13</sup>.

Las larvas del segundo estado larvario recién incubadas, se encuentran libres en el suelo, son de 0.4 a 0.5 mm de longitud. Estas larvas pueden entrar a casi cualquier parte de la planta que se encuentre en contacto con el suelo húmedo y en las cuales puedan hacerlo. Su capacidad para penetrar los tejidos de las

---

<sup>10</sup> VOLCY, Op. Cit., p. 182.

<sup>11</sup> SAÑUDO, B.; SALAZAR, C. y BETANCOURTH, C. Principios de nematología agrícola. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, 2003. 120 p.

<sup>12</sup> CUADRA, R. Número de generaciones y ciclo biológico de *Meloidogyne incognita* en Cuba. En: Ciencias de la agricultura. Academia de ciencias de Cuba. Vol. 20. 1984. p. 3 – 10.

<sup>13</sup> LOPEZ, R. y SALAZAR, L. Microscopía electrónica de rastreo de varias poblaciones del nematodo nodulador del caféto *M. exigua*. En: Turrialba. Revista Interamericana de Ciencias Agrícolas. Vol. 3. 1989. p. 299 - 304.

plantas es limitada. Muchas larvas entran en los extremos de las raicillas o cerca de ellos<sup>14</sup>.

La larva del segundo estadio, es móvil y se desplaza en el suelo en busca de delgadas raíces pertenecientes a un huésped adecuado. Esta larva, además de su condición de infestante, posee la particularidad de resistir situaciones ambientales desfavorables, tal como la falta de agua y la deshidratación<sup>15</sup>.

Mientras la larva del nematodo se inmoviliza y sufre una serie de cambios morfológicos desde su penetración en los tejidos de la raíz; poco a poco pierde su condición de individuo filiforme, engrosándose a medida que pasa por los estadios larvales tercero y cuarto. En el caso de un futuro macho, al vivir como parásito por dos o tres semanas, muda tres veces en rápida sucesión, sufriendo una metamorfosis, de la cual surge como un gusano delgado con la forma típica de un nematoide, que abandonará posteriormente los tejidos de la raíz para continuar su ciclo de vida en forma libre, en el suelo. En el caso de una futura hembra, el individuo resultante de la última muda es más o menos esférico habiendo perdido por completo su estructura filiforme, como resultado de una particular adaptación al parasitismo<sup>16</sup>.

En general, la zona perivulvar de la hembra queda expuesta al exterior de la raíz; así entonces, los machos que se desplazan por el suelo aseguran la fecundación. Esto ocurre en pocas especies del género, ya que la gran mayoría se reproduce por partenogénesis<sup>17</sup>.

La hembra secreta a través de su vulva una sustancia gelatinosa, en la cual deposita alrededor de 600 huevos, aquí los mantiene unidos y forma con ella una cubierta protectora, generalmente permanece en contacto directo con el suelo. Estas masas de huevos pueden presentarse poco unidas o compactas. Su color varía del amarillo claro al pardo oscuro. Cuando el cuerpo de la hembra se encuentra profundamente encajado, lo que ocurre a menudo, en tubérculos o

---

<sup>14</sup> LOPEZ y SALAZAR, Op. Cit., p. 299 – 304.

<sup>15</sup> MAI, W. Plant parasitic nematodes: their threat to agriculture. An advanced treatise on *Meloidogyne*. In: International *Meloidogyne* project. North Caroline state. Vol. 2. 1985. p 11 - 17.

<sup>16</sup> SASSER, Op. Cit., p. 480.

<sup>17</sup> CHRISTIE, Op. Cit., p. 275.

raíces suculentas, las masas de huevos se acumulan dentro de los tejidos de la planta<sup>18</sup>.

**1.2.2 Especies y razas:** Hasta hace relativamente poco tiempo, el género contaba con alrededor de setenta especies válidas<sup>19</sup>. Las de mayor importancia económica para la agricultura son:

*Meloidogyne exigua.*

*Meloidogyne javanica.*

*Meloidogyne hapla.*

*Meloidogyne arenaria.*

*Meloidogyne chitwoodi*

*Meloidogyne incognita.*

Jaraba (2002), sostiene que estas especies son responsables del 90% o más del daño a cultivos, causados por nematodos dentro de este género. Estas, además de causar la formación de células gigantes y agallas provocan en raíces y tubérculos altamente infestados, necrosis, acortamiento y disminución de raíces laterales y escasos pelos radicales; al romperse los elementos vasculares en las agallas, se interrumpe en forma mecánica el flujo de agua y nutrientes<sup>20</sup>.

Fisiológicamente los ataques aumentan la producción de proteínas en las agallas y provocan un mal funcionamiento de los reguladores de crecimiento entre las raíces y el tallo. Estos cambios van a contribuir a una reducción de crecimiento y desarrollo de las plantas<sup>21</sup>.

*M. incognita* causa daños en tubérculos y raíces, favoreciendo invasiones posteriores de hongos, bacterias, virus y otros nematodos, además de plagas de insectos del suelo. Los síntomas aéreos asociados con *M. exigua* son clorosis y defoliación prematura. En algunas solanáceas el sistema radical y los pelillos

---

<sup>18</sup> LORDELLO, L. Nematóides das plantas cultivadas. 8 ed. Sao Paulo: Novel S.A., 1992. 314 p

<sup>19</sup> CEPEDA, Op.Cit., p. 305.

<sup>20</sup> JARABA, J. Técnicas para la identificación de especies y razas de *Meloidogyne spp.* En: Boletín bimestral, Ascolfi Informa. Vol. 28, No. 5. 2002. p.42 – 43.

<sup>21</sup> SAÑUDO *et al.*, Op. Cit., p. 120.

radicales se reducen notablemente y hay pequeños nódulos en las porciones terminales de la raíz<sup>22</sup>.

*M. incognita acrita*, *M. arenaria*, *M. javanica* y *M. thamesi* reducen la floración y el número de raíces; en ocasiones las raíces infectadas presentan una textura esponjosa que son difíciles de limpiar después de desenterrarlas<sup>23</sup>.

Los síntomas que provocan los ataques de *M. incognita*, *M. arenaria* y *M. javanica* en las hojas son especialmente marchitamiento en días calientes, se amarillan, o no se desarrollan. Cuando el ataque de nematodos es muy severo las hojas se doblan alrededor del borde de la orilla y el centro permanece verde<sup>24</sup>.

### 1.3 LA IDENTIFICACIÓN DE LOS NEMATODOS DEL NUDO RADICAL

La identificación de las especies de *Meloidogyne*, puede ser realizada mediante técnicas basadas en la morfología, morfometría, hospederos diferenciales, proteínas y pruebas moleculares<sup>25</sup>.

**1.3.1 La morfología del modelo perineal:** El carácter primario y a menudo el único, para la diferenciación de especies del género *Meloidogyne* es la morfología del modelo perineal de las hembras adultas<sup>26</sup>. El modelo perineal se forma por estrías cuticulares que se presentan en la cola de la larva. Al ampliarse el cuerpo y cortarse la cola, estas estrías se deforman hacia atrás y forman un dibujo alrededor de la vulva y del ano, que se asemeja a una "huella digital" y por lo tanto nunca son idénticas<sup>27</sup> (Figura 1).

Este modelo puede tener considerables variaciones, pero dentro de una misma especie parece limitarse a lo que se puede llamar modelo básico para cada una.

---

<sup>22</sup> CUADRA, Op.Cit., p. 3 – 10.

<sup>23</sup> CHRISTIE, Op. Cit., p. 275.

<sup>24</sup> TAYLOR, A. y SASSER, J. Biología, identificación y control de nematodos del nudo de la raíz. C.I.P. USA: Artes gráficas de la Universidad del Estado de Carolina del Norte, 1983. 111 p.

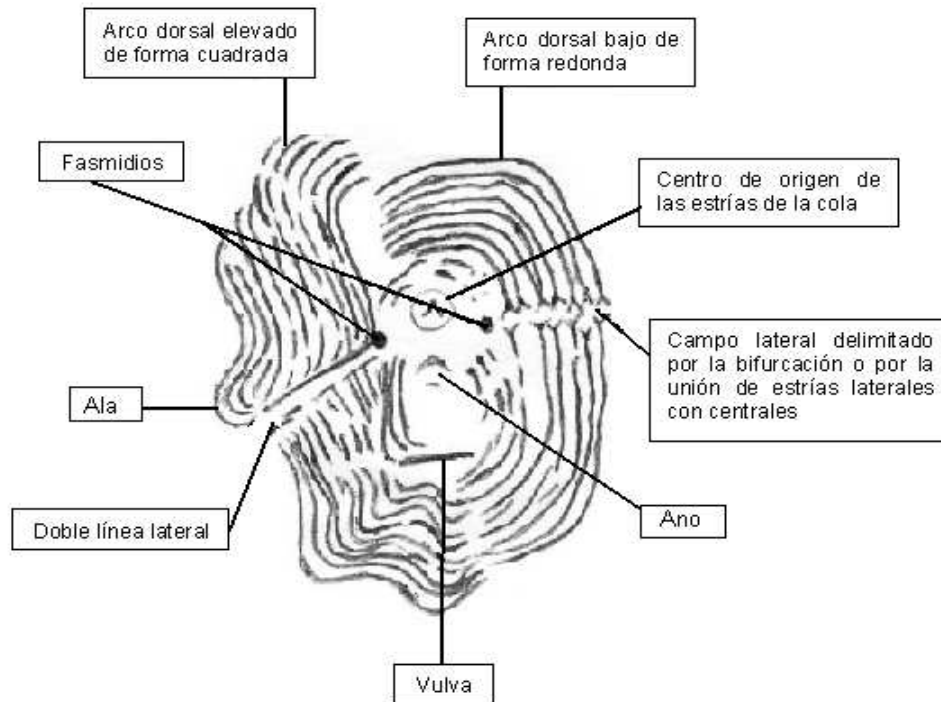
<sup>25</sup> JARABA, Op. Cit., p 42

<sup>26</sup> CEPEDA, M. Prácticas de nematología agrícola. México: Trillas, 1995. 109 p.

<sup>27</sup> VOLCY, Op. Cit., p. 182.

Al hacer comparaciones determinantes, es más importante el examen de muchos ejemplares que el estudio crítico de uno o dos individuos<sup>28</sup>.

Figura 1. Esquema de la morfología básica del patrón perineal de *Meloidogyne*<sup>29</sup>.



Para el caso de *M. exigua* el diseño perineal de las hembras en términos generales son ovalados o redondeados y están constituidos por estrías relativamente gruesas, continuas, con cierta frecuencia fusionadas entre sí. La vulva y el área inmediata a su alrededor están en un plano inferior al de las estrías, por lo que aparecen localizadas en un área hundida en el centro del diseño<sup>30</sup>.

El ano es difícil de distinguir. Con frecuencia se han observado especímenes que presentaban en sus porciones laterales una interrupción en la continuidad de sus

<sup>28</sup> SAÑUDO *et al.*, Op. Cit., p. 120.

<sup>29</sup> VERGEL *et al.*, Op. Cit., p. 285 – 295.

<sup>30</sup> NAVARRO y BARRIGA, Op. Cit., p. 499 – 519.

estrías, las que varían en intensidad ya que pueden ser leves o bastante marcadas; esta interrupción aparentemente corresponde a los campos laterales; en algunos especímenes no se ha observado evidencia de esta alteración en las estrías<sup>31</sup>.

Para *M. incognita*, los diseños perineales tienen contornos espaciados y ondulados; presentan un arco dorsal alto y cuadrado, ocasionalmente las estrías son lisas y apartadas. La mayoría de los diseños tienen proyecciones laterales de las estrías, hasta formar alas, las que pueden estar presentes en ambas o en solo una de las porciones laterales, no presentan campos laterales, los fasmidios son pequeños. La vulva es una rendija alargada, con un gran campo vulvar liso, sin estrías prominentes que se originen en ella<sup>32</sup>.

Para *M. arenaria*, el diseño perineal típico, muestra una forma redondeada con estrías gruesas que pueden variar de lisas a ligeramente onduladas, presenta un arco dorsal bajo y redondeado indentado próximo a los campos laterales, dichos campos no se observan marcadamente en la huella, están señalados por estrías cortas, irregulares y bifurcadas. Se observan fácilmente los fasmidios<sup>33</sup>.

El modelo perineal para *M. hapla*, se caracteriza por tener una forma general redondeada, con un arco dorsal bajo, el campo lateral esta ausente, las estrías son finas y van de lisas a ligeramente onduladas, también se encuentran estrías entrecortadas; una de las principales características para identificar esta especie es que lleva una marcada puntuación subcuticular en la zona que está entre el ano y los fasmidios<sup>34</sup>.

El diseño del modelo perineal para *M. javanica* está caracterizado por tener forma de pera, con un arco dorsal bajo y redondeado, campo lateral presente y marcado por dos incisuras entre las cuales se encuentran numerosas estrías longitudinales, las estrías son gruesas, van de lisas a ligeramente onduladas, en el extremo de la cola se observan líneas formando arcos, líneas cortas en los ángulos de la vulva, los fasmidios son fáciles de reconocer<sup>35</sup>.

---

<sup>31</sup> CHRISTIE, Op. Cit., p. 275.

<sup>32</sup> CEPEDA, M. Nematodos de los frutales. México: Trillas, 2001. 204 p.

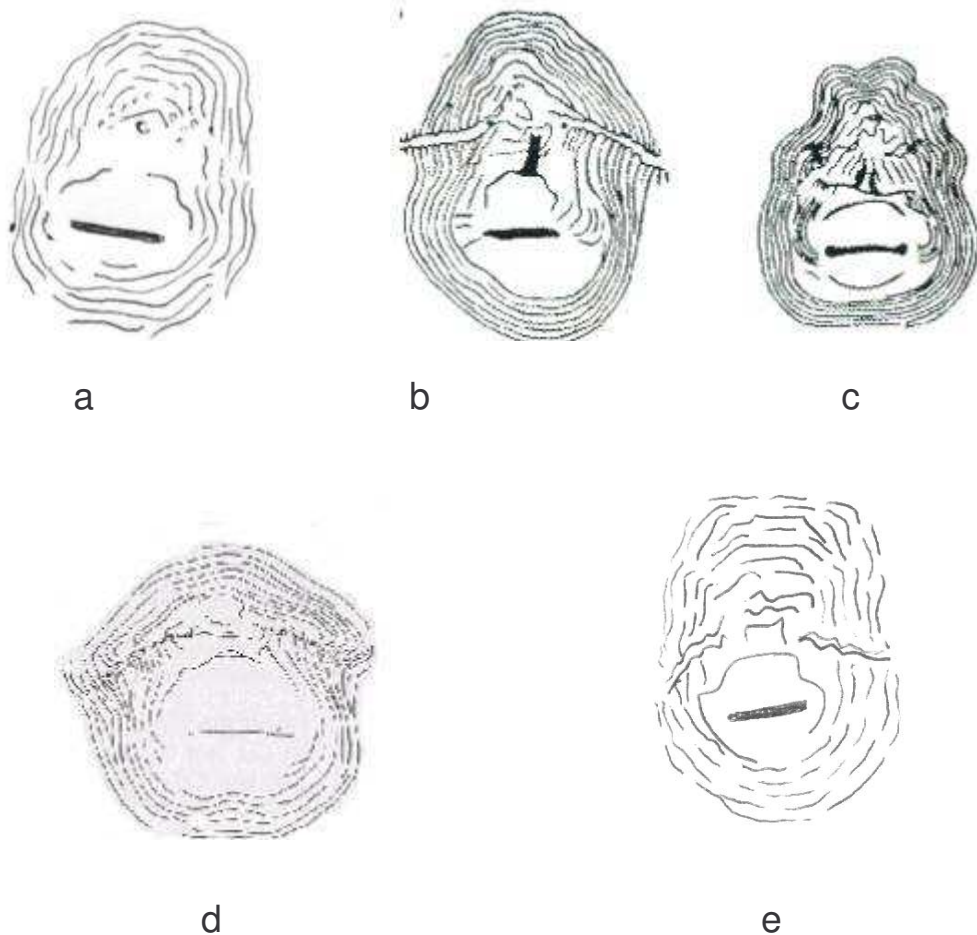
<sup>33</sup> VERGEL, D.; LEGUIZAMON, J.; CORTINA, H. y TORRES, E. Reconocimiento y frecuencia de *Meloidogyne spp.* en una localidad de la zona cafetera central de Colombia. En: Boletín Técnico Cenicafé. Chinchina. Vol. 51, No. 4. 2000. p. 285 - 295.

<sup>34</sup> NAVARRO y BARRIGA, Op. Cit., p. 499 – 519.

<sup>35</sup> VERGEL *et al.*, Op. Cit., p. 285 – 295.

Debido a este modelo, se puede reconocer la variación normal dentro de varias especies. Esto se puede lograr estudiando el rango de variación en la masa de huevos de las mismas, después de familiarizarse con el modelo perineal de cada especie y su variación normal, siendo posible identificar las poblaciones con precisión. Es viable hacer una identificación observando un solo modelo. Este modelo es tan típico para las especies (Figura 2) mencionadas que las probabilidades de error son muy bajas. Sin embargo, deben examinarse los modelos de varios especímenes<sup>36</sup>.

**Figura 2. Patrones perineales para las principales especies de *Meloidogyne*<sup>37</sup>, (a) *M. hapla*, (b) *M. javanica*, (c) *M. incognita*, (d) *M. arenaria*, (e) *M. exigua*.**



<sup>36</sup> LOPEZ y SALAZAR, Op. Cit., p. 299 – 304.

<sup>37</sup> Identificación de las principales especies de *Meloidogyne*. Tomado de: TAYLOR y SASSER (1985).

**1.3.2 Diferenciación por huéspedes:** En 1960, Sasser citado por Shurtleff y Averre (2000), propuso un método de identificación dado por la reacción del huésped. Este método se pensó para que el nematólogo al hacer las identificaciones no tenga que hacer un estudio morfológico crítico del nematodo. Sin embargo, en ese momento, era poco lo conocido acerca de la variación fisiológica dentro de las diferentes especies<sup>38</sup>.

En los últimos años varios investigadores tienen la certeza de que las diferentes poblaciones de ciertas especies varían en su habilidad de atacar ciertas plantas huéspedes. Tal variación se ha mostrado para *M. incognita*, *M. hapla*, *M. arenaria* y *M. javanica*. En otros términos, parece que hay razas morfológicamente indistinguibles dentro de algunas de las especies; por consiguiente, la identificación por la reacción del huésped puede estar mal enfocada. La comprobación adicional de varias poblaciones coleccionadas a lo largo del mundo es necesaria antes de que este esquema pueda desarrollarse a un punto donde sea fiable<sup>39</sup>.

## 1.4 NIVEL DE DAÑO

Generalmente, en la agricultura se estudian los nematodos fitoparasitos por perjudicar y reducir las cosechas, lo que se valora como pérdidas cuantitativas. Sin embargo, actualmente se conocen otros tipos de pérdidas que deben ser debidamente comprendidas<sup>40</sup>.

### 1.4.1 Pérdidas cuantitativas

Tanto el número como el tamaño de los frutos, tubérculos, pueden ser reducidos por la presencia de nematodos, pudiendo eventualmente resultar en un completo fracaso del cultivo<sup>41</sup>.

---

<sup>38</sup> SHURTLEFF, M. y AVERRE, C. Diagnosing plant diseases causes by nematodes. St Paul (USA): American Phytopathological Society APS PRESS, 2000. 187p.

<sup>39</sup> NAVARRO y BARRIGA, Op. Cit., p. 499 – 519.

<sup>40</sup> SHURTLEFF y AVERRE; Op. Cit., p. 134.

<sup>41</sup> JARABA, Op. Cit., p 42.

Un grupo de nematólogos norteamericanos, miembros de la Sociedad de Nematólogos, elaboraron en 1971 un nivel de pérdidas para cultivos principales que varía entre un 5 a un 20%. Para cultivos como el algodón, el trigo, el tabaco sufren anualmente un 5% de reducción en sus cosechas. Para maíz, papa y otros un 10%. Para melón, pepino y cebolla un 20%. Cultivos menos importantes sufren daños menores del 1 al 2%<sup>42</sup>.

Lordello (1992)<sup>43</sup>, afirma que los nematodos causantes de nudosidades asociadas al género *Meloidogyne*, constituyen un flagelo de la humanidad.

#### 1.4.2 Pérdidas cualitativas

La infestación por nematodos afecta la calidad del producto, causando problemas en la comercialización, modificaciones de orden químico; disminuyendo la cantidad de azúcares de los frutos, además se incrementan los gastos en fertilización y se limita el uso del suelo, dado que el agricultor como medida de control puede realizar rotaciones con cultivos menos rentables, reduciendo su rentabilidad<sup>44</sup>.

Sasser citado por Lordello (1992)<sup>45</sup> estudió la susceptibilidad de varios cultivos a cuatro especies de *Meloidogyne* desarrollando la siguiente escala daño:

**Grado 0:** No hay infestación.

**Grado 1:** Infestación muy leve, encontrándose alguna hembra con masa de huevos en el interior de la raíz.

**Grado 2:** Infestación leve, con hembras maduras y masa de huevos fácilmente observables.

**Grado 3:** Infestación moderada, siendo las hembras maduras y la masa de huevos moderadamente abundantes.

---

<sup>42</sup> SHURTLEFF y AVERRE, Op. Cit., p. 134.

<sup>43</sup> LORDELLO, Op. Cit., p 314.

<sup>44</sup> JARABA, Op. Cit., p 42.

<sup>45</sup> LORDELLO, Op. Cit., 139 – 140 p.

**Grado 4:** Infestación severa, siendo muy abundante la cantidad de hembras adultas como también de ootecas.

## **1.5. EXTRACCIÓN O AISLAMIENTO DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS DE RAÍCES Y SUELO**

Después de tomadas las muestras de tejido radical de plantas o de suelo, deben ser llevadas a refrigeración en el menor tiempo posible. El objeto de aislar nematodos es, principalmente para su identificación y para la cuantificación poblacional<sup>46</sup>. Este mismo autor anota que existen diferentes técnicas para la extracción de nematodos, aunque existe mayor eficiencia de algunos métodos sobre otros. Los principales factores que influyen en la elección de la técnica de extracción más apropiada son:

- Tipo de suelo o material vegetal
- Número de muestras
- Disponibilidad de equipo
- Velocidad y facilidad en la extracción
- Características de cada género de nematodos

Entre las principales técnicas usadas para la extracción de nematodos de este género se encuentra el método de disección y el licuado-tamizado.

**1.5.1 Disección:** Es un método usado para la observación de nematodos dentro del tejido vegetal, bulbos, raíces, hojas, tubérculos, semillas. Después de cortar el material vegetal en pedazos pequeños se hacen observaciones directas bajo el estereoscopio, separando el tejido con una aguja de disección hasta localizar los nematodos. Es importante ver su posición. Si los nematodos no se observan de inmediato, se recomienda volver a revisar el material de dos a cuatro horas después.

Para facilitar la observación, puede acudir a la técnica de teñido del material vegetal, preparando una solución colorante de lactofenol-fuscina<sup>47</sup>. Generalmente

---

<sup>46</sup> CEPEDA, Op. Cit., p. 109.

<sup>47</sup> TAYLOR, A. Introducción a la nematología vegetal aplicada. Guía de la FAO para el estudio y combate de los nematodos parásitos de las plantas. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y alimentación, 1968. 131 p.

la tinción favorece la observación de los especímenes debido a que se logra un mejor contraste. Esta técnica es apropiada para nematodos endoparásitos, especialmente para no filiformes del género *Meloidogyne spp*<sup>48</sup>.

**1.5.2 Licuado – tamizado (Maceración preliminar):** Es un método usado únicamente para tejido vegetal (raíces, hojas, tubérculos, bulbos, frutos y otros), permite seccionar fácilmente el tejido y facilitar la salida y recuperación rápida de los nematodos. Pero como resultado de la maceración de tejidos pueden liberarse toxinas que maten o inactiven a los nematodos, además en ciertos casos se forma una masa mucilaginosa que dificulta el tamizado y movimiento de los nematodos<sup>49</sup>.

---

<sup>48</sup> Técnicas de extracción y aislamiento de nematodos fitoparásitos de partes vegetales y suelo. En: Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. El Salvador, 2002. [Citado 3 de junio de 2003]. Disponible en internet: [www.oirsa.org/publicaciones](http://www.oirsa.org/publicaciones).

<sup>49</sup> SHURRLEFF y AVERRE, Op. Cit., 187p.

## 2. DISEÑO METODOLÓGICO

### 2.1 LOCALIZACIÓN

El muestreo de campo se realizó en seis municipios del norte del departamento de Nariño, productores de tomate de árbol (*Solanum betacea*) y lulo (*Solanum quitoense*), caracterizados por presentar las siguientes condiciones climáticas (Tabla 1):

**Tabla 1. Características climáticas de los municipios en estudio.**

MUNICIPIOS	Altura m.s.n.m	Temperatura °C	Precipitación mm/año
Buesaco	1960	18	1400
Arboleda	1959	17	1720
Cartago	2200	17	1500
La Unión	1726	19	1629
San Lorenzo	2150	17	1740
San José de Alban	2000	17	1740

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1999.

La fase de identificación de especies del género *Meloidogyne* se realizó en el laboratorio de microbiología de la Universidad de Nariño, ubicado a una altura de 2488 m.s.n.m., en condiciones de laboratorio a una temperatura promedio de 14 °C y humedad relativa del 70%.

### 2.2 DESCRIPCION DE SÍNTOMAS EN CAMPO

En las fincas productoras de tomate de árbol y lulo, ubicadas en cada uno de los municipios en estudio, se localizaron plantas que presentaban síntomas aéreos, tales como: retardo en el desarrollo, baja floración, clorosis, defoliación prematura, plantas con marchitez en días cálidos y con hojas dobladas hacia el envés<sup>50</sup>. Así

<sup>50</sup> CHRISTIE, Op. Cit., p 275.

como también plantas con tamaño desigual, hojas y frutos pequeños, síntomas exagerados de deficiencia de ciertos elementos nutricionales y disminución en la producción<sup>51</sup>.

Detectada la sintomatología aérea en las plantas se procedió a verificar el estado de las raíces, para confirmar la presencia de *Meloidogyne* spp, seleccionando aquellas que presentaban nudosidades, sistema radicular pobre, raíces con forma de dedos, raíces con rajaduras y necrosis<sup>52</sup>.

### 2.3 MATERIAL VEGETAL

Fueron utilizadas muestras de raíces de tomate de árbol y lulo (Figura 3 y 4), que presentaban nudosidades inducidas por los nematodos. Teniendo en cuenta el grado de daño en el que se encontraba la planta, se seleccionaron aquellas con estado avanzado de la enfermedad, siendo necesario un muestreo destructivo (eliminando la planta). Sin embargo, cuando la planta presentaba síntomas leves se realizaban cortes parciales de la raíz.

**Figura 3. Raíces que muestran síntomas de nudos radicales en tomate de árbol.**

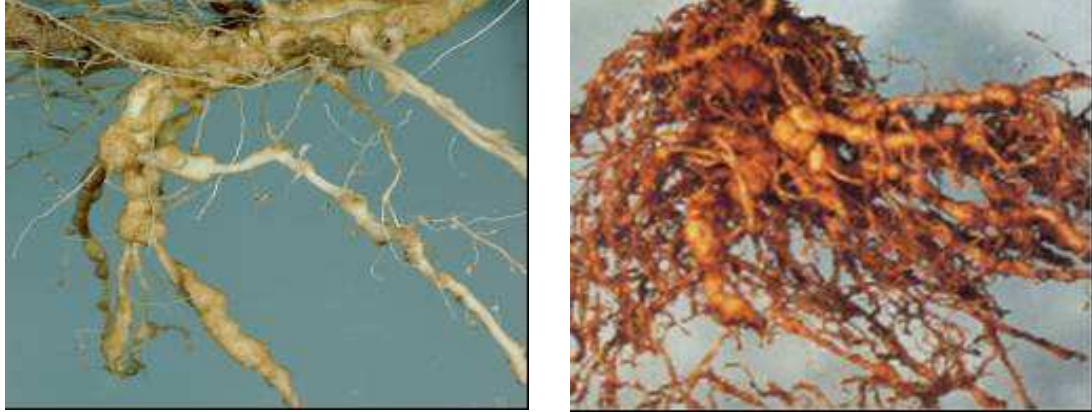


---

<sup>51</sup> LORDELLO, Op. Cit., p 314

<sup>52</sup> SAXENA, G. Biocontrol of Nematode - Borne Disease in Vegetable Crops. In: MUKERJI, K., Fruit and vegetable diseases, dordrecht (Holanda): kluwer academic publishers, 2004. p. 397 – 450.

Figura 4. Raíces que muestran síntomas de nudos radicales en Lulo.



## 2.4 METODOS

**2.4.1 Muestreo:** En cada municipio se localizaron tres fincas productoras de los cultivos de tomate de árbol y lulo, afectados por la enfermedad del nudo radical asociada al nematodo del género *Meloidogyne*. En cada finca, se tomaron entre dos y tres muestras radicales que presentaban síntomas de nudosidades. estas se llevaron al laboratorio de la Universidad de Nariño para los estudios respectivos<sup>53</sup>.

**2.4.2 Transporte y conservación de muestras:** Los tejidos radicales con síntomas se llevaron a laboratorio de microbiología de la Universidad de Nariño, transportados en bolsas plásticas rotuladas con datos del sitio de recolección. Estas se conservaron en nevera a (10 °C) hasta que se procesaron<sup>54</sup> (Figura 5).

---

<sup>53</sup> CORRALES, S.; VARON, F. y BARRERA, N. Reconocimiento de nematodos y efecto de *Meloidogyne spp* en el cultivo del lulo *Solanum quitoense* Lam. En: Acta agronómica. Vol. 49. 1999 p. 3 – 4.

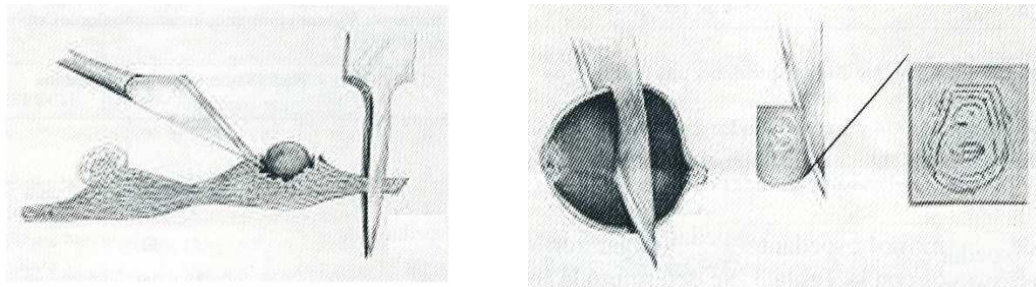
<sup>54</sup> GAVIRIA, B. Identificación de especies de *Meloidogyne* asociadas con los cultivos de tomate de árbol, lulo y granadilla en Colombia. En: Revista Universidad Católica de Oriente, No. 18. 2004. p 53 – 65.

**Figura 5. Empaque y conservación en refrigerador de las muestras radicales recolectadas.**



**2.4.3 Extracción:** Para la extracción de los nematodos se utilizó el método de disección (Figura 6), el cual consiste en cortar el material vegetal en pedazos pequeños haciendo observaciones directas bajo el microscopio estereoscópico, con un aumento de 5X, separando con una aguja de disección lentamente y con cuidado el tejido alrededor de la lesión ocasionada por el nematodo. Los nematodos extraídos se colocaron en una caja petri con agua destilada, para su posterior identificación<sup>55</sup>.

**Figura 6. Método de disección y corte perineal para la obtención de una huella<sup>56</sup>.**



<sup>55</sup> CEPEDA, Op. Cit., p. 109.

<sup>56</sup> SHURTLEFF y AVERRE, Op. Cit., p.109.

**2.4.4 Identificación de especies de *Meloidogyne*:** observando mediante el uso de un microscopio estereoscópico a un aumento de 5X, se colocaron las hembras en portaobjetos con una gota de agua y una gota de glicerina. Con la aguja de disección se sostiene la hembra de la parte cefálica; con una cuchilla se hace un corte transversal en la parte media del cuerpo (Figura 6), dejando la región del ano y la vulva para su identificación<sup>57</sup>.

Con ayuda de una pajilla y con mucho cuidado de no romper las estructuras, se empieza a remover los residuos de tejidos que quedan al interior del cuerpo; con el fin de identificar con mayor facilidad las líneas anales y vulvares.

Se colocó el cubreobjetos sobre el corte cuidando que las paredes del mismo se extiendan hacia fuera y faciliten su visibilidad. Ambos cristales, porta y cubreobjetos, se sellaron con esmalte transparente.

Por último, se llevaron al microscopio y se compararon por medio de las claves de Taylor y Sasser<sup>58</sup>. Los patrones perineales así obtenidos, se observaron para detallar características que coincidían con los patrones determinantes para cada especie y posteriormente se identificaba la especie a la que correspondía cada corte (Figura 2).

**2.4.5 Características para identificación de especies:** obtenida la huella a través del corte perineal, se observó: la forma, tipo de arco dorsal, líneas de campo lateral y estrías de los patrones perineales en las hembras (Figura 1).

## 2.5 VARIABLES EVALUADAS

- Especie más frecuente en el norte del departamento de Nariño.
- Especie de *Meloidogyne* más frecuente por localidad.
- Especies de *Meloidogyne* más frecuente en el cultivo de tomate.
- Especies de *Meloidogyne* más frecuente en el cultivo de lulo.

---

<sup>57</sup> SHURTLEFF y AVERRE, Op. Cit., p. 187.

<sup>58</sup> TAYLOR y SASSER, Op. Cit., p. 111.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 DESCRIPCION DE SÍNTOMAS.

Localizada la finca, se procedió a ubicar plantas con síntomas aéreos, que indicaban la presencia de *Meloidogyne* spp. muestreando aquellas que presentaban marchitez, clorosis y enanismo<sup>59</sup> como se observa en la Figura 7 para el cultivo de lulo. Además de estos síntomas, se observó también defoliación severa para el cultivo de tomate de árbol (Figura 8).

Figura 7. Cultivo de lulo mostrando parches afectados por *Meloidogyne* spp.



---

<sup>59</sup> LORDELLO, Op. Cit., p. 314.

**Figura 8.** Cultivo de tomate de árbol presentando defoliación por ataque de *Meloidogyne* spp.



**3.1.1 Muestreo:** El total de raíces muestreadas para ambos cultivos fue de 81 raíces, de las cuales 34 raíces correspondieron al cultivo de tomate de árbol y 47 raíces para el cultivo de lulo (anexo A).

**3.1.2 Transporte y conservación de muestras:** Las muestras llevadas al laboratorio de microbiología de la Universidad de Nariño, estuvieron en condiciones óptimas de trabajo por un lapso de 11 días, a partir de este tiempo las raíces empezaron a mostrar síntomas de pudriciones y necrosamiento de las partes terminales.

**3.1.3 Extracción:** las hembras de *Meloidogyne* fueron extraídas de diferentes partes de cada una de las raíces (Figura 9), por cada raíz fueron seleccionadas seis hembras para su posterior identificación.

Figura 9. Extracción en laboratorio de hembras de *Meloidogyne*, corte de la raíz (a), observación de las hembras en el tejido radical (b), extracción de hembras bajo el microscopio estereoscópico (c), ubicación de hembras en recipiente con agua destilada.



a



b



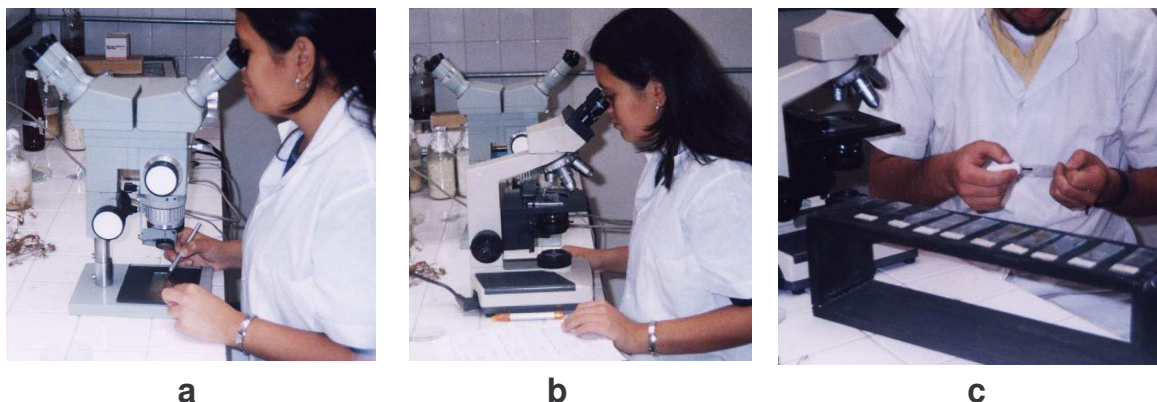
c



d

### 3.2 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE *Meloidogyne*

Figura 10. Preparación del corte perineal (a), comparación con las claves (b), conservación de huellas (c).



Las observaciones microscópicas de los cortes de patrones perineales se iniciaron bajo un microscopio óptico con aumento 100x y se determinaron las especies confrontándolos con los esquemas registrados por la literatura de Vergel *et al.*, (2000) y Taylor y Sasser (1983).

Los resultados obtenidos por Vergel *et al.*, (2000), Gaviria (2004), se confirman en este estudio, indicando que la identificación del nematodo del nudo de la raíz proporciona un diagnóstico rápido y certero mediante la técnica “patrones perineales”, que es aún una técnica confiable poco costosa y asequible.

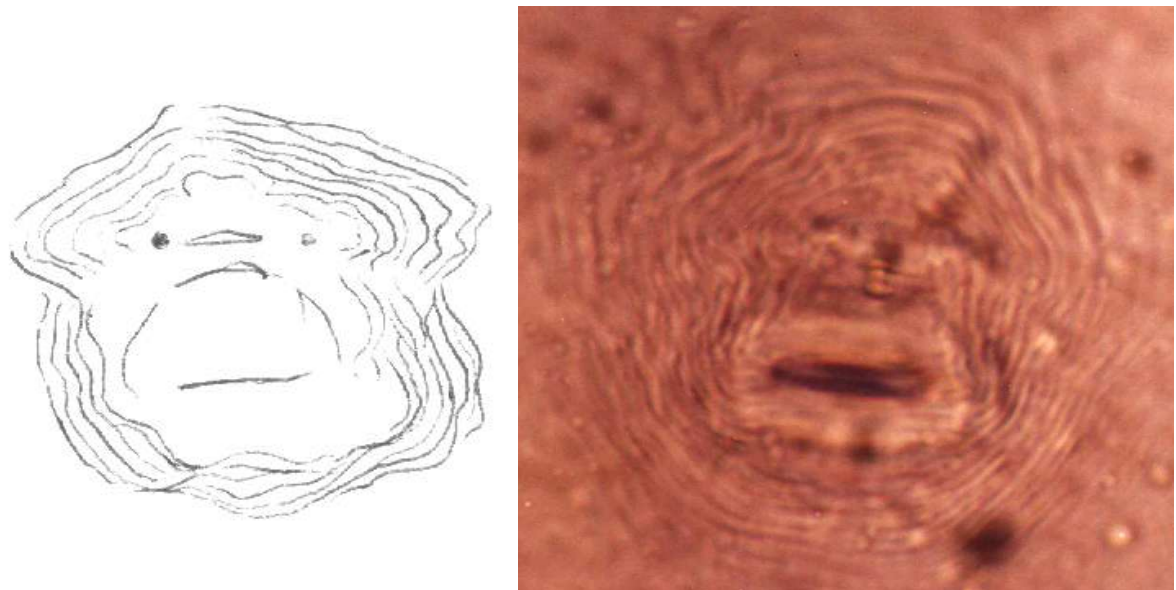
De las 81 raíces muestreadas, se obtuvieron para el estudio 486 nematodos, a cada uno de los cuales se les realizó el corte perineal, por lo tanto se realizaron 486 cortes perineales en total, de estos 204 cortes correspondieron a nematodos encontrados en el cultivo de tomate de árbol y 282 para el cultivo de lulo.

Apoyados en las características y claves de las descripciones hechas por diversos autores Taylor (1968), Taylor y Sasser (1983); Shurtleff y Averre (2000), se confirma la presencia de cuatro especies de nematodos del género *Meloidogyne* asociadas a la formación del nudo radical, estas fueron *M. arenaria*, *M. incognita*, *M. hapla* y *M. exigua*; además de unas especies que no fueron posibles de identificar con las claves utilizadas como medio de clasificación.

A continuación se describen las características que determinaron su clasificación.

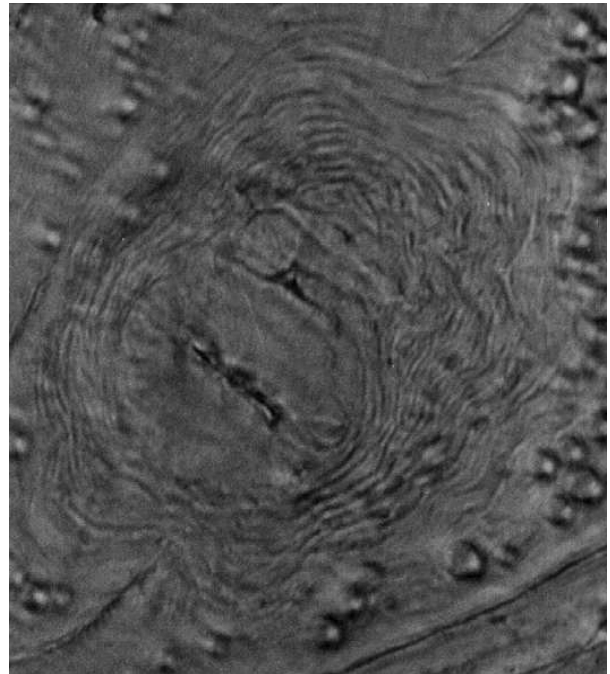
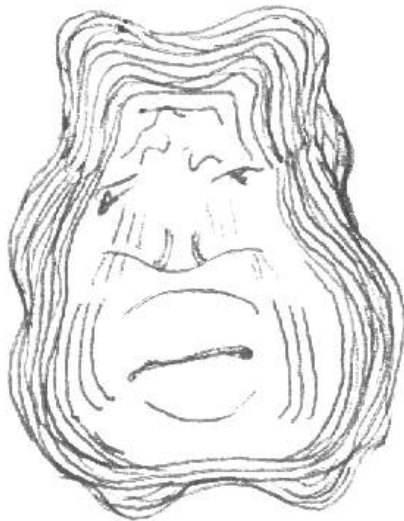
**3.2.1 *Meloidogyne arenaria*:** Su identificación se basó en su forma redondeada con numerosas estrías gruesas, cortas, onduladas y desacomodadas, están cerca de las líneas laterales donde convergen las estrías dorsales y ventrales, con un arco dorsal bajo y redondeado excepto cuando la estría ventral se extiende en forma de ala formando una invaginación a manera sombrero, los campos laterales no se observaron marcadamente, sin embargo; se distinguen señalados por la interrupción de las estrías en esta zona, además fueron fácilmente observados los fasmidios. Esta descripción morfológica concuerda fielmente con el diseño perineal típico descrito por Taylor y Sasser (1983), Vergel *et al* (2000), Shurtleff y Averre (2000), Cepeda (2001) y Gaviria (2004). Como se puede apreciar en la Figura 11.

**Figura 11. Comparación entre clave y corte perineal obtenido de *M. arenaria*.**



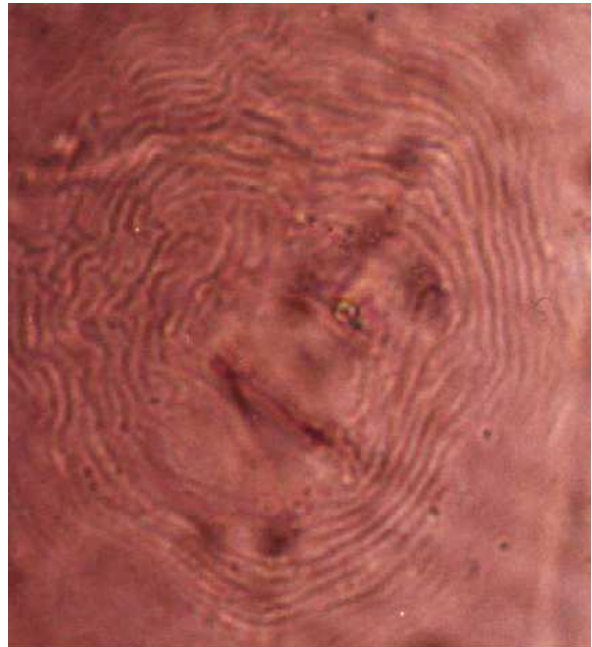
**3.2.2 *Meloidogyne incognita*:** En comparaciones con la clave, esta especie presenta un modelo perineal típico, arco dorsal alto y cuadrado, sus estrías son onduladas y en zig zag, algunas veces forman un espiral. No presentan campos laterales y muestran una zona vulvar lisa. Este especie fue fácilmente identificada con base en la comparación visual con la clave y con la descripción que Taylor y Sasser (1983), Vergel *et al* (2000), Shurtleff y Averre (2000), Cepeda (2001) y Gaviria (2004), hacen de esta especie, en la Figura 12 se presenta la figura clave y el corte perineal de un nematodo de esta especie.

**Figura 12. Comparación entre clave y corte perineal obtenido de *M. incognita***



**3.2.3 *Meloidogyne hapla*:** La principal característica que se observó para la identificación de esta especie fue la puntuación subcuticular presente en la zona que va desde el ano hasta los fasmidios esta característica es única en esta especie. Además de su forma redondeada con arco dorsal bajo y campos laterales ausentes. La estría ventral por lo general, esta extendida lateralmente en forma de ala sobre uno o ambos lados, la simetría del patrón perineal en esta especie es irregular. Esta descripción es consecuente con la descripción realizada por Taylor y Sasser (1983), Vergel *et al* (2000), Shurtleff y Averre (2000), Cepeda (2001) y Gaviria (2004).

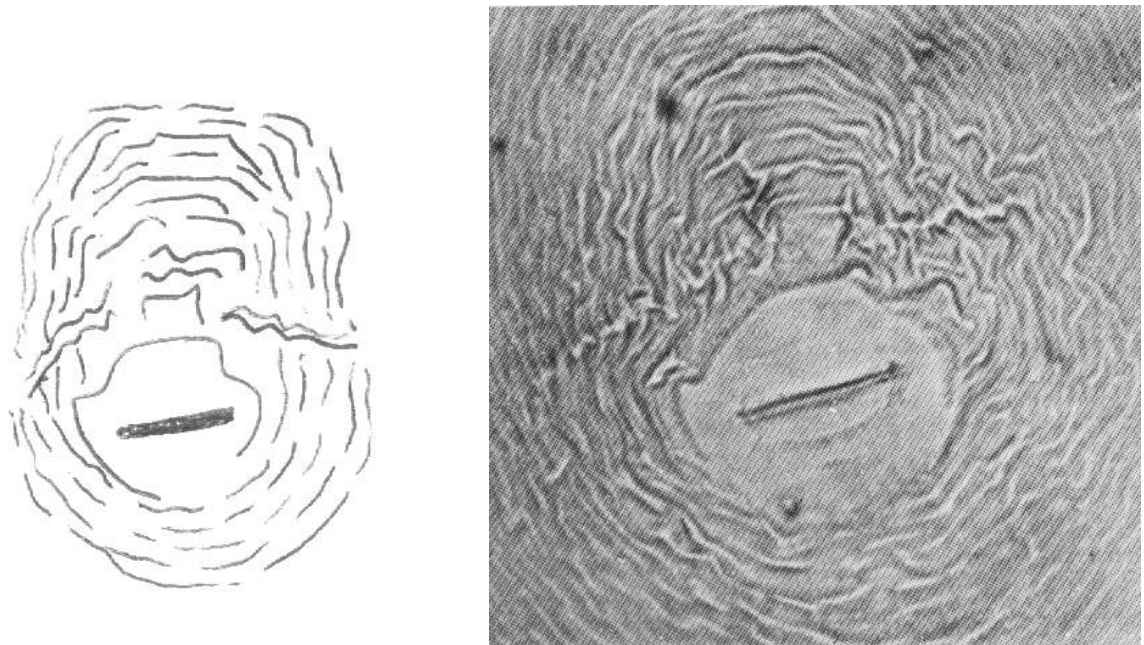
**Figura 13. Comparación entre clave y corte perineal obtenido de *M. hapla***



**3.2.4 *Meloidogyne exigua*:** Se identificó principalmente por la presencia de campos laterales, su forma ovalada, con estrías gruesas. Christie<sup>60</sup> menciona además la dificultad que se presenta para observar el ano y por la interrupción de las estrías, lo que se debe a la presencia de los campos laterales.

En este trabajo se encontró que varios nematodos muestreados concuerdan con esta descripción (Figura 14), por lo cual se aceptó la presencia de esta especie en los cultivos de tomate de árbol y lulo en el norte del departamento de Nariño.

**Figura 14. Comparación entre clave y corte perineal obtenido de *M. exigua*.**



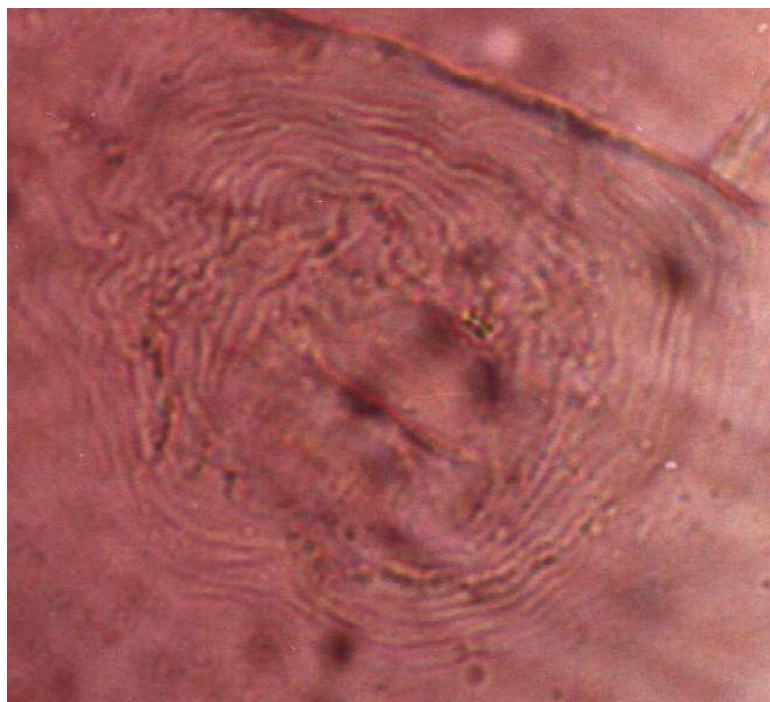
---

<sup>60</sup> CHRISTIE, Op. Cit., p. 275.

**3.2.5 Especies de *Meloidogyne* no identificadas:** En el trabajo se encontraron 15 muestras de nematodos del género *Meloidogyne* que no fue posible identificar y clasificar debido a que ninguno tenía similitud con las claves utilizadas. Es decir, todos presentaron patrones atípicos.

Con base en lo anterior, no se puede decir que se hallan encontrado especies nuevas; lo más probable es que cada uno de estos nematodos del género *Meloidogyne* no identificados correspondan a cualquiera de las setenta especies reportadas para este género, por Cepeda<sup>61</sup>. En total se encontraron 15 nematodos del género *Meloidogyne* que no fue posible identificar a que especie correspondía, debido a no disponer de claves y huellas de todas las especies existentes hasta la fecha.

**Figura 15. Corte perineal no identificado.**



---

<sup>61</sup> CEPEDA, Op. Cit., p. 305.

### 3.3 ESPECIES DE *Meloidogyne* PRESENTES Y MÁS FRECUENTES EN EL NORTE DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

En la Tabla 2 se consignan los resultados obtenidos en el trabajo, discriminando por especie y por municipio.

**Tabla 2. Resultados obtenidos a partir de la comparación entre las claves de Sasser y Taylor de las huellas perineales identificadas para cada especie, por municipio y por cultivo.**

MUNICIPIO	No. Cortes unidad	Arenaria		Incognita		Exigua		Hapla		M. spp.	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Buesaco	36	8	22.2	24	66.6	x	x	4	11.1	x	x
	30	8	26.6	19	63.3	3	10	x	x	x	x
Arboleda	42	10	23.8	22	52.3	4	9.5	5	11.9	1	2.3
	54	16	29.6	30	55.5	3	5.5	2	3.7	3	5.5
Cartago	24	2	8.3	17	70.8	5	20.8	x	x	x	x
	54	15	27.7	31	57.4	3	5.5	5	9.2	x	x
La Unión	36	14	38.8	14	38.8	2	5.5	6	16.6	x	x
	54	16	29.6	30	55.5	3	5.5	2	3.7	3	5.5
San Lorenzo	36	6	16.6	21	58.3	3	8.3	4	11.1	2	5.5
	36	9	25	19	52.7	1	2.7	3	8.3	4	11.1
San José de alban	30	6	20	19	63.3	2	6.6	3	10	x	x
	54	9	16.6	43	79.6	x	x	x	x	2	3.7
Total Tomate	<b>204</b>	<b>46</b>	<b>22.55</b>	<b>117</b>	<b>57.35</b>	<b>16</b>	<b>7.84</b>	<b>22</b>	<b>10.78</b>	<b>3</b>	<b>1.47</b>
Total lulo	<b>282</b>	<b>73</b>	<b>25.89</b>	<b>172</b>	<b>60.99</b>	<b>13</b>	<b>4.61</b>	<b>12</b>	<b>4.25</b>	<b>12</b>	<b>4.25</b>
<b>TOTAL</b>	<b>486</b>	<b>119</b>	<b>24.49</b>	<b>289</b>	<b>59.46</b>	<b>29</b>	<b>5.97</b>	<b>34</b>	<b>6.99</b>	<b>15</b>	<b>3.09</b>

- Cultivo de tomate de árbol
- Cultivo de lulo

En la tabla 2. se observa que los resultados permiten evidenciar que las especies *M. arenaria*, *M. incognita*, *M. hapla* y *M. exigua* se encuentran distribuidas en toda la zona norte del departamento de Nariño en los cultivos de tomate de árbol y lulo. Esta distribución se observa claramente en las tablas 3, 4 y 5 en donde la información está registrada por localidad, cultivo y especie de *Meloidogyne*.

No cabe duda de que el nematodo del nudo radical, además de presentar una amplia distribución en la zonas del trópico y subtropico a una gran variedad de

hospedantes económicamente importantes en el ámbito mundial, también se encuentra en diferentes regiones de Colombia asociadas a estos cultivos.<sup>62</sup>

Los resultados se ajustan con la sintomatología presentada por las plantas de donde se tomaron las muestras radicales: marchitamiento en días calurosos, clorosis y falta de desarrollo, entre otros<sup>63</sup>.

Una observación que vale la pena destacar es que en las raíces muestreadas se encontraron más de una especie de *Meloidogyne*, lo que indica que la presencia de una especie no excluye otras especies presentes; y que a pesar de que la especie *M. incognita* se aisló con mayor frecuencia no se descarta la importancia que tienen las especies *M. arenaria*, *M. hapla* y *M. exigua*, ya que en conjunto están afectando los cultivos de tomate de árbol y lulo en el norte del departamento de Nariño, siendo estas especies las más agresivas en estos cultivos debido, principalmente, a los daños irreversibles causados al sistema radical de la planta<sup>64</sup>.

Se encontró que la especie más frecuente fue *M. incognita* con 289 individuos identificados a partir de los 486 cortes perineales realizados, le sigue en importancia *M. arenaria* con 119 individuos identificados de este género. Este resultado concuerda con las observaciones de Jaraba<sup>65</sup>, quien afirma que las especies de mayor importancia agrícola son las cuatro encontradas en este trabajo además de *M. chitwoodi* y *M. javanica*.

Es importante destacar que en el estudio se encontró 15 especies que no fue posible identificar, debido a la carencia de claves para hacerlo; pero que sin lugar a duda pertenecen al género *Meloidogyne* spp. Lo que se confirma por la presencia del patrón perineal característica típica de este género de nematodos<sup>66</sup>.

En general, *Meloidogyne incognita* se encontró en mayor porcentaje para ambos cultivos y en todos los municipios (Tabla 2), lo que indica que esta especie es la

---

<sup>62</sup> GAVIRIA, Op. Cit., p. 53 – 65.

<sup>63</sup> LORDELLO, Op. Cit., p. 314.

<sup>64</sup> MUKERJI, Op. Cit., p. 554.

<sup>65</sup> JARABA, Op. Cit., p. 42 – 43.

<sup>66</sup> SHURTLEFF y AVERRE, Op. Cit., p. 187.

de mayor importancia en el norte del departamento de Nariño, ya que por su alta frecuencia indica que es la principal causante de la formación de nudos radicales. Le sigue en importancia *M. arenaria*, la cual puede llegar a alcanzar importantes niveles de incidencia.

Los resultados para *M. exigua* y *M. hapla* para cada cultivo son variables, sin embargo se mantienen por debajo de *M. incognita* y *M. arenaria*. Esto se debe a la baja agresividad de estas especies en comparación a *M. incognita* lo que coincide con lo mencionado por Navarro y Barriga (1974)<sup>67</sup>, a excepción del municipio de Cartago en donde *M. exigua* supera a *M. arenaria*.

Cabe anotar, que en la zona de estudio es muy común encontrar dentro de un mismo lote, cultivos de tomate de árbol y lulo asociados a café, plátano, maní, entre otros, los cuales son buenos hospedantes de diferentes especies de *Meloidogyne* spp.<sup>68</sup> haciendo que las poblaciones del nematodo se presenten en mayor frecuencia para ciertas especies.

Las siembra en asocio de especies susceptibles al ataque del nematodo nodulador; puede llegar a generar mayor susceptibilidad al ataque de *Meloidogyne*, ya que a medida que el cultivo crece fisiológicamente; las poblaciones del nematodo en el suelo también van a incrementarse, si no se lleva un adecuado manejo técnico del cultivo (Figura 16).

**Figura 16. Cultivos asociados de tomate de árbol y lulo.**



<sup>67</sup> NAVARRO y BARRIGA, Op. Cit., p. 499 – 519.

<sup>68</sup> VERGEL *et al.*, Op. Cit., p. 285 – 295.

### 3.4 ESPECIES MÁS FRECUENTES POR LOCALIDAD

En la Tabla 3 se hace una discriminación por municipio y por especie de nematodos del género *Meloidogyne*, que afectan cultivos de tomate de árbol y lulo. En la cual se puede observar que en todos los municipios se encontró que los cultivos de tomate de árbol y lulo están siendo afectados por *M. arenaria*, *M. incognita*, *M. exigua*, *M. hapla* y un bajo número (15 nematodos de 486) corresponden a especies de *Meloidogyne* spp. sin identificar.

**Tabla 3. Especies más frecuentes por localidad**

MUNICIPIOS	<i>M. Arenaria</i>		<i>M. incognita</i>		<i>M. Exigua</i>		<i>M. Hapla</i>		<i>Meloidogyne spp.</i>		Total
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	
Buesaco	16	24,2	43	65,1	3	4,5	4	6	0		66
Arboleda	26	27	52	54,1	7	7,2	7	7,2	4	41	96
Cartago	17	21,7	48	61,5	8	10,2	5	6,4	0		78
La Unión	30	33,3	44	48,8	5	5,5	8	8,8	3	3,3	90
San Lorenzo	15	20,8	40	55,5	4	5,5	7	9,7	6	8,3	72
San José de alban	15	17,8	61	72,6	2	2,3	3	3,5	2	2,3	84
<b>Total</b>	119	24,49	289	59,46	29	5,97	34	6,99	15	3,09	486

Los resultados obtenidos para cada municipio indican lo siguiente:

**3.4.1 Buesaco:** en la Tabla 3 se puede observar que en este municipio la especie de mayor incidencia y que con mayor frecuencia se encontró fue *M. incognita* con 43 cortes positivos para esta especie de un total de 66 cortes que se realizaron, le siguen en importancia *M. arenaria* con 16 individuos identificados.

**3.4.2 Arboleda:** de los 96 cortes realizados para esta localidad se encontró que 52 cortes corresponden a la especie *M. incognita*, seguida por *M. arenaria* con 26 individuos, además se encontraron cuatro individuos que no se lograron identificar por las razones anteriormente mencionadas.

**3.4.3 Cartago:** en esta localidad se realizaron 78 cortes perineales entre tomate de árbol y lulo, en los cuales se encontró que 48 correspondían para la especie *M. incognita*, 17 cortes fueron positivos para la especie *M. arenaria*, representando un

61.5 y 17% respectivamente (Tabla 3). En este municipio se registró el porcentaje más elevado para *M. exigua* (10.2%) con respecto a las otras localidades.

**3.4.4 La Unión:** del total de 90 cortes realizados se encontró que 44 fueron clasificados dentro de la especie *M. incognita* y 30 cortes correspondieron a *M. Arenaria*; se encontraron además, tres especies que no fue posible identificar.

En este municipio se encontró una estrecha diferencia entre las especies de *M. incognita* y *M. Arenaria*. Sin embargo *M. incognita* se mantiene por encima de las otras especies.

**3.4.5 San Lorenzo:** se encontró que los cultivos de tomate árbol y lulo son fuertemente atacados por la especie de *M. incognita* con 40 cortes identificados de un total de 72, lo que representa un 55.5%, mientras que 15 correspondieron a la especie de *M. arenaria*. En este municipio se encontró el mayor numero de especies no identificadas.

**3.4.6 San José de Albán:** de 84 cortes realizados en este municipio 61 pertenecieron a la especie *M. incognita* y 15 a *M. arenaria*, representando el 72.6% y 17.8% respectivamente, la especie *M. incognita* registra en este municipio el porcentaje más alto de incidencia.

Con los resultados anteriores podemos determinar que las especies de *Meloidogyne* más frecuentes y que están atacando en mayor porcentaje los cultivos de tomate de árbol y lulo; para los seis municipios en estudio, corresponden a la especie *M. incognita* con 289 individuos y *M. arenaria* con 119 individuos y en menor grado *M. Hapla* con 34 individuos y *M. exigua* con 29 individuos.

Con el conocimiento de las especies del género *Meloidogyne* asociadas al disturbio del nudo radical, es necesario continuar con estudios dirigidos al conocimiento de los hábitos de vida de las especies identificadas, con el fin de lograr un control efectivo y dirigido <sup>69</sup>.

---

<sup>69</sup> TAYLOR y SASSER, Op. Cit., p. 111.

### 3.5 ESPECIES DE *Meloidogyne* MÁS FRECUENTES EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL

En la Tabla 4 se puede observar que la especie de *Meloidogyne* que ataca con más frecuencia el cultivo de tomate de árbol es la especie *M. incognita*, con 117 cortes positivos de un total de 204, lo que representa el 57.3 % de presencia de este nematodo en las muestras colectadas. Le sigue en importancia la especie *M. arenaria* con un 22.5% de incidencia puesto que se encontraron 46 muestras positivas para esta especie. En el cultivo de tomate de árbol únicamente se encontraron tres especies que no fue posible su clasificación, presentando el 1.4%, del total de muestras.

Tabla 4. Especies de *Meloidogyne* más frecuentes en el cultivo de tomate de árbol en el norte del departamento de Nariño.

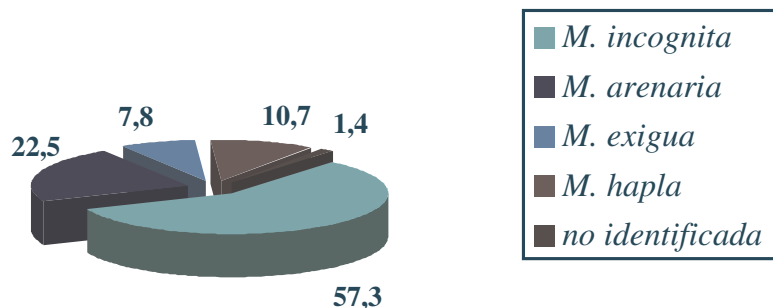
MUNICIPIOS	<i>M. Arenaria</i>		<i>M. incognita</i>		<i>M. Exigua</i>		<i>M. Hapla</i>		<i>Meloidogyne spp.</i>		Total
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	
Buesaco	8	22.2	24	66.6	-	-	4	11.1	-	-	36
Arboleda	10	23.8	22	52.3	4	9.5	5	11.9	1	2.3	42
Cartago	2	8.3	17	70.8	5	20.8	-	-	-	-	24
La Unión	14	38.8	14	38.8	2	5.5	6	16.6	-	-	36
San Lorenzo	6	16.6	21	58.3	3	8.3	4	11.1	2	5.5	36
San José de alban	6	20	19	63.3	2	6.6	3	10	-	-	30
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>22.5</b>	<b>117</b>	<b>57.3</b>	<b>16</b>	<b>7.84</b>	<b>22</b>	<b>10.79</b>	<b>3</b>	<b>1.47</b>	<b>204</b>

Cabe resaltar, que en el municipio de Cartago se presentó el mayor ataque de *M. Incógnita* entre las localidades en estudio, mostrando un 70.8%, seguido por el municipio de Buesaco y San José con 66.6 y 63.3% respectivamente.

Entre los municipios en estudio, el que tuvo menor incidencia de *M. incognita* fue el municipio de La Unión, con el 38.8%. Además, obtuvo el porcentaje más alto para *M. arenaria* con el 38.8%.

En general, para la zona norte del departamento de Nariño, para condiciones de nuestro estudio, se encontró para tomate de árbol un 57.3% de *M. incognita*, 22.5% de *M. arenaria*, 10.7% de *M. hapla*, 7.8% de *M. exigua* y 1.4% de especies no identificadas, del total de los cortes (Figura 17).

Figura 17. Distribución porcentual de especies encontradas de *Meloidogyne* en Tomate de árbol.



### 3.6 ESPECIES DE *Meloidogyne* MÁS FRECUENTES EN EL CULTIVO DE LULO

En la Tabla 5 se discrimina por localidad las especies de *Meloidogyne* que están afectando los cultivos de lulo.

Tabla 5. Especies de *Meloidogyne* más frecuentes en el cultivo del lulo en el norte del departamento de Nariño.

MUNICIPIOS	M. Arenaria		M. incognita		M. Exigua		M. Hapla		Meloidogyne spp.		Total
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	
Buesaco	8	26.6	19	63.3	3	10.0	-	-	-	-	30
Arboleda	16	29.6	30	55.5	3	5.5	2	3.7	3	5.5	54
Cartago	15	27.7	31	57.4	3	5.5	5	9.2	-	-	54
La Unión	16	29.6	30	55.5	3	5.5	2	3.7	3	5.5	54
San Lorenzo	9	25	19	52.7	1	2.7	3	8.3	4	11.1	36
San José de alban	9	16.6	43	79.6	-	-	-	-	2	3.7	54
Total	73	25.89	172	60.99	13	4.61	12	4.25	12	4.25	282

En la Tabla 5 se puede observar que igual que para el caso del tomate de árbol, la especie más frecuente es *M. incognita*. Es al parecer, la especie que está afectando con mayor frecuencia en los seis municipios en estudio, puesto que de los 282 cortes perineales realizados se encontraron 172 cortes que coincidieron

para la identificación de esta especie, representando un 60.9% de incidencia, en las muestras recolectadas.

Además, se encontró que 73 de los cortes resultaron positivos para la especie *M. arenaria*, lo que permite concluir que junto a *M. incognita* son las que están afectando con mayor incidencia los cultivos de lulo en el norte del departamento de Nariño, ya que entre las dos especies representan el 86.8% de incidencia.

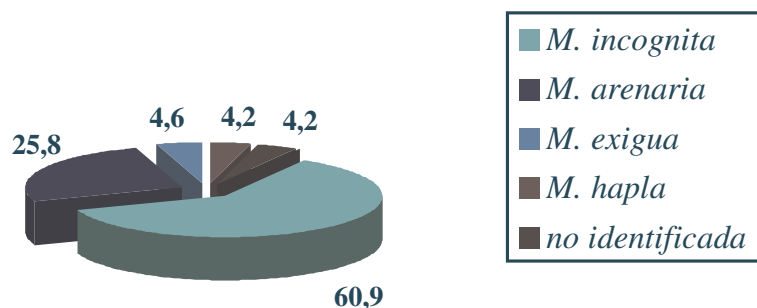
En las muestras recolectadas se encontraron 12 especies de *Meloidogyne* que no se pudieron identificar. De todas formas, los datos son consecuentes con los resultados de las dos tablas anteriores, es decir *M. incognita* y *M. arenaria* son las más abundantes y frecuentes en todo el norte del departamento de Nariño y en el cultivo del lulo.

Los municipios de San José de alban, Buesaco y Cartago presentaron los mayores porcentajes de incidencia de *M. incognita* en lulo con porcentajes de 79.6%, 63.3% y 57.4% respectivamente. Es importante resaltar que estos tres municipios también registraron el porcentaje más alto de incidencia de *M. incognita*, en el cultivo de tomate de árbol.

La especie *M. arenaria* se presentó con mayor frecuencia en los municipios de La Unión y Arboleda, puesto que en ambas localidades esta especie estuvo representada por el 29.6% de incidencia.

De igual manera, los resultados para lulo en la zona norte del departamento de Nariño se expresan en la Figura 18; encontrándose que, un 60.9% lo representa *M. incognita*, 22.8% *M. arenaria*, 4.6% de *M. exigua*, 4.2% de *M. hapla* y 4.2% de especies no identificadas, del total de los cortes.

**Figura 18. Distribución porcentual de especies encontradas de *Meloidogyne* en lulo.**



En las Tablas 3, 4 y 5 se puede ver cierta dominancia al interior de las especies de nematodos del género *Meloidogyne* que atacan los cultivos de tomate de árbol y lulo en la zona norte del departamento de Nariño, tanto dentro del cultivo como dentro del municipio. Las especies *M. incognita* y *M. arenaria* resultaron ser las más frecuentes, y pueden generar mayor competencia y restricción para especies como *M. exigua*, *M. hapla* y otras no identificadas.

Con respecto a *M. incognita* y *M. arenaria* se puede observar esta dominancia; por ejemplo: La especie *M. incognita* fue la más abundante en el municipio de San José con 72.6%, mientras que y *M. arenaria* es la de más baja incidencia con el 17.8%.

De igual forma, la misma dominancia ocurre con respecto al cultivo de lulo entre las mismas especies más frecuentes *M. incognita* y *M. arenaria*, se puede notar claramente que la mayor incidencia en lulo fue de la especie *M. incognita* en el municipio de San José de alban con casi el 80%, mientras que la especie *M. arenaria* presentó la más baja incidencia en este mismo municipio con el 16.6%.

Con relación al cultivo de tomate de árbol, también se encontró que la mayor presencia de la especie *M. incognita* contrastó con la de *M. arenaria*; en el municipio de Cartago hubo un 70.8% para la primera especie y sólo un 8.3% de incidencia para la segunda especie.

Finalmente en la Figura 19, se presentan en forma numérica las especies de *Meloidogyne* presentes en el norte del departamento de Nariño y que confirman gráficamente las observaciones anteriormente mencionadas. Estos resultados son consecuentes con la literatura citada, en donde se señala a *Meloidogyne incognita* como la especie de mayor importancia, gracias a su gran capacidad adaptativa a diferentes ecosistemas, tanto del trópico como del subtropico<sup>70</sup>.

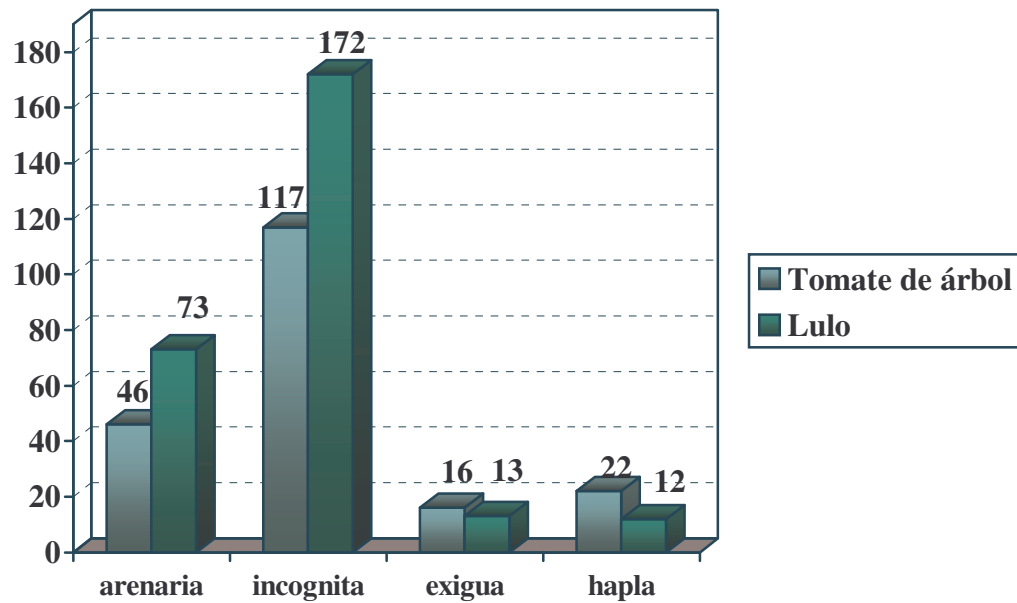
Además, Siagusa citado por Lordello (1992), habla de la importancia de *Meloidogyne incognita*, en base a un ensayo que realizó mediante el conteo de huevos producidos por las hembras de nematodos de este género, los resultados obtenidos arrojaron información muy importante respecto a este tema, Siagusa encontró que las hembras de otras especies producen un promedio 400 huevos

---

<sup>70</sup> GAVIRIA, Op. Cit., p. 53 – 65.

cada una, mientras que la cantidad cuantificada para *M. Incógnita* estuvo alrededor de los 800, encontrándose algunas que producían hasta 2000 huevos<sup>71</sup>.

**FIGURA 19.** Distribución por individuo de las especies de *Meloidogyne* en tomate de árbol y lulo.



<sup>71</sup> LORDELLO, Op. Cit., p. 314.

#### 4. CONCLUSIONES

- De las poblaciones de hembras adultas de *Meloidogyne* estudiadas, se lograron identificar cuatro especies, correspondientes a *M. incognita*, *M. hapla*, *M. exigua* y *M. arenaria*.
- Especies como *M. hapla* y *M. exigua*, presentaron los más bajos niveles de distribución en la zona de estudio.
- En el municipio de San José de Alban se presentó la mayor incidencia de *M. incognita* con 72.6% de presencia, mientras que en el municipio de La Unión la especie *M. arenaria* se presenta en mayor incidencia con el 33.3%.
- *Meloidogyne incognita* es la especie de mayor frecuencia y distribución en los cultivos de tomate de árbol y lulo en la zona de estudio.
- No fue posible determinar la especie en algunos de los cortes perineales, puesto que las características morfológicas diferían de las descritas por Taylor y Sasser, lo que da lugar a sugerir la presencia de otras especies en nuestro medio.
- La identificación de especies de *Meloidogyne spp.* con la técnica de patrones perineales, es una técnica simple, poco costosa y confiable que permite un rápido y certero diagnóstico.

## RECOMENDACIONES

- Realizar estudios más detallados para la identificación de especies que no se lograron reconocer a través de las comparaciones con las claves de Taylor y Sasser.
- Realizar pruebas complementarias de identificación mediante el uso de técnicas diferentes a las utilizadas en este trabajo.
- Se considera que este tipo de investigación se debe extender a zonas ecológicas diferentes a las estudiadas, con el fin de establecer la distribución de las especies existentes, contribuyendo así al proyecto “Manejo Integrado de Plagas, para el mejoramiento de la Producción de Frutas en la Zona Andina”.<sup>72</sup>
- Estudiar aspectos epidemiológicos de la distribución del nematodo y condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad.
- Continuar trabajos de investigación con el propósito de buscar mejores estrategias de manejo y control de *Meloidogyne*, contando con una mayor especificidad.

---

<sup>72</sup> Coordinado en Colombia por CORPOICA, regional 4, a través de la Dra. Gladis E. Munera U.

## BIBLIOGRAFIA

CAMPOS, V.; SIVAPALAN, P. y GNAPRAGASAM, N. Nematodes parasites of coffee, cocoa and tea. In: LUC, M; SIKORA, R. and BRIDGE, J. Eds. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. St. Albans. C.A.B. international. Institute of parasitology, 1990. p 387 - 401.

CEPEDA, M. Nematodos de los frutales. México: Trillas, 2001. 204 p.

\_\_\_\_\_ Nematología agrícola. México: Trillas, 1996. 305 p.

\_\_\_\_\_ Prácticas de nematología agrícola. México: Trillas, 1995. 109 p.

CHRISTIE, J. Nematodos de los vegetales: su ecología y control. México: Limusa, 1986. 275 p.

CORRALES, S.; VARON, F. y BARRERA, N. Reconocimiento de nematodos y efecto de *Meloidogyne spp* en el cultivo del lulo *Solanum quitoense* Lam. En: Acta agronómica. Vol. 49. 1999 p. 3 – 4.

CUADRA, R. Número de generaciones y ciclo biológico de *Meloidogyne incognita* en Cuba. En: Ciencias de la agricultura. Academia de ciencias de Cuba. Vol. 20. 1984. p. 3 – 10.

DAYKIN, M. and HUSSEY, R. Staining and histopathological (techniques in nematology) In: BARKER, K.; CARTER, C. and SASSER, J. eds. An advanced treatise on *Meloidogyne*. Vol. II, Methodology international. *Meloidogyne* project. North Carolina state University Graphics. USA, 1985. p 39 - 48.

GAVIRIA, B. Identificación de especies de *Meloidogyne* asociadas con los cultivos de tomate de árbol, lulo y granadilla en Colombia. En: Revista universidad católica de oriente, No. 18, 2004. p 53 – 65.

JARABA, J. Técnicas para la identificación de especies y razas de *Meloidogyne spp.* En: Boletín bimestral, Ascolfi Informa. Vol. 28, No. 5. 2002. p. 42 – 43.

LOPEZ, R. y SALAZAR, L. Microscopia electrónica de rastreo de varias poblaciones del nematodo nodulador del cafeto *M. exigua*. En: Turrialba. Revista Interamericana de Ciencias Agrícolas. Vol. 3. 1989. p. 299 - 304.

LORDELLO, L. Nematóides das plantas cultivadas. 8 ed. Sao Paulo: Novel S.A., 1992. 314 p.

MAI, W. Plant parasitic nematodes: their threat to agriculture. An advanced treatise on *Meloidogyne*. In: International *Meloidogyne* project. North Caroline state. Vol. 2. 1985. p 11 - 17.

MUKERJI, K. Fruit and vegetable diseases, dordrecht (Holanda): kluwer academic publishers, 2004. p. 554.

NAVARRO, R. y BARRIGA, R. Identificación de especies del género *Meloidogyne* (Goeldi, 1887) Chitwood 1949, (Nematoda: Heteroderidae) en Colombia. En: Revista ICA. Vol. 9, No. 4. Bogotá, 1974. p 499 - 519.

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. Técnicas de extracción y aislamiento de nematodos fitoparasitos de partes vegetales y suelo. El Salvador, 2002. [Citado 3 de junio de 2003]. Disponible en internet: [www.oirsa.org/publicaciones](http://www.oirsa.org/publicaciones)

SAÑUDO, B.; SALAZAR, C. y BETANCOURTH, C. Principios de nematología agrícola. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, 2003. 120 p.

SASSER, N. Nematology fundamentals and recent advances, whit emphasis and soil, forms on plant parasitic. Chapel Hill, University of North Carolina, 1986. 480 p.

SAXENA, G. Biocontrol of Nematode - Borne Disease in Vegetable Crops. In: MUKERJI, K. Fruit and vegetable diseases, dordrecht (Holanda): kluwer academic publishers, 2004. p. 397 – 450.

SHURTLEFF, M. y AVERRE, C. Diagnosing plant diseases causes by nematodes. St Paul (USA): American Phytopathological Society APS PRESS, 2000. 187p.

TAYLOR, A. Introducción a la nematología vegetal aplicada. Guía de la FAO para el estudio y combate de los nematodos parásitos de las plantas. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y alimentación, 1968. 131 p.

TAYLOR, A. y SASSER, J. Biología, identificación y control de nematodos del nudo de la raíz. C.I.P. USA: Artes graficas de la Universidad del Estado de Carolina del Norte, 1983. 111 p.

VERGEL, D.; LEGUIZAMON, J.; CORTINA, H. y TORRES, E. Reconocimiento y frecuencia de *Meloidogyne spp.* en una localidad de la zona cafetera central de Colombia. En: Boletín Técnico Cenicafe. Chinchina. Vol. 51, No. 4. 2000. p. 285 - 295.

VOLCY, C. Nematodos. Tomo 2. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.. 1998. 182 p.

## ANEXO A

### BUESACO

	No. muestras	Arenaria	Incógnita	Exigua	Hapla	No Identificada
FINCA 1						
Tomate	3	4	13	0	1	0
Lulo	-					
FINCA 2						
Tomate	3	4	11	3	0	0
Lulo	2	6	6	0	0	0
FINCA 3						
Tomate	-					
Lulo	3	2	13	3	0	0
<b>Total</b>	11	16	43	6	1	0

### ARBOLEDA

	No. muestras	Arenaria	Incógnita	Exigua	Hapla	No Identificada
FINCA 1						
Tomate	3	5	10	1	2	0
Lulo	3	8	8	1	1	0
FINCA 2						
Tomate	2	3	8	0	0	0
Lulo	3	5	7	2	1	3
FINCA 3						
Tomate	2	2	4	3	2	1
Lulo	3	3	15	0	0	0
<b>Total</b>	16	26	52	7	6	4

### CARTAGO

	No. muestras	Arenaria	Incógnita	Exigua	Hapla	No Identificada
FINCA 1						
Tomate	2	0	8	4	0	0
Lulo	3	1	13	3	1	0
FINCA 2						
Tomate	1	0	6	0	0	0
Lulo	3	4	10	0	4	0
FINCA 3						
Tomate	1	2	3	1	0	0
Lulo	3	10	8	0	0	0
<b>Total</b>	13	17	48	8	5	0

## LA UNION

	No. muestras	Arenaria	Incognita	Exigua	Hapla	No Identificada
FINCA 1						
Tomate	-					
Lulo	3	4	12	2	0	0
FINCA 2						
Tomate	3	7	7	1	3	0
Lulo	3	5	12	1	0	0
FINCA 3						
Tomate	3	7	7	1	3	0
Lulo	3	7	6	0	2	3
<b>Total</b>	18	30	44	5	8	3

## SAN LORENZO

	No. muestras	Arenaria	Incognita	Exigua	Hapla	No Identificada
FINCA 1						
Tomate	3	3	14	0	1	0
Lulo	3	1	15	0	2	0
FINCA 2						
Tomate	3	3	7	3	3	2
Lulo	-					
FINCA 3						
Tomate	-					
Lulo	3	8	4	1	1	4
<b>Total</b>	12	15	40	4	7	6

## SAN JOSE DE ALBAN

	No. muestras	Arenaria	Incognita	Exigua	Hapla	No Identificada
FINCA 1						
Tomate	3	4	9	2	3	0
Lulo	3	1	17	0	0	0
FINCA 2						
Tomate	2	2	10	0	0	0
Lulo	2	0	10	0	0	2
FINCA 3						
Tomate	-					
Lulo	4	8	16	0	0	0
<b>Total</b>	14	15	61	2	3	2