

**EVALUACIÓN DE COBERTURAS DE SUELO CON CALÉNDULA (*Calendula officinalis* L.),
CROTALARIA (*Crotalaria sp. L.*) Y AVENA (*Avena sp. L.*) EN EL CONTROL DE
Meloidogyne spp. EN LULO (*Solanum quitoense* Lam.)**

**SOIL COVERAGE EVALUATION WITH CALENDULA (*Calendula officinalis* L.),
CROTALARIA (*Crotalaria sp. L.*) AND OAT (*Avena sp. L.*) IN *Meloidogyne spp.* CONTROL
IN QUITO ORANGE (*Solanum quitoense* Lam.)**

Carlos Betancourth García¹, Claudia Salazar González¹ y Marino Rodríguez.¹

Fecha de recepción: 30 de octubre 2010

Fecha de aceptación: 8 de febrero 2011

RESUMEN

En Nariño el área sembrada con lulo (*Solanum quitoense* L.) es de 600 ha., las cuales presentan una disminución en su productividad, debido al ataque de patógenos como el nematodo del nudo radical *Meloidogyne spp.*, que alcanza incidencias cercanas al 79 %, y pérdidas del 50%. De otra parte, especies de plantas alelopáticas liberan compuestos nematotóxicos, nematostáticos o biocidas, interfiriendo en el ciclo vital del nematodo. La presente investigación se llevó a cabo en la vereda la Caldera (Pasto), con el objetivo de buscar alternativas de manejo de la enfermedad de nudo radical. Para ello se trabajó en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y cinco tratamientos, los cuales consistieron en tres coberturas de suelo: Caléndula (*Calendula officinalis* L.), Crotalaria (*Crotalaria sp. L.*) y Avena (*Avena sp. L.*) que se incorporaron en época de floración, control químico (carbofuran) a la siembra y cada tres meses y un testigo, y se evaluaron la incidencia, severidad, población de nematodos y producción; además una regresión entre severidad y producción y especies prevalentes de *Meloidogyne spp.* Los resultados indicaron una incidencia del 100% en todos los tratamientos, pero un efecto positivo de las coberturas sobre la severidad en virtud a la disminución de población de nematodos, así mismo, diferencias significativas en producción con respecto al testigo y al control químico. El análisis de regresión permitió probar que a medida que aumenta la severidad se reduce significativamente la producción. La especie más abundante fue *Meloidogyne incognita*. Se concluye que la caléndula, avena y crotalaria son una alternativa viable para el manejo del problema del nematodo del nudo radical.

Palabras clave: Nudo radical, prácticas de manejo, coberturas vegetales.

¹ Profesor Asociado, Profesora Asistente y Profesor Catedrático. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. Pasto. E-mail: cbet70@yahoo.com

ABSTRACT

In Nariño department, the area sown with quito orange (*Solanum quitoense* L.) is 600 ha., which show a productivity decrease, due to the pathogens attack such as root knot nematode *Meloidogyne* spp. Reaching incidences close to 79% and 50% losses. On the other hand, allelopathic plant species release nematotoxic compounds, nematostatics or biocides, interfering in the nematode life cycle. This research was carried out in the village La Caldera (Pasto), in order to search alternatives of root knot disease management. For it a randomized block design was used, with three replications and five treatments, which consisted of three soil coverage: Calendula (*Calendula officinalis* L.), Crotalaria (*Crotalaria sp.* L.) and oats (*Avena sp.* L.) which were incorporated in flowering time, chemical control (carbofuran) at sowing and every three months and a control, incidence, severity, nematode population and production were evaluated, besides a regression between production and severity and the prevalent *Meloidogyne* spp. species. The results showed a 100% incidence in all treatments, but a positive effect on the coverage over the severity under the nematode population decline, also, significant differences compared to control production and chemical control. Regression analysis allowed to prove that with increasing severity was significantly reduced production. *Meloidogyne incognita* was the most abundant specie. We conclude that the calendula, oats and Crotalaria are a viable alternative for dealing with the problem of root knot nematode.

Key words: root knot, management practices, plant coverage.

INTRODUCCIÓN

El área cultivada con lulo en Colombia para 2008 fue de 5,631 ha, con una producción de 46,457 t. y un rendimiento promedio de 8,3 t ha⁻¹. En Nariño el mismo año se cultivaron 420 ha, con una producción total de 2331 t. y un rendimiento promedio de 5,6 t ha⁻¹, (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2010) y constituyéndose en una actividad económica importante en este departamento desde hace varios años (Chaves *et al.*, 2002; Burbano y Gaviria, 2004; Betancourth, 2005).

Uno de los problemas sanitarios que ha conducido a la erradicación de grandes áreas de cultivos de lulo es el ataque de patógenos del suelo como el nematodo *Meloidogyne* sp, (García *et al.*, 2005; Lora, 2006), el cual reduce la vida útil del cultivo de 5 a 2 años (Tamayo *et al.*, 2003; Tamayo, 2001).

Los nematodos del género *Meloidogyne*, se encuentran en todo el mundo atacando más de 2000 especies vegetales, en las cuales se incluyen la mayoría de plantas cultivadas. En las regiones cálidas, las especies más comunes son: *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. exigua* y *M. acornea* (Jenkins y Taylor, 1967; Campos *et al.*, 1990; Volcy, 1998; Karssen y Moens, 2006).

En Colombia y particularmente en Antioquia, se ha encontrado como el nematodo más frecuente a *Meloidogyne* en el cultivo de lulo (Navarro, Varón y Volcy, 2003) citados por Revelo (2009), y *M. javanica* como especie prevalente en esta zona (Escobar *et al.*, 1982). Los mismos autores, registraron pérdidas del orden de 50% en parcelas sin control. En Nariño García *et al.* (2004), identificaron a *M. incognita*, *M. hapla*, *M. exigua* y *M. arenaria*, afectando cultivos de lulo, en donde *M. incognita* es la de mayor frecuencia y distribución.

Tradicionalmente el control de los nematodos se ha basado en el uso de nematicidas químicos, productos actualmente muy cuestionados por sus efectos adversos a los seres vivos y agroecosistemas, además de su alto costo. Por lo tanto, se investigan alternativas de control que sean ecológicamente benignas y sustentables como la actividad alelopática que presentan algunas plantas (Hasan, 1992; Halbrendt, 1996), las cuales se pueden usar en el manejo de nematodos, tanto en rotaciones, como en cultivos en cobertura, entre hileras, enmiendas, o abono verde (Rodríguez - Kabana, 1992; Halbrendt, 1996).

Plantas dentro del género *Calendula*, muestran efecto nematicida a través de la producción de aceites esenciales, los cuales reducen significativamente la eclosión y supervivencia de juveniles j2 y la tasa de reproducción de *Meloidogyne artiellia* en condiciones *in vitro*. La efectividad de enmiendas al suelo incorporando flores, hojas, raíces o semillas de *C. coronarium*, y flores de varias especies de la familia Asteraceae reducen la tasa reproductiva de *M. artiellia* en invernadero (Pérez *et al.* 2003).

La especie *A. sativa*, se ha registrado como resistente al ataque de *Meloidogyne sp.* y se recomienda su siembra en cobertura e incorporación al suelo, luego de ser picada en época de floración (Gómez *et al.*, 2006). Otros autores han reportado disminuciones importantes de poblaciones de *Meloidogyne spp.*, con el uso en rotación o cobertura de avena en suelos infestados con el patógeno, gracias a la liberación de ácidos grasos con carácter nematicida (Borges *et al.*, 2009; Oka *et al.*, 2003).

Así mismo, las plantas del género *Crotalaria* atrapan las larvas del nematodo *Meloidogyne sp.* y reducen sus poblaciones. Especies como *C. juncea* y *C. paulina* son aprovechadas en Brasil contra *Meloidogyne sp.*, principalmente en la rotación de cultivos (Wan *et al.*, 2004).

Por lo anteriormente expuesto, se realizó la presente investigación en busca de comprobar la utilidad de establecer coberturas de Avena, *Crotalaria* y *Caléndula* en el manejo del nematodo del nudo radical en lulo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El ensayo se realizó en el municipio de La Florida, ubicado al noroccidente de la ciudad de Pasto, a 25 kilómetros, con una temperatura media de 17°C, precipitación de 1100 mm, humedad relativa de 87% y una altitud de 1748 msnm. Se seleccionó una finca infestada con *Meloidogyne spp.*

Material vegetal. Se utilizaron (*Avena sativa*, *Crotalaria sp.* y *Calendula sp.*) como coberturas, las cuales se sembraron un mes antes del cultivo de lulo en las unidades experimentales, salvo el caso de la caléndula, que se multiplicó a partir de semilla sexual en condiciones de invernadero y las plantas se mantuvieron ahí por un mes, hasta su trasplante a sitio definitivo (dos semanas antes del lulo). Las plantas se sembraron en bolsas de 2 kg con una mezcla de suelo y arena (1:1) y regadas diariamente.

Además, se utilizaron plantas de lulo variedad castilla, obtenidas a partir de semilla sexual procedente de frutos sanos y de buena calidad. Para el semillero se utilizó un substrato de suelo-arena en proporción 1:1, previamente desinfestado con formol al 5% (1cc/L) y riego diario.

Las plántulas de 5 a 10 cm se trasplantaron a bolsas de polietileno de cuatro kilogramos, con el mismo substrato, en donde permanecieron hasta la siembra en sitio definitivo (1 mes después). Al momento de la siembra se realizó un plateo de 30 cm de radio en cada planta.

Área y diseño experimental. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones, cada unidad experimental con 12 plantas sembradas a 3m x 3m, para un total de 1620 m². Los tratamientos correspondieron a tres coberturas: caléndula, crotalaria y avena blanca, un testigo comercial (carbofuran), el cual fue aplicado en dosis de 10 gramos por planta al momento de la siembra y en dosis de 2 litros por hectárea cada tres meses hasta la evaluación de la cosecha, y un testigo absoluto. Además con el objetivo de eliminar el efecto de borde, se sembró un surco de plantas de lulo de la misma variedad al contorno del lote.

Variables de respuesta:

Incidencia. Después de 15 meses de aplicados los tratamientos, se evaluaron las plantas por presencia o ausencia de síntomas (nudos radicales); realizando un muestreo destructivo de raíces. Para la evaluación se tomaron todas las plantas de cada unidad experimental. Los datos se expresaron en porcentaje.

Severidad. En las mismas plantas usadas para evaluar incidencia; se calificó la severidad del daño, mediante la inspección visual de cantidad de nudos; para determinar el porcentaje de daño, de acuerdo con la escala propuesta por Taylor y Sasser (1983).

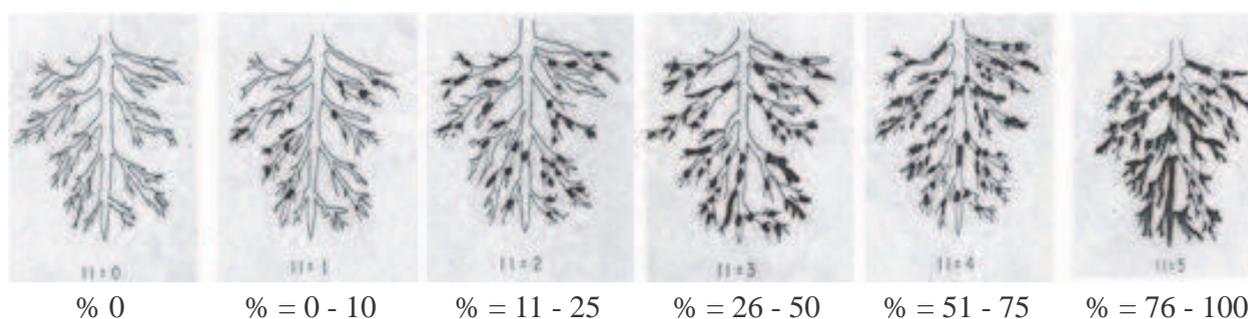


Figura 1. Escala de severidad de daño radical causado por *Meloidogyne sp.*

Población del nematodo en el suelo. Como complemento a la incidencia y severidad, se evaluó la población del nematodo en el suelo en el tiempo, para ello se tomaron muestras de suelo de 50 gramos por planta, éstas se obtuvieron de la zona de mayor concentración de raíces de acuerdo al estado de desarrollo del cultivo. Las evaluaciones se hicieron antes de la siembra y a los tres, seis, nueve y doce meses después de la siembra.

Las muestras se mezclaron de acuerdo al tratamiento y finalmente se tomaron 100g de cada uno, los cuales se procesaron mediante el método de extracción para nematodos vermiformes, haciendo uso de tamices de 200 y 325 mallas y posteriormente a través del embudo de Baerman.

Componentes de rendimiento. Desde la primera hasta la tercera cosecha, en las doce plantas de la unidad experimental se evaluó la producción, colectando y pesando la totalidad de los frutos maduros.

Especies Prevalentes. Se tomaron treinta muestras radicales (dos por parcela) con presencia de nudos, éstas se llevaron al laboratorio de microbiología de la Universidad de Nariño. Se cortó el material vegetal en pedazos pequeños haciendo observaciones directas bajo el microscopio estereoscópico, con un aumento de 5X, separando con una aguja los nematodos. Después de extraídos se colocaron en una caja de petri con agua destilada (Cepeda, 2001).

La identificación se realizó mediante la comparación de las huellas perianales, siguiendo las metodologías propuestas por (Shurtleff y Averre, 2000 y Taylor y Sasser, 1983). Una vez 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, asimilándolas a la especie que corresponde.

Análisis estadístico. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y pruebas de significancia de Tukey. Los datos expresados en porcentaje se transformaron por la fórmula $\arcseno \sqrt{x}$. Además se realizó una regresión entre severidad y producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Incidencia. En todos los tratamientos se registraron plantas con síntomas de clorosis, amarillamiento, en algunos casos marchitamiento, escaso desarrollo del sistema radical y presencia de agallas en las raíces, en estados avanzados de deterioro de raíces se presenta necrosis y baja producción, lo que indica que ninguno de ellos tuvo una eficiencia total en la reducción de la población de nematodos y alcanzando 100% de incidencia, Figura 1.

a.



b.**c.**

Figura1. Efecto de *Meloidogyne* spp., en plantas de lulo. **a.** Planta con clorosis y secamiento de bordes de las hojas superiores. **b.** Nudos y destrucción de raíces secundarias. **c.** Planta con marchitamiento a causa del daño de raíces.

Lo anterior se debe a que son especies endoparásitas, cuyas larvas de segundo instar penetran en las raíces, causando formación de células gigantes de las que se alimentan hasta convertirse en hembras adultas que producen huevos (Sañudo *et al.*, 2003). Además, provocan necrosis, acortamiento y disminución de raíces laterales y escasos pelos radicales que contribuyen a una reducción de crecimiento y desarrollo de las plantas (Volcy, 1998). En este caso parte de la población del nematodo que penetró a las raíces de lulo ya no fue afectada por las coberturas.

Resultados similares reportan De Waele y Davide (1998) y Carranza (2004) en trabajos hechos con banano y zanahoria respectivamente, usando *Crotalaria* y *Tagetes* no eliminaron totalmente las poblaciones de *Meloidogyne*.

Es posible que la alta infestación inicial del nematodo y el período de tiempo que permanecieron las coberturas en el lote antes de la siembra del lulo, no permitieran un mayor efecto de los tratamientos sobre la incidencia.

Severidad. El análisis de varianza Cuadro 1, muestra diferencias significativas (0.1% de probabilidad) entre tratamientos, lo cual indica que tienen efecto diferencial sobre la severidad de la enfermedad, que de acuerdo a la prueba de Tukey, Cuadro 2, indica mayor severidad para el testigo y el control químico, mientras que con las coberturas se reduce, sin haber diferencia entre ellas.

En el Cuadro 2 se puede apreciar que los sistemas de control con coberturas de caléndula, avena y crotalaria con severidad de 30, 25 y 15 respectivamente prestaron diferencias estadísticas al nivel del 1% de probabilidad con relación al testigo y al control con Furadan con 90 y 68%.

Lo anterior indica que se presentó efecto de los residuos de las coberturas sobre la severidad del nudo radical causado por *Meloidogyne*, teniendo en cuenta que el Carbofuran no presentó efecto comparado con el testigo.

Cuadro 1. Análisis de varianza (severidad) para cinco tratamientos de control del nematodo de nudo radical *Meloidogyne* spp. en cultivo de lulo (*Solanum quitoense*).

F.V	GL	SC	CM	F	P
MODELO					
TRATAMIENTOS	4	12276.67	3069.17	32.59	0.0001
BLOQUE	2	163.33	81.67	0.87	0.4561
ERROR	8	753.33	94.17		
TOTAL	14	13193.33			

R²: 0.90 y CV: 21.25

Cuadro 2. Prueba de comparación de medias (severidad) Tukey, de cinco tratamientos de control del nematodo del nudo radical *Meloidogyne* spp. en cultivo de lulo (*Solanum quitoense*).

TRATAMIENTOS	MEDIAS	
TESTIGO	90	A
CARBOFURAN	68.33	A
CALENDULA	30	B
AVENA	25	B
CROTALARIA	15	B

DMS=27, 37

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Los datos encontrados concuerdan con los obtenidos por otros investigadores, quienes reportan disminuciones en los daños ocasionados por *Meloidogyne*, en virtud del efecto nematicida de plantas como las Asteraceas y Compuestas usadas como enmiendas al suelo (Hackney y Dickerson, 1975; Tiyagi *et al.*, 1988; Bélair y Benoit, 1996).

Especies de plantas como las usadas en esta investigación, liberan compuestos alelopáticos a través de la volatilización, exudación de las raíces, o por descomposición. Numerosos de estos compuestos son nematotóxicos o nematostáticos y pueden ser biocidas, o interferir de otras formas en el ciclo vital del nematodo (Gommers, 1981; Alam *et al.*, 1990; Chitwood, 1992; Sukul, 1992), estas características pueden explicar la menor severidad en parcelas donde se incorporó alguna de las coberturas.

Disminuciones en la eclosión, supervivencia y reproducción del nematodo *Meloidogyne* han sido registradas por Pérez *et al.* (2003) al usar Caléndula en pruebas *in vitro*. Así mismo, Gómez *et al.* (2006), registran efectos similares al picar e incorporar al suelo Avena sativa en época de floración, tal como se realizó en esta investigación, dicho efecto se debe a la liberación de ácidos grasos con carácter nematicida. Estas

evidencias explican el por que en las parcelas donde se trabajaron las coberturas presentaron menor severidad, lo cual debe estar asociado a una menor población del patógeno.

Población de nematodos (100 g suelo) 5 épocas del cultivo de lulo. Como lo indica el Cuadro 3, se puede evidenciar en el testigo la tendencia a incrementarse con el tiempo, mientras que con el uso de las coberturas y el Carbofurán se observa la disminución de la población hasta los 6 meses después de la siembra, incluyendo la época de incorporación de las coberturas al suelo a partir de los cuales, se puede observar el restablecimiento de las poblaciones de nematodos, lo cual, explica la presencia de síntomas en todos los tratamientos aunque de manera diferencial como se anotó anteriormente.

Para el caso de caléndula Pérez *et al.* (2003), al realizar su incorporación al suelo, registraron disminución de la eclosión y reproducción del nematodo, debido al efecto de aceites esenciales producidos por la planta durante este proceso.

Por su parte Borges *et al.* (2009); Oka *et al.* (2003), le atribuyen a la avena las mismas propiedades nematicidas debido a la liberación de ácidos

grasos al ser utilizada en sistemas de rotación o al ser picada e incorporada al suelo en época de floración (Gómez *et al.*, 2006).

En referencia a *Crotalaria* Wan *et al.* (2004), sostienen que se trata de una planta trampa para nematodos, puesto que atrapa las larvas y reduce las poblaciones; recomendándola para el

manejo de este patógeno en sistemas de rotación de cultivos. De otra parte, también se registra su efecto en la inhibición de la tasa de reproducción del nematodo una vez dentro de su raíz.

Cuadro 3. Dinámica poblacional de *Meloidogyne* spp., en suelo cultivado con lulo y diferentes formas de control.

TRATAMIENTOS	NÚMERO DE NEMATODOS EN 100 G DE SUELO				
	0 meses	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
TESTIGO	100	320	690	2300	4690
AVENA	180	20	10	90	280
CALENDULA	300	190	70	250	290
CROTALARIA	400	100	40	120	160
CARBOFURAN	360	70	300	350	450

En general, la importancia del nematodo como parásito de una planta depende, en gran medida de la población mínima que causa perjuicios económicos en dicha planta (Sañudo *et al.*, 2003).

Con base en lo anterior, es lógico encontrar los mayores grados de severidad en el testigo y en el tratamiento químico, puesto que en dichas parcelas las poblaciones fueron siempre superiores a las de los demás tratamientos, no obstante el incremento de las poblaciones en las parcelas con coberturas hacia los últimos meses fueron suficientes para causar lesiones en las raíces y grados de severidad entre 15 y 30%, lo cual indica que dichas cantidades son suficientes para generar síntomas en las plantas.

Por lo tanto, es necesario implementar medidas complementarias de control que permitan aumentar la eficiencia en el manejo de la enfermedad.

Producción. En el Cuadro 5 se puede apreciar la producción de lulo obtenida bajo los sistemas de control de nematodos que indica que las mejores producciones se obtuvieron con las coberturas de crotalaria, avena y caléndula, con promedios que oscilaron entre 3,1 y 3,65 toneladas, mientras que el testigo y el control con Carbofuran no superaron 2,36 toneladas y resultaron estadísticamente menores a nivel del 1% de probabilidad estadística de acuerdo con el análisis de variancia Cuadro 4 y la prueba de Tukey.

Lo anterior, debido probablemente a la reducción de la población observada y a una menor severidad de la enfermedad como se discutió anteriormente.

Cuadro 4. Análisis de varianza (producción) para cinco tratamientos de control del nematodo de nudo radical *Meloidogyne* spp. en cultivo de lulo (*Solanum quitoense*).

F.V	GL	SC	CM	F	P
MODELO					
TRATAMIENTOS	4	4533154	1133288,5	16.42	0.0006
BLOQUE	2	1064443.3	532221.67	7.71	0.0136
ERROR	8	552202	69025.25		
TOTAL	14	6149799.33			

R²: 0.91 y CV: 9

Cuadro 5. Prueba de comparación de medias (producción) Tukey, de cinco tratamientos de control del nematodo del nudo radical *Meloidogyne* spp. en cultivo de lulo (*Solanum quitoense*).

TRATAMIENTOS	MEDIAS	
CROTALARIA	3651.33	A
AVENA	3202.67	A
CALENDULA	3179.33	A
CARBOFURAN	2365.67	B
TESTIGO	2197.67	B

DMS=741.13

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Expresado en términos porcentuales se presentaron disminuciones comprendidas entre el 30 y 40% de la producción de la parcela testigo y con tratamiento químico en comparación con las coberturas. Estos resultados son comparables a los publicados por Escobar *et al.* (1982), quienes registraron pérdidas del orden del 50% por causa de esta enfermedad en lulo.

Así mismo, Investigaciones realizadas por Fontagro, IICA y Prociandino, (2003), indican que en condiciones de campo *Meloidogyne* spp, ocasiona pérdidas en lulo cercanas al 50%, cuando no hay ningún tipo de control.

De forma análoga, estudios realizados en

diferentes especies afectadas por *Meloidogyne* reportan disminuciones en los rendimientos que oscilan entre (15% - 30%) y deterioran además la calidad del producto (Stirling, 1991; Williamson y Gleason, 2003; Trudgill y Blok, 2001).

Efecto de la severidad sobre la producción. El análisis de regresión, Cuadro 6, de acuerdo con el valor de F permite probar el efecto inverso de la severidad sobre la producción que indica que en la medida que aumenta la severidad se reduce significativamente a nivel del 0.01 de probabilidad estadística la producción del lulo. Así mismo se puede establecer una alta correlación de 0.86, en donde el modelo es explicado en un 74%.

Cuadro 6. Análisis de la Varianza (SC tipo III), Regresión entre severidad y producción

F.V	G.L	SC	CM	F	P.VALOR
MODELO	1	4536038,49	4536038,49	36,54	< 0,0001
SEVERIDAD	1	4536038,49	4536038,49	36,54	< 0,0001
ERROR	13	1613760,85	124135,45		
TOTAL	14	6149799,33			

Identificación de especies de *Meloidogyne spp.* Los resultados indicaron que las especies presentes del género *Meloidogyne pertenencen* a *M. incognita* (60 %), *M. arenaria* (21%), *M. hapla* (13%) y *M. exigua* (6%) Figura 2.

Estos resultados concuerdan con los reportados por Garcia y Obando (2005), quienes en la identificación de especies del género *Meloidogyne*, en el cultivo del lulo en los municipios del norte de Nariño encontraron como especies de mayor frecuencia a *M. incognita*, con un total de 60.99%, *M. arenaria* 25.89%, *M. exigua* 4.61%, *M. hapla* 4.25%, considerando a *M. incognita* como la especie de mayor incidencia, por otra parte Gaviria (2004), señala a *M. incognita* como la especie de mayor importancia gracias a su gran

capacidad adaptativa a diferentes ecosistemas tanto en el trópico como en el subtrópico. Por su parte, Tamayo *et al.* (2003) y Tamayo, (2001), también considera a *M. incognita*, la especie más importante en el cultivo de lulo.

En cuanto a la capacidad reproductiva Lordello (1992), determinó que las hembras de *M. incognita* producen un promedio de 800 huevos cada una llegando hasta 2000 huevos en comparación de las hembras de otras especies las cuales producen un promedio de 400 huevos cada una, explicando que la elevada tasa de reproducción de *M. incognita* repercute en una alta presencia en los hospedantes susceptibles en comparación con especies del mismo género.

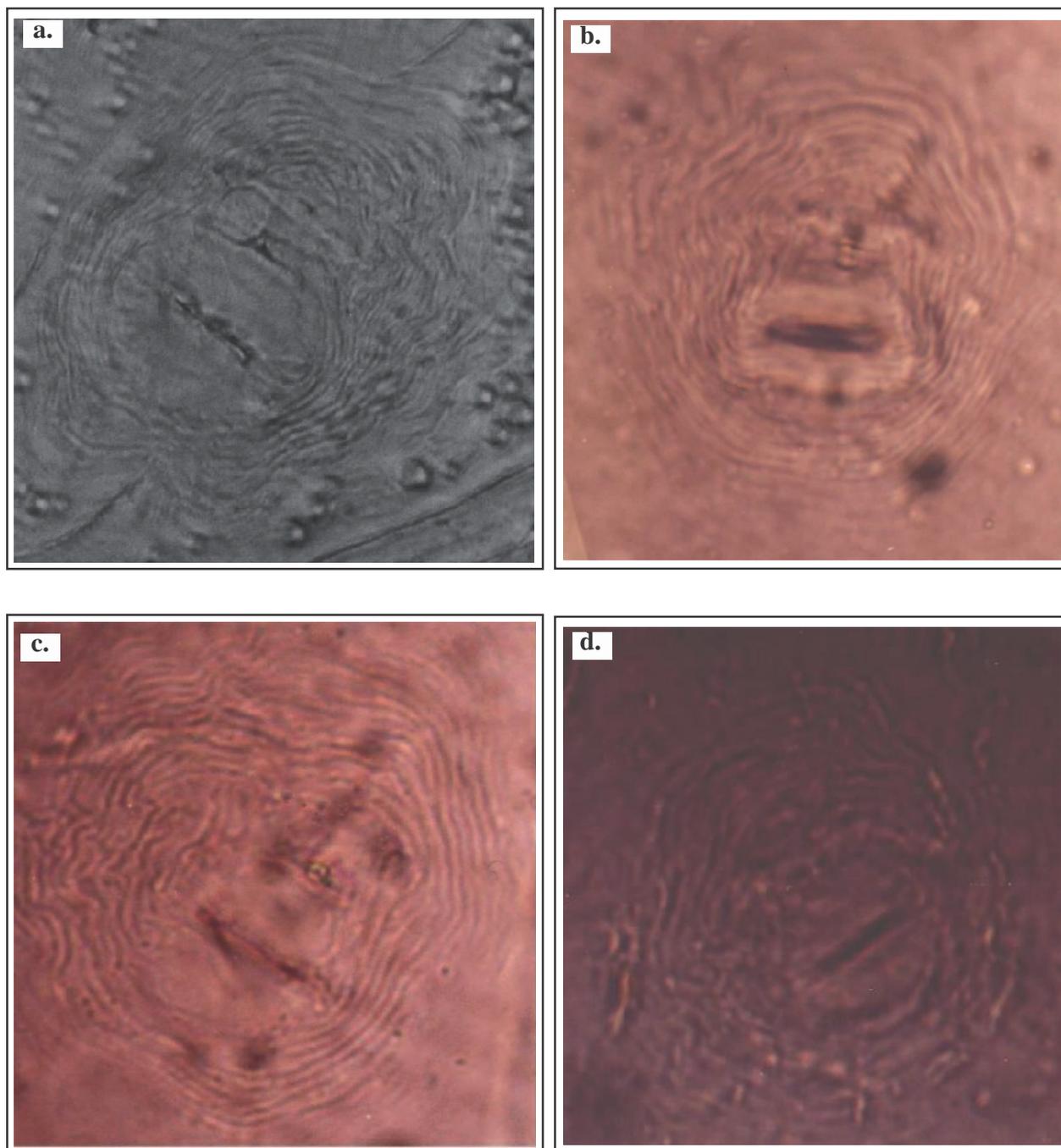


Figura 2. Patrones perineales de cuatro especies de *Meloidogyne*. **a.** *M. incognita*. **b.** *M. arenaria*. **c.** *M. hapla*. **d.** *M. exigua*

BIBLIOGRAFÍA

- ALAM, M.M., SIDDIQUI, M and AHMAD, A. 1990. Antagonistic plants. p. 41-50. In: M.S. Jairajpuri, M.M. Alam and I.Ahmad (eds.) Nematode bio-control: aspects and prospects.
- BÉLAIR, G. and BENOIT, D. 1996. Host suitability of 32 common weeds to *Meloidogyne hapla* in organic soils of southwestern Quebec. *Journal of Nematology* 28, 643–7.
- BETANCOURTH, C. 2005. Aspectos fitosanitarios de importancia en frutales andinos de clima frío moderados. En: Memorias del I seminario Internacional sobre agrobiodiversidad y producción de frutales andinos de clima frío y frío moderado. Pasto. 2005.
- BORGES, D.; ANTEDOMENICO, S.; SANTOS, VIVIANE, P. and INOMOTO, 2009. M. Host suitability of *Avena spp.* genotypes to *Meloidogyne incognita* race 4. *Trop. plant pathol.* [online]. 2009, vol.34, n.1, pp. 24-28. Consulta noviembre 2010.
- BURBANO, J. y GAVIRIA, W. 2004. Etiología de problemas radicales de lulo *Solanum quitoense* en la zona norte del departamento de Nariño. Pasto. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. 69 p.
- CAMPOS, H., N. LIZAMA, y M.G. MARQUEZ. 1994. Determinación cualitativa del contenido de glucosinolatos en semillas de rábanos (*Brassica napus* L.) a través de glucocinta. *Agricultura Técnica (Chile)* 54:318-322.
- CARRANZA, A. 2004. Evaluación de tres productos botánicos (*Crotalaria longirostrata*, *Tagetes tenuifolia* y *Asparagus officinalis*) y dos concentraciones para control del nematodo *Meloidogyne* sp. en el cultivo de la zanahoria (*Daucus carota*); a nivel de invernadero. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Guatemala, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala
- CEPEDA, M. 2001. Nematodos de los frutales. México. Trillas, 204 p.
- CHAVEZ, J.; GAVIRIA, F.; TORRES, F. y OBANDO, L. 2002. Análisis de algunos aspectos agroeconómicos del cultivo del lulo (*Solanum quitoense* L.) En: *Revista de Ciencias Agrícolas*, Vol. XIX No. I - II. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto. Pág. 178-188.
- CHITWOOD, D.J. 1992. Nematicidal compounds from plants. p. 185-204. In H.N.Nigg and D. Seigler (eds.). *Phytochemical resources for medicine and agriculture*. Plenum Press, New York, USA.
- DE WAELE, D Y DAVIDE, R. 1998. Nematodos noduladores de las raíces del banano. *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949, *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. Inibap, boletín informativo No. 3. <http://bananas.bioversityinternational.org/files/files/pdf/publications/Pest3sp.pdf>. Consultado 9 de marzo de 2011.
- ESCOBAR, M., CARDONA, W. Y NAVARRO, R. 1982. Especies y Razas de *Meloidogyne* en cultivos de importancia económica del departamento de Antioquia. In: *Proceedings of the third research & planning conference on root – knot nematodos, Meloidogyne spp.* International *Meloidogyne* Project. Lima (Perú) Marzo 22 – 26. pp. 29 – 35.
- FONTAGRO, IICA-PROCIANDINO. 2003. Manejo Integrado de Plagas para el mejoramiento de la producción sostenible de frutas en la Zona Andina, Informe Técnico Final. En: Memorias del Seminario Internacional “Manejo integrado de plagas para el mejoramiento de la producción sostenible de frutas en la zona Andina”, Medellín - Colombia.

- GARCÍA, F.; OBANDO, J. y BETANOURTH, C. Reconocimiento de especies de *Meloidogyne* en tomate de árbol (*Solanum betacea*) y lulo (*Solanum quitoense*) en la zona norte del departamento de Nariño. Universidad de Nariño, Pasto (Colombia). Revista de Ciencias Agrícolas. Volumen XXI. No.1- 2. pp. 9-24.
- GAVIRIA, B. 2004. Identificación de especies de *Meloidogyne* spp, asociadas con los cultivos de tomate de árbol, lulo y granadilla en Colombia. En: Revista Universidad Católica de Oriente N° 18, 2004. P 53 – 65.
- GÓMEZ CARNEIRO, R; PERUZZO MORITZ, M; DO AMARAL MONACO, A; CAVALLARI DE LIMA, A; SANTIAGO, D. 2006. Reação de cultivares de aveia às raças 1 e 3 de *Meloidogyne incognita* e a *M. paranaensis* Reaction of oat cultivars to races 1 and 3 of *Meloidogyne incognita* and to *M. paranaensis*. Nematologia brasileira. Vol. 30, no3, pp. 281-285.
- GOMMERS, F.J. 1981. Biochemical interactions between nematodes and plants and their relevance to control. Heminthological Abstracts Serie B. 50:9-24.
- HACKNEY, R.; and DICKERSON, J. 1975. Marigold, castor bean, and chrysanthemum as controls of *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus alleni*. Journal of Nematology 7, 84-90.
- HALBRENDT, J. M. 1996. Allelopathy in the management of plant-parasitic nematodes. Journal of Nematology 28:8-14.
- HASAN, A. 1992. Allelopathy in the management of root-knot nematodes. p. 413-441. In S.J.H Rizvi and V. Rizvi (eds.). Allelopathy: basic and applied aspects. Chapman & Hall, London, UK.
- JENKINGS, W. and TAYLOR. 1967. Plant, Nematology. Reinhold Publishing Corporation, New York. 270p.
- KARSSSEN, G. and MOENS, M. 2006. Root-knot nematodes. En: Plant Nematology (R.N. Perry, M. Moens, eds.). Plant Nematology. CABI publishing, Wallingford, U.K., pp. 59-90.
- LORDELLO, L. 1992. Nematodides das plantas cultivadas. 8ed. Sao Paulo: Novel S.A. 314 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURAY DESARROLLO RURAL (MADR). 2010. Consolidado Agropecuario Nacional 2008. Bogotá 170p.
- OKA, Y.; KARSSSEN, G. and MOR, M. Identification, host range and infection process of *Meloidogyne marylandi* from turf grass in Israel. Nematology, Volume 5, Number 5, 2003 , pp. 727-734(8)
- PÉREZ, M. P.; NAVAS-CORTÉS, J. A.; PASCUAL-VILLALOBOS, M. J. and CASTILLO, P.B. 2003. Nematicidal activity of essential oils and organic amendments from Asteraceae against root-knot nematodes. Plant Pathology:Vol: 52(3)June p 395-401.
- REVELO, J. 2009. Informe técnico final consolidado del proyecto “Manejo integrado de plagas para el mejoramiento de la producción sostenible de frutas en la zona andina”. www.fontagro.org/Projects/98_28_MIP/final_infotec_98_28_colombia. Consultado el 8 de febrero de 2009.
- RODRIGUEZ-KABANA, R. 1992. Cropping systems for the management of phytonematodes. p. 219-233. In Gommers F.J. and Maas P.W.Th. (eds.). Nematology from molecule to ecosystem. European Society of Nematologists, Inc. Inwergrowie, Dundee, Scotland.
- RODRIGUEZ-KABANA, R., G. MORGAN-JONES, and I. CHET. 1987. Biological control of nematodes: soil amendments and microbial antagonists. Plant and Soil 100:237-247.

- SAÑUDO, B.; SALAZAR, C. y BETAN COURT, C. 2003. Principios de Nematología Agrícola. Universidad de Nariño. San Juan de Pasto.
- SHURTLEFF, M. y AVERRE, C. 2000. Diagnosing plant diseases causes by nematodes. St. Paul (USA): American Phytopathological Society APS PRESS. 187 p.
- SUKUL, N.C. 1992. Plants antagonistic to plant parasitic nematodes. Indian Rev. Life Sci. 12:23-52.
- STIRLING, G. 1991. Biological control of plant parasitic nematodes. Progress, problems and prospects. C.A.B. International Institute of parasitology, Paris (France). 282p.
- TAMAYO, P. 2001. Principales enfermedades del tomate de árbol, la mora y el lulo en Colombia. Corporación colombiana de investigación agropecuaria, Corpoica, Regional 4, centro de investigación "la selva" Rionegro. Antioquia. Boletín técnico 12: 44p
- TAMAYO, P.; NAVARRO, R. y DE LA ROSA, M. 2003. Enfermedades del cultivo del lulo en Colombia En: Boletín Técnico No. 18 Guía de diagnóstico y control. 2 ed. Rionegro, Antioquia: CORPOICA. p. 48.
- TAYLOR, A. y SASSER, J. 1983. Biología, Identificación y control de nematodos del nudo de la raíz. CIP. USA. Artes gráficas de la Universidad del Estado de Carolina del Norte. 111 p.
- TRUDGILL DL y BLOK VC. 2001. Apomictic, polyphagous rootknot nematodes: exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. Annu Rev Phytopathol.;39: 53-77.
- TIYAGI, S.; BANO, M. and ALAN, M. 1988. Evaluation of nematicidal potential in some plant species belonging to family Compositae. Indian Journal of Nematology 18, 228-31.
- VOLCY, C. 1998. Nematodos: Diversidad y parasitismo en plantas. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 1998. 182p.
- WAN, K.; McSORLEY, R. and GALLAHER, R. 2004. Effect of *Crotalaria juncea* amendment on squash Infected with *Meloidogyne incognita*. Journal of Nematology. September; 36(3): 290-296.
- WILLIAMSON, V.M. y GLEASON, C.A. 2003. Plant-nematode interactions. Current Opinion in Plant Biology 6, 327-333.