

RECONOCIMIENTO Y FRECUENCIA DE *Meloidogyne* spp. EN UNA LOCALIDAD DE LA ZONA CAFETERA CENTRAL DE COLOMBIA

Doriela María Vergel-Colón*; Jairo Leguizamón-Caycedo**; Hernando Cortina-Guerrero***; Enrique Torres-Torres****

RESUMEN

VERGEL C., D.M.; LEGUIZAMÓN C., J.E.; CORTINA G., H.; TORRES T., E. Reconocimiento y frecuencia de *Meloidogyne* spp. en una localidad de la zona cafetera central de Colombia. Cenicafé 51(4):285-295. 2000

Con el objetivo de identificar y estimar la frecuencia de especies de *Meloidogyne* presentes en raíces de café, recolectadas en la finca La Bamba, vereda La Estrella, municipio de Santa Rosa de Cabal, en Risaralda, se desarrolló el presente trabajo utilizando para la identificación las técnicas de hospedantes diferenciales y patrones perineales. Se determinó la frecuencia de cada especie en los diferenciales con reacción positiva y en café de la variedad Caturra. Los hospedantes diferenciales indicaron la presencia de *Meloidogyne arenaria* raza 2 y/o *Meloidogyne javanica*. Se encontraron patrones perineales similares a los descritos para *M. incognita*, *M. javanica* y *M. arenaria*. Al comparar los resultados de las dos técnicas, se confirmó la presencia de *M. javanica* y *M. arenaria* raza 2. La reacción de *M. incognita* a los hospedantes diferenciales fue atípica, lo cual sugiere que ninguna de las razas identificadas con estos diferenciales está presente en el inóculo. La presencia de *M. arenaria* raza 2, se constituye en el primer registro de esta especie en la zona cafetera Colombiana.

Palabras claves: Nematodos, café, *Coffea arabica*, *Meloidogyne*.

ABSTRACT

This work was undertaken with the purpose of identifying and estimating the frequency of *Meloidogyne* species present in coffee plantations in Santa Rosa de Cabal (Risaralda) locality. Identification of species present in La Bamba farm was done through differential hosts and perineal patterns. The frequency of each root-knot nematode species with positive reaction in the differential hosts and in coffee cultivar Caturra was determined. Differential hosts indicated the presence of *Meloidogyne arenaria* race 2 and/or *M. javanica*. Perineal patterns similar to those described for *M. arenaria* were also obtained. The presence of *M. arenaria* race 2 is of particular importance, for it is reported for the first time in the Colombian coffee-growing area.

Keywords: Nematodes, coffee, *Coffea arabica*, *Meloidogyne*.

* Ingeniero Agrónomo M. Sc. Carrera 10A No 33-48 Montería, Córdoba, Colombia.

** Investigador Principal I. Fitopatología. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia, hasta mayo de 2000.

*** Investigador Científico I. Mejoramiento Genético. Centro Nacional de Investigaciones de café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

**** Ing. Agr. Ph.D. Profesor Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Los problemas que causan los nematodos al café fueron señalados desde hace más de un siglo (3), pero durante muchos años no se les dio mayor importancia. Esto podría explicarse por la falta de especialistas, la ausencia de información o porque las pérdidas en la producción que ellos ocasionan se atribuyeron a otros factores, como la baja fertilidad de los suelos. Entre los géneros de nematodos asociados a café se encuentran: *Pratylenchus* denominado nematodo de la lesión y *Meloidogyne* conocido como nematodo del nudo radical. Este último ha ocasionado grandes pérdidas en la caficultura de algunos países en África, América Central y del Sur. Su importancia se debe no sólo a la disminución de la producción, sino a la limitación del área renovable con café debido a su persistencia en el suelo (23).

En unos 76 países del trópico, subtropical y zonas templadas se han identificado 54 especies de nematodos de las cuales *M. incognita*, *M. javanica*, *M. megadora*, *M. hapla*, *M. arenaria*, *M. exigua*, *M. coffeicola*, *M. africana*, *M. decalineata*, *M. kikuyensis*, *M. inornata*, *M. oteifae*, *M. thamesi* (7), *M. arabicida* (24), *M. konaensis* (12) y *M. paranaensis* (11) han sido encontradas parasitando raíces de café.

En los cultivos de café en Colombia, los nematodos fitoparásitos más importantes son: *M. javanica*, *M. incognita* y *M. exigua* (5, 22). Los dos primeros causan engrosamiento, lesiones cuarteadas longitudinales y suberización en cualquier parte del sistema radical o en el cuello de la planta, en las raíces se observan masas de huevos externas a la nudosidad. *M. exigua*, en cambio, causa nudos en las raíces laterales y las masas de huevos se encuentran dentro de ellos (4, 21).

En algunas regiones de Colombia, en donde las condiciones físicas del suelo (textura francoarenosa) favorecen las poblaciones del género *Meloidogyne*, la incidencia y severidad del daño en cultivos de café es mayor.

La identificación de las especies de *Meloidogyne* parásitas del café en determinada zona, sirve para precisar su importancia, para definir medidas de control y para contar con especificidad en las evaluaciones de resistencia. Sin embargo, la sola variación morfológica entre las especies de *Meloidogyne* hace difícil su identificación, por lo que se procura combinar la respuesta de una población de nematodos sobre un conjunto definido de plantas conocidas como hospedantes diferenciales, con características morfológicas específicas, que constituyen el patrón perineal.

Los hospedantes diferenciales permiten identificar los nematodos con base en la respuesta de las especies más comunes y facilitan la detección de nuevas especies, razas, u otras variaciones patogénicas (15, 19). El patrón perineal se basa en que la cutícula forma en la región posterior del cuerpo de la hembra una huella, que resulta estable en cada especie. El patrón comprende la parte terminal de la cola, fásmidas, líneas laterales, ano y vulva rodeada por pliegues o estrías cuticulares (Figura 1a y 1b) (13, 16); sus características se describen en la Tabla 1.

El presente trabajo tuvo como objetivo identificar las especies de *Meloidogyne* que se encontraban en una muestra procedente de la finca La Bamba (Santa Rosa de Cabal, Risaralda), una localidad de la zona cafetera en donde se han registrado ataques muy severos de este género de nematodos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en los invernaderos y en los laboratorios del Centro Nacional de Investigaciones de Café "Pedro Uribe Mejía", Cenicafé, municipio de Chinchiná, departamento de Caldas, ubicado a una latitud 05° 00' N, longitud 75° 36' W, y altitud de 1425m (14). La temperatura media en el invernadero fue de 24°C. Los nematodos se extrajeron de raíces de

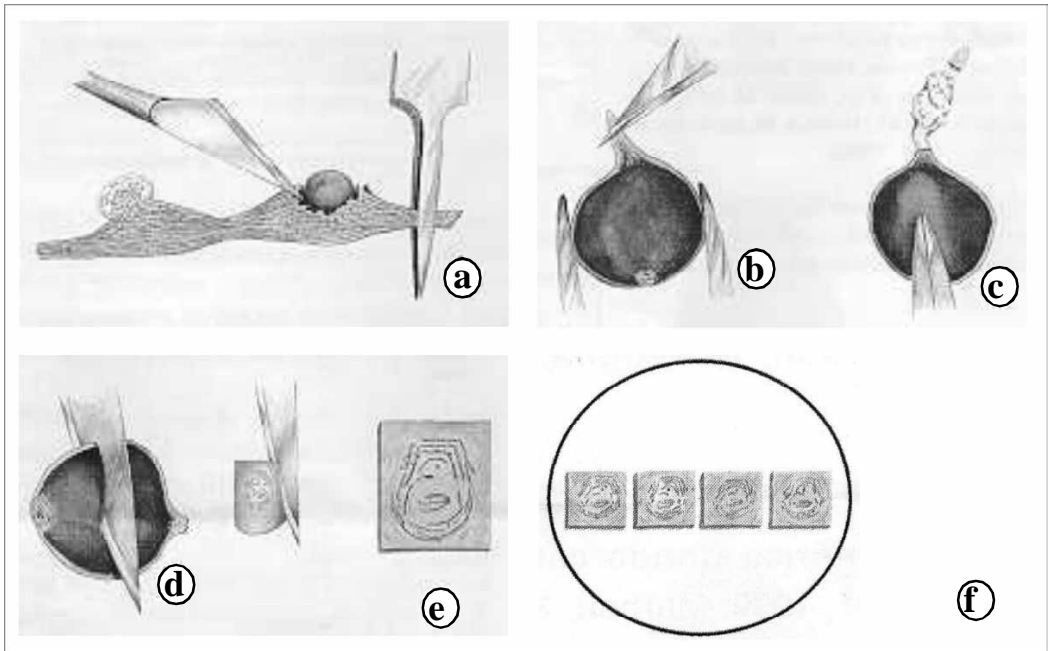


Figura 1. Preparación de patrones perineales. **a.** Remoción de hembras de fragmentos de raíz; **b.** Corte de la cutícula a la altura del cuello del cuerpo de la hembra; **c.** Remoción del tejido corporal; **d.** Corte de la cutícula alrededor del patrón perineal; **e.** Corte de la región perineal en cuadros; **f.** Patrón listo para fotografiar. Tomado de Hartman y Sasser (15).

Tabla 1. Características de los patrones perineales de cuatro especies de *Meloidogyne*¹.

ESPECIE	ARCO DORSAL	CAMPO LATERAL	ESTRÍAS	COLA TERMINAL
<i>M. incognita</i>	Alto cuadrado	Cresta lateral ausente, señalada por estrías bifurcadas interrumpidas	Gruesas, lisas a onduladas, algunas veces en zig-zag	A menudo con espiral distinta
<i>M. javanica</i>	Bajo redondeado	Cresta lateral marcada	Gruesas, lisas a ligeramente onduladas	A menudo con espiral distinta
<i>M. arenaria</i>	Bajo, redondeado, indentado próximo a los campos laterales	Cresta lateral ausente, señalada por estría corta, irregular y bifurcada.	Gruesas, lisas a ligeramente onduladas	Usualmente sin espiral distinta
<i>M. hapla</i>	Bajo redondeado	Cresta lateral ausente	Finas, lisas a ligeramente onduladas	Espiral ausente marcada por puntuación subcuticular

¹Tomado de Eisenback (12).

café colectadas en la finca “La Bamba”, vereda La Estrella, municipio de Santa Rosa de Cabal, departamento de Risaralda.

Identificación de especies de *Meloidogyne*. Se efectuaron pruebas con hospedantes diferenciales y se realizaron patrones perineales.

Prueba de hospedantes diferenciales. Los hospedantes diferenciales que se utilizaron fueron: tabaco var. N.C.95, algodón var. Deltapine 16, maní var. Florunner, pimentón var. California wonder, patilla var. Charleston grey y tomate var. Rutgers. Se usó el método descrito por Hartman y Sasser (15), para caracterizar especies de *Meloidogyne*.

Obtención del inóculo. Para la extracción del inóculo (huevos), se siguió el procedimiento descrito por Hussey y Barker (18). Para determinar la concentración se tomaron cinco alícuotas de 1ml de la suspensión de huevos, se hizo el recuento y el promedio del número de huevos. Se diluyó la suspensión en agua destilada hasta una concentración de 5000 huevos/ml.

Las plantas se sembraron en bolsas de 1700g de una mezcla en volumen 1:1 de suelo más vermiculita y se inocularon 50 días después de la siembra con una concentración de 5000 huevos por bolsa.

A los 60 días de la inoculación se hizo la evaluación tomando al azar una muestra de 1g de raíces de las plantas que presentaron nudosidades, se introdujeron individualmente en frascos de 200ml de capacidad y se añadieron 40ml de una solución de sulfato de estreptomycin de 1mg/100ml de agua, más cloruro de sodio 0,9mg/100ml de agua. A los 6 días se contaron las nudosidades de cada muestra, se hizo el promedio y se calculó el número de nudosidades por hospedante. Se utilizó la Escala de Carolina del Norte (Tabla 2) para la clasificación, en la cual calificaciones iguales o menores que 2, en el 80% de las plantas de cada diferencial, se consi-

Tabla 2. Escala de calificación basada en el grado de ataque por *Meloidogyne* spp. en los diferenciales de Carolina del Norte ¹.

GRADO*	Nudosidades y/o masas de huevos por gramo fresco de raíz
0	0
1	1-2
2	3-10
3	11-30
4	31-100
5	Más de 100

* Los grados 0, 1 y 2 corresponden a una reacción no hospedante

Los grados 3, 4 y 5 corresponden a una reacción hospedante (+)

¹ Tomado de Hartman y Sasser (15).

deran como no hospedantes, y se compararon los resultados con la Tabla 3. Se determinó la frecuencia de las diferentes especies en los hospedantes que dieron reacción positiva.

Patrones perineales. Se extrajeron hembras de las raíces de los diferenciales que presentaron reacción hospedante y de café (100-150 hembras/hospedante). Para obtener el patron perineal se usó el procedimiento descrito por Hartman y Sasser (15), (Figura 2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prueba de hospedantes diferenciales. Mostraron reacción positiva: Patilla, con nudosidades en la raíz pivotante, raíces secundarias y raicillas. En la raíz pivotante se observaron nudosidades con masas de huevos externas; se observó necrosis en el perímetro del cuello de la raíz (Figura 3a). Tabaco, nudosidades pequeñas y redondeadas, elongadas; algunas se unían generando nudosidades más grandes. Se observaron masas de huevos externas; la raíz pivotante presentó menos nódulos que en tomate (Figura 3b). Tomate, con nudosidades elongadas, principalmente en las raíces secundarias; la raíz pivotante

Tabla 3. Reacción típica de seis hospedantes (diferenciales) a cuatro especies cosmopolitas de *Meloidogyne*¹.

ESPECIE	HOSPEDANTES DIFERENCIALES					
	Tabaco var. Nc-95	Algodón var. Delta-Pine 16	Pimentón var. California Wonder	Patilla var. Charleston Grey	Maní var. Florunner	Tomate var. Rutgers
<i>M. incognita</i>						
Raza 1	-/1	-	+	+	-	+
Raza 2	+	-	+	+	-	+
Raza 3	-	+	+	+	-	+
Raza 4	+	+	+	+	-	+
<i>M. arenaria</i>						
Raza 1	+	-	+	+	+	+
Raza 2	+	-	-	+	-	+
<i>M. javanica</i>	+	-	-	+	-	+
<i>M. hapla</i>	+	-	-	-	+	+

1/ Diferencial clave para identificación de la especie.

+ susceptibilidad

- Resistencia

¹Tomado de Hartman y Sasser, 1985 (15).

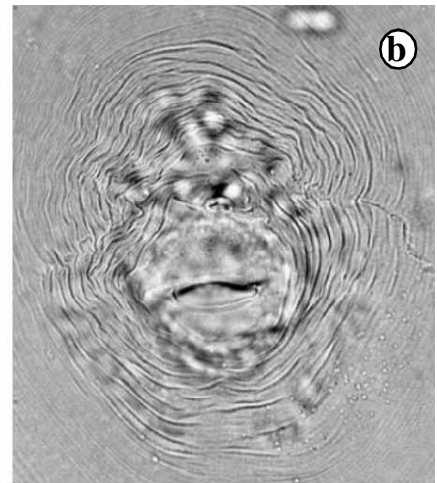
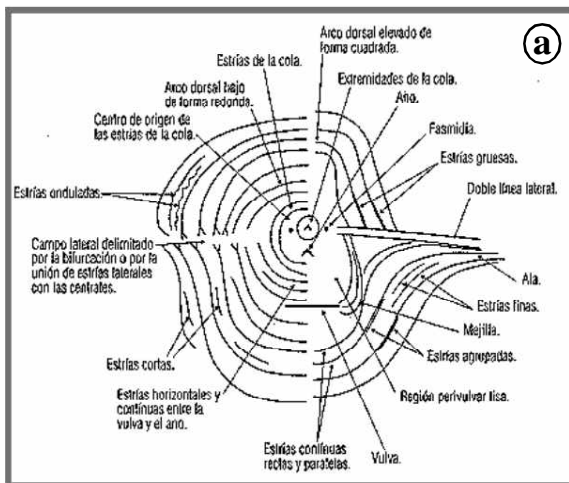


Figura 2. a. Esquema de la morfología básica del patrón perineal de *Meloidogyne*. Tomado de Jepson (19); b. Patrón de una de las hembras de *Meloidogyne* aisladas.



Figura 3. Raíces de los diferenciales infectados por *Meloidogyne* spp. Inóculo de la finca La Bamba; **a.** Patilla var. Carleston Grey; **b.** Tabaco var. N.C. 95; **c.** Tomate var. Rutgers; **d.** Masas de huevos externas en raíces de tomate.

también fue severamente afectada, necrosándose más del 50% del perímetro del cuello (Figura 3c). Además, se encontraron nudosidades de color pardo y sobre ellas, masas externas de huevos (Figura 3d).

Esta reacción de hospedantes diferenciales (Tabla 4), sugiere la presencia de *M. arenaria* raza 2 y/o *M. javanica*; ya que estas especies no infectan plantas de maní, pimentón o algodón (Tabla 3).

Patrones perineales. Los patrones obtenidos de patilla, tabaco y tomate, presentaron características que coinciden con las descritas para *M. arenaria* (Figura 4a y 4b); *M. incognita* (Figura 5a y 5b); *M. javanica* (Figura 6a y 6b) (Tabla 3). Además, en tabaco se observaron patrones diferentes a los mencionados que no pudieron ser identificados (Figura 7).

Con estos resultados se confirmó la presencia de *M. javanica* y *M. arenaria* raza 2. Mien-

Tabla 4. Reacción de los hospedantes diferenciales de Carolina del Norte a *Meloidogyne* spp. Inóculo procedente de la finca "La Bamba" Risaralda.

Hospedante	N° nudosidades (promedio/g de raíz)	Grado de ataque	Reacción
Algodón var. Deltapine 16	0	0	No hospedante
Tomate var. Rutgers	122	5	Hospedante*
Pimentón var. California Wonder	0	0	No hospedante
Tabaco var. N-C 95	82	4	Hospedante*
Maní var. Florunner	0	0	No hospedante
Patilla var. Charleston Grey	69	4	Hospedante*

* Los grados 4 y 5 corresponden a una reacción hospedante (15).

tras que la reacción de *M. incognita* observada en los hospedantes diferenciales sugiere ausencia de las razas identificadas con estos diferenciales, ya que para que *M. incognita* estuviese en el inóculo debió presentarse reacción positiva por lo menos en pimentón, y en ese caso se trataría de la raza 2. El que no se encontrara infección en pimentón, no puede atribuirse a la baja concentración de esta raza en la suspensión de inóculo, ya que su frecuencia en patilla, tomate y café fue alta. Villalba (28) y Cano y Gil (9), observaron la misma reacción y propusieron la presencia de una nueva raza, que denominan raza 5. Lordello y Lordello (25), en plantaciones de café en el Brasil, registraron las razas 1, 2, 3 y 4 de *M. incognita*.

En 1972 se registraron los primeros daños causados por *M. javanica* y *M. incognita*, en Colombia en La Tebaida (Quindío); *M. javanica* se identificó además en Caicedonia (Valle) y en Montenegro (Quindío); estas especies producen

síntomas muy distintos y bastantes severos, comparados con los ocasionados por *M. exigua*, encontrada en Santa Rosa (Risaralda) y en Villa Rica (Tolima) (4, 22).

En estudios morfológicos del nematodo del nudo de la raíz, aislados en diferentes cultivos y hábitat en Colombia, se reconocieron tres especies: *M. incognita*, *M. javanica* y *M. exigua*, atacando café entre los 1000 a 2000msnm (26). Posteriormente, otros autores sólo registraron la presencia de *M. exigua* en café (10). En la mayoría de los cultivos, desde el nivel del mar hasta 2600m, se han encontrado *M. incognita* y *M. javanica*. Especies como curuba (*Passiflora mollissima*) y crisantemo (*Chrysanthemum* sp.) son atacadas sólo por *M. javanica* (26). Cano y Gil (9), encontraron *M. incognita* en muestras de café recolectadas en el municipio de Palestina (Caldas). En Portugal, se identificó por primera vez *M. javanica* hasta en un 50% de las muestras obtenidas en plantaciones de café (*C. arabica*)

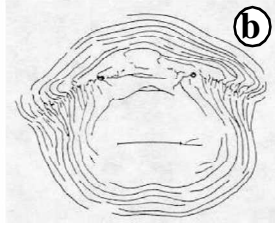
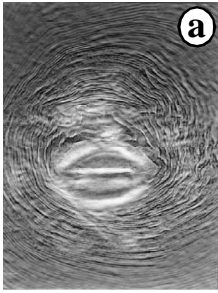


Figura 4. a. Patrón perineal de *Meloidogyne* aislado; **b.** Esquema del patrón de *M. arenaria*. Tomado de Hartman y Sasser (15)

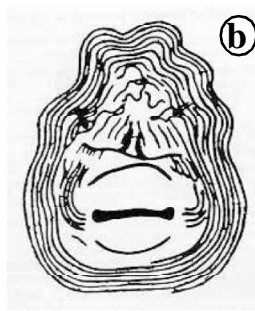


Figura 5. a. Patrón perineal obtenido. **b.** Esquema del patrón de *M. incognita*. Tomado de Hartman y Sasser (15).

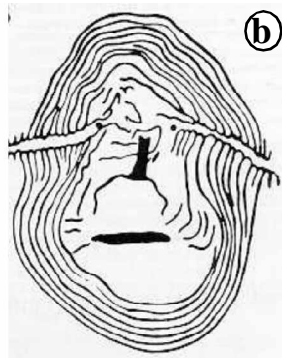
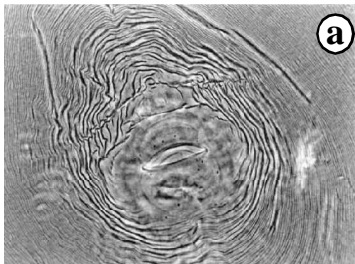


Figura 6. a. Patrón perineal encontrado. **b.** Esquema del patrón de *M. javanica*. Tomado de Hartman y Sasser (15)

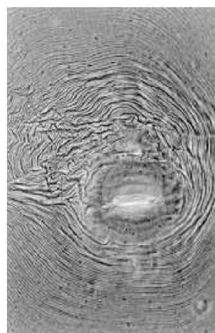


Figura 7. Patrón perineal de *Meloidogyne* aislado de tabaco. No se identificó la especie.

de SaoTomé y Príncipe (1). En la zona cafetera colombiana no se había identificado *M. arenaria* atacando café. Navarro (26), en trabajos de identificación de especies de *Meloidogyne*, la registró en plátano a más bajas altitudes (600 a 1000m). En Cuba *M. arenaria* es la especie predominante en café y tiene una amplia distribución (2); Campos (8), la registró en Jamaica.

Frecuencia de *Meloidogyne* spp. en los hospedantes diferenciales y en café var.

Caturra. En la Tabla 5 se observa cómo la especie predominante en café y patilla es *M. incognita* lo cual sugiere que es la que causa los mayores daños en café, en la zona de donde proviene el inóculo; en tabaco predomina la especie *M. javanica* y en tomate las tres especies *M. incognita*, *M. arenaria* y *M. javanica* se encuentran en similar proporción. López (23), registró *M. incognita*, *M. javanica* y *M. exigua* en diferentes localidades de la zona cafetera colombiana. Blancos *et al.* (6), en la región de Marinca (Sierra Nevada de Santa Marta), encontraron que el 94,4% de los nematodos identificados en café *C. arabica*, pertenecen al género *Meloidogyne*, con una frecuencia del 64% de *M. javanica*; 21% *M. incognita* y 15% *M. exigua*; mientras que en el presente estudio predo-

minó *M. incognita* (77,5%), y en lugar de estar asociada con *M. exigua* se encontró *M. arenaria*.

En Brasil, Guatemala, El Salvador y Tanzania, *M. incognita* es la especie que causa las mayores pérdidas en la producción (8). También se ha registrado en la India (20); en Hawaii (27) y en Costa Rica (16). Las diferencias en las frecuencias de las especies sobre los diferenciales indican, además, cierta especificidad de las poblaciones de *Meloidogyne*, que son más competitivas y agresivas sobre determinados hospedantes, lo cual podría utilizarse para la separación de especies, multiplicando poblaciones por varias generaciones en el hospedante en el cual predominen.

En resumen, se identificaron las especies *M. javanica* y *M. arenaria* raza 2 en café en una localidad de la zona cafetera. El registro de *M. arenaria* es el primero que se hace de esta especie afectando café en esta zona; se encontró diferencia en la frecuencia de las especies de *Meloidigyne*, sobre los diferenciales, lo cual puede ser un índice de selectividad, y con patrones perineales se encontró un patrón similar al de *M. incognita*, pero su reacción ante los hospedantes diferenciales no coincide con el de ninguna de las razas registradas.

Tabla 5. Número y frecuencia de individuos de cada especie de *Meloidogyne*, aislados en tres hospedantes diferenciales y en café.

Hospedante	<i>M. incognita</i>	<i>M. javanica</i>	<i>M. arenaria</i>	<i>Meloidogyne</i> spp.*
Patilla var. Charleston grey	34 (92%)	1 (3%)	2 (5)	2 (6,6%)
Tabaco var. N. C. 95	8 (26,%)	18 (60%)	2 (6,6%)	
Tomate var. Rutgers	11 (36,6%)	9 (30%)	10 (33,3%)	
Café var. Caturra	31 (77,5%)	3 (7,5%)	6 (15%)	

* No se identificó la especie

AGRADECIMIENTOS

Al estadístico Bernardo Chaves, a los señores Uriel Gallego y Gonzalo Hoyos y además al personal de las disciplinas de Sistemas y Documentación de Cenicafé.

LITERATURA CITADA

1. ABRANTES, I. M. DE O.; ARIAS, M.; BELLO, A.; SANTO, S. N. DO E.; JOAQUIM, P.; LAMBERTI, F.; REIS, L.G.; RODRIGUEZ, J.R.C.J.; SANTOS, M.S.N. DE A.; VOVLAS, N. Nematodos do Cafeeiro na República de São Tomé e Príncipe e selecção de cultivares resistentes. *In: Jornadas sobre Agricultura de São Tomé e Príncipe*, 1. Lisboa, Dezembro 9-11, 1993. Comunicações Instituto de Investigação Científica Tropical. Serie de Ciencias Agrarias 19: 131-141. 1995.
2. ACOSTA C., O.; BERNAL, A.J.; ALFONSO, A. Distribución de *Meloidogyne* en áreas cafetaleras de la Empresa de cultivos varios de Fomento. *Ciencia y Técnica en la Agricultura. Protección de Plantas* 11(3): 43-53. 1988.
3. ANZUETO, F.; ESKES, A.B.; SARAH, J.L.; DECAZY, B. Recherche de la resistance a *Meloidogyne spp* dans une collection de *Coffea arabica* *In: Colloque Scientifique International sur le Café*, 14. San Francisco. July 14-19, 1991. París, ASIC. 1991. p. 534-543.
4. BAEZA A., C.A. Síntomas debidos a nematodos de las especies de *Meloidogyne* en café. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 90: 1-4. 1979.
5. BAEZA A., C.A.; BENAVIDES G., M.; LEGUIZAMÓN C., J.E. Plantas de la zona cafetera colombiana hospedantes de especies de *Meloidogyne* Goeldi. *Cenicafé* 29(2): 35-45. 1978.
6. BLANCOS B., E.; FERNANDEZ M., J.; CABRALES M., L. Nematodos en raíces en el cultivo del cafeto *Coffea arabica* L. en el Distrito de Marinca, zona comprendida entre los 600 y 1200msnm. *Revista Agronómica* 5(1-4): 63-77. 1983.
7. BRADY, N.C. Agricultural research and food production. *In: SASSER, J.N.; CARTER, C.C.* eds. An advanced treatise on *Meloidogyne*. Vol. 1. Raleigh, North Carolina State University, 1985. p. 3, 12.
8. CAMPOS, V.P.; SIVAPALAN, P.; GNANAPRAGASAM, N.C. Nematode parasites of coffee, cocoa and tea. *In: LUC, M., SIKORA, R.A.; BRIDGE, A.* eds. Plant parasitic nematodes in tropical agriculture. Wallingford, CAB International, 1990. p.387, 388, 390, 393.
9. CANO J., A.; GIL V., L.F. Dinámica de la población de *Meloidogyne incognita* raza 5 a diferentes densidades en *Coffea arabica* variedad Caturra, en condiciones de vivero. Manizales, Universidad de Caldas. Facultad de Agronomía, 1980. 111 p. (Tesis: Ingeniero Agrónomo).
10. CARDONA, W.; ESCOVAR, M.; NAVARRO, R. Identificación de especies y razas fisiológicas del género *Meloidogyne* en algunos cultivos de importancia económica en Antioquia. *In: Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines*, 4. Medellín, Julio 2-5, 1980. Resúmenes. Medellín, ASCOLFI, 1980. p. 39.
11. CARNEIRO, R.M.D.G.; CARNEIRO, R.G.; ABRANTES, I.M. De O.; SANTOS, M.S.N.A.; ALMEIDA, M.R.A. *Meloidogyne paranaensis* n.s.p. (Nemata: Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitizing coffee in Brazil. *Journal of Nematology* 28(2):177-189. 1996.
12. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ, Cenicafé. Chinchiná, Disciplina de Agroclimatología, Anuario Meteorológico Cafetero, 1998. Chinchiná, Cenicafé, 1999. 515p.
13. EISENBACK, J.D. Diagnostic characters useful in the identification of the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species): systematic, biology and control, eds. F. Lamberti and C.E. Taylor. Academic Press, New York. 477 pp. 1985.
14. EISENBACK, J.D.; BERNARD, E.C.; SCHMITT, D.P. Description of the kona coffee root knot nematode, *Meloidogyne konaensis* n.s.p. *Journal of Nematology* 26(4):363-374. 1994.
15. HARTMAN, K.M.; SASSER, J.N. Identification of *Meloidogyne* species by differential host test and perineal pattern morphology. *In: BARKER, K.R.; CARTER, C.C.; SASSER, J.N.* eds. An advanced treatise on *Meloidogyne*: Vol. 2. Raleigh, North Carolina State University Graphics, 1985. p. 69.

16. HIRSCHMANN, H. The genus *Meloidogyne* and morphological characters differentiating its species. In: BARKER, K.R.; CARTER, C.C.; SASSER, J.N. eds. An advanced treatise on *Meloidogyne* Vol. 1. Raleigh, North Carolina State University, 1985. p. 79-93.
17. HERRERA S., I. C. Efecto de coberturas vivas de leguminosas en el control de nematodos fitoparásitos del café. In: Simposio Latinoamericano de Caficultura, 18. San José, Septiembre 16-18, 1997. Memorias. San José, ICAFE-IICA-PROMECAFE, 1997. p. 387-391.
18. HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R.A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne spp* including a new technique. Plant Disease Reporter 57:1025-1028. 1973.
19. JEPSON, S.B. Identification of Root-Knot Nematodes *Meloidogyne* species. Wallingford, CAB International, 1987. 265 p.
20. KOSHY, P.K. Integrated management of plant parasitic nematodes in plantation crops with special emphasis on biocontrol. In: National Seminar on Biological Control in Plantation Crops, 29. Kottayam, Kerala, June 27-28. 1991. p.v.
21. LEGUIZAMÓN C., J.E. Relación entre poblaciones de *Meloidogyne spp* en el suelo y el daño causado en cafetales establecidos. Cenicafé 27(4):174-179. 1976.
22. LEGUIZAMÓN C., J.E.; LÓPEZ D., S. Nematodos en plantaciones de café en Colombia. Avances Técnicos Cenicafé No. 20:1-4. 1972
23. LÓPEZ. D., S. Trabajos de investigación realizados con nematodos del género *Meloidogyne* en café, en Colombia. Internacional *Meloidogyne* Project. In: Conferencia de trabajo sobre el IMP. Regional II. Palmira, Marzo 22-26, 1976. Memorias. Palmira, CIAT, 1976. p. 53-65.
24. LÓPEZ, R.; SALAZAR, L. *Meloidogyne arabicida* s.p.n. (Nemata: Heteroderidae) Nativo de Costa Rica un nuevo y severo patógeno del cafeto. Turrialba 39(3): 313-323. 1989.
25. LORDELLO, A.I.L.; LORDELLO, R.R.A. Identificação de raças de *Meloidogyne incognita* associadas a algumas plantas. Summa Phytopathologica 22(1): 43-45. 1996.
26. NAVARRO, A.R. Identificación y ubicación de cinco *Meloidogyne spp*. en diferentes pisos térmicos. In: Conferencia de trabajo sobre el IMP. Regional II. Tolima, Septiembre 18-22, 1978. Centro Internacional de la Papa-CIP, 1978, p. 52-58. 1978.
27. SCHENCK, S.; SHENCK, D. Determination of a management strategy for nematode pest of Hawaiian coffee. International Journal of Pest Management 40(3): 283-285. 1994.
28. VILLALBA G., D.A. Ciclo de vida de *Meloidogyne incognita* raza 5, en café var. Caturra, Bogotá, Universidad Nacional. Facultad de Agronomía. 1980. 86 p. (Tesis: Magister Science).