

Nematodos agalladores asociados al cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en el departamento de Córdoba, Colombia

Root knot nematodes associated with papaya crop (*Carica papaya* L.) in department of Córdoba, Colombia

Juan de Dios Jaraba¹, Zaida Lozano² y Manuel Espinosa³

Resumen: El objetivo de este trabajo fue identificar los nematodos agalladores asociados al cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en los municipios de Tierralta, Valencia, Lorica, Montería y Montelíbano que constituyen el área productora de papaya en Córdoba. Se evaluaron variables morfológicas y morfométricas en hembras, machos y juveniles de segundo estadio (J2). En las muestras de suelo se determinó pH, contenido de materia orgánica (MO), conductividad eléctrica (CE) y textura, a fin de correlacionarlas con la presencia de especies nematodas. Se encontraron *Meloidogyne javanica*, *M. incognita* y *M. arenaria*, siendo *M. incognita* la especie más frecuente. Las tres especies se encontraron mezcladas en 37,5% de los individuos; *M. incognita* y *M. arenaria* en 50%, mientras que *M. incognita* y *M. javanica* no se encontraron mezcladas. Las especies se encontraron en pH de 4,9 a 6,4; CE de 0,1 a 0,45 dS · m⁻¹; MO de 1,2 % a 2,5 % y la textura fue arenosa, franca y franco arenosa. El pH, el contenido de arena y la CE correlacionan de manera positiva con la presencia de los nematodos, mientras la MO mostró correlación negativa. Se reporta por primera vez la ocurrencia de *M. javanica*, *M. incognita*, *M. arenaria*, así como la mezcla de *M. incognita* y *M. arenaria*, en papayas de Colombia.

Palabras clave: *Meloidogyne javanica*, *M. incognita*, *M. arenaria*, variables del suelo.

Abstract: Nematode species associated with papaya crop (*Carica papaya* L.) were characterized in Córdoba, Colombia by using morphological and morphometric parameters of their females, males, and infective second-stage juveniles (J2). Soil samples were taken from papaya plantations in order to evaluate soil texture, organic matter (OM), pH, electric conductivity (EC), and, finally, presence of root knot nematodes in the soil. Correlation analysis was performed to correlate soil variables with the presence of *Meloidogyne* species. *Meloidogyne incognita*, *M. arenaria* and *M. javanica* were found, whereas *M. incognita* was the most frequent specie. These three species were found together in 37.5% of the soils of papaya plantation; *M. incognita* and *M. arenaria* were mixed in 50%, while *M. javanica* and *M. incognita* were not mixed. Conductive soils to *Meloidogyne* species had pH 4.9 to 6.4, EC 0.1 to 0.45 dS · m⁻¹, OM 1.2 to 2.5 %, and sandy to sandy-loam soil texture. The pH, percentages sand and CE were positively correlated with an abundance of *Meloidogyne* species, whereas OM was negatively correlated. This is the first report of *M. javanica*, *M. incognita* and *M. arenaria*, and the mixture of *M. incognita* and *M. arenaria* in papaya plantations of Colombia.

Key words: *Meloidogyne javanica*, *M. incognita*, *M. arenaria*, soil variables.

Fecha de recepción: 2 de marzo de 2005
Aceptado para publicación: 06 de junio de 2007

¹ Docente investigador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería. e-mail: jnnavas_69@yahoo.com.mx

² Docente investigadora, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería. e-mail: zlozanot@yahoo.com

³ Profesional universitario, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería. e-mail: manuelrec@yahoo.com

Introducción

EN EL DEPARTAMENTO de Córdoba existen 207.577 ha cultivadas, de las cuales 150.888 ha se siembran en cultivos transitorios (algodón, maíz, arroz, ajonjolí, sandía, entre otros), 56.689 en cultivos anuales y permanentes (frutales, hortalizas, entre otros). El cultivo de papaya ocupa alrededor de 1.800 ha y genera aproximadamente 436.783 jornales/año (Secretaría de Agricultura de Córdoba, 2001).

En el cultivo de papaya se han encontrado una serie de enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus y nematodos. Estos últimos se han reportado en investigaciones realizadas en Brasil, donde se encuentran las especies *Meloidogyne hapla*, *M. incógnita* y *M. javanica* que atacan el sistema radical de la papaya causando agallas o daños mecánicos por la entrada del estilete (Chaful y De' Arc, 1994).

Las especies del género *Meloidogyne* constituyen los nematodos patógenos de plantas de mayor importancia económica por su amplia distribución mundial y por el gran número de hospederos que atacan (Eisenback *et al.*, 1981). El manejo sanitario de los problemas asociados al ataque de *Meloidogyne spp.* en los diferentes cultivos se dificulta debido a que estas especies presentan una gran gama de hospedantes (cerca de 2.000) y pueden asociarse con otros microorganismos como hongos y bacterias, lo que incrementa el daño en las plantas afectadas y hace difícil escoger cultivos para la rotación (Tovar, 1994).

Sumado a estos factores, el inadecuado manejo del cultivo (especialmente uso de insecticidas, fungicidas, fertilizantes y nematicidas), la inestabilidad de los precios de compra al productor, los altos costos de los insumos agrícolas y el mal estado de las vías de acceso a los lotes, entre otros factores, han contribuido a una reducción en la rentabilidad del cultivo en las áreas sembradas.

Con base en lo anterior, y debido que en el departamento de Córdoba no existe la información necesaria ni estudios recientes sobre la problemática sanitaria del cultivo de papaya –especialmente la presencia de nematodos agalladores–, se consideró importante la realización de esta investigación que permitió identificar las especies asociadas al cultivo, determinar la frecuencia con que se presentan y analizar las propiedades edafológicas del suelo que condicionan la presencia o ausencia

de los nematodos para contribuir al manejo sostenible del cultivo de papaya en el departamento de Córdoba.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en cinco zonas agroecológicas comprendidas por los municipios de Lórica (La Doctrina), Montelíbano (San José de Uré), Montería (Mateó Gómez, Boca de la Ceiba y Jaraquiel), Tierralta (Morrocoy, El Banquito, Nuevo Ceibal y Tay) y Valencia (Valencia, Las Flores, El Diluvio y El Reposo).

Para la obtención de las muestras se escogieron 3 a 5 lotes por cultivo en cada municipio. La distancia entre los lotes fue de un mínimo de 500 m. En cada uno se tomaron 10 submuestras de suelo y raíces, las cuales se homogenizaron conformando una muestra de 2 kg por cada lote; se registró con su respectiva etiqueta el nombre del municipio, el corregimiento y el lote.

El procesamiento de las muestras se realizó en el invernadero y el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad de Córdoba. En el primero, se incrementaron las poblaciones de *Meloidogyne spp.* presentes en las muestras, con un número reducido de agallas. Para ello, se tomaron 5 a 10 masas individuales de huevecillos las cuales se inocularon en plántulas de tomate c.v. Río Grande sembradas en un sustrato estéril con una proporción 2:1 de arena y suelo de aluvión, respectivamente. Tres meses después de la inoculación las plantas fueron cosechadas y las raíces con agallas se utilizaron en el proceso de clasificación.

En el Laboratorio de Fitopatología se realizó la extracción de los diferentes estadios de nematodos y su clasificación. Para el aislamiento de los machos y juveniles de segundo estadio larval (J2) se tomaron muestras de 300 g de suelo traído de los lotes, las cuales fueron procesadas mediante la técnica de tamizado y centrifugado (Hooper, 1986). En el caso de los J2, se colectaron masas de huevos que fueron almacenadas a una temperatura de 26°C durante una semana a la espera de la eclosión. Las hembras se obtuvieron de las agallas presentes en las raíces afectadas en campo y de las poblaciones incrementadas en tomate c.v. Río Grande, mediante la técnica de hipoclorito de sodio - fuscina ácida al 30% (Daykon y Hussey, 1985).

La identificación de las especies se realizó con base en caracteres morfológicos como el patrón perineal de las hembras; la forma del estilete de hembras, machos y J2;

la forma y el número de anillos de la región cefálica de J2 y machos. Así mismo, se realizaron medidas morfométricas como la longitud del estilete y la distancia de la base del estilete a la desembocadura de la glándula dorsal (DGO) de hembras, machos y J2; la longitud del cuerpo, la cola y la región hialina de los J2.

La conservación de los machos y J2 se realizó con la técnica de deshidratación etanol-glicerol (Southey, 1986). Las hembras se conservaron en glicerol marca Mallinckrodt® (C₃H₅(OH)₃) al 99,7%. De cada estadio se tomaron 25 a 35 individuos por aislamiento.

Para la identificación de especies se utilizaron como referencia los trabajos realizados por Eisenback *et al.* (1981, 1985), Orton (1972) y Jepson (1987), los cuales son universalmente aceptados en la identificación de nematodos agalladores.

En la determinación del índice de agallamiento se utilizaron las muestras de raíces obtenidas en campo usando la escala propuesta por Taylor y Passer (1979): 0 indica ausencia de agallas o masas de huevecillos, 1 representa una o dos agallas o masas de huevecillos, 2 señala tres a 10 agallas o masas de huevecillos, 3 indica 11 a 30 agallas o masas de huevecillos, 4 representa 31 a 100 agallas o masas de huevecillos y 5 más de 100 agallas o masas de huevecillos.

En el Laboratorio de Suelos y Aguas de la Universidad de Córdoba se determinó la materia orgánica del suelo (MO) mediante el método de Walckley-Black; la textura se obtuvo mediante la técnica de Bouyoucos (1936); la conductividad eléctrica se cuantificó por el método de conductividad de saturación (Pla, 1983) y el pH se midió mediante un potenciómetro.

Por último, se realizó un análisis de correlación entre las características edafológicas y la presencia de las especies de los nematodos agalladores para asociar algún tipo de comportamiento entre la presencia o ausencia de los nematodos en el suelo.

Resultados y discusión

Las características morfológicas y morfométricas permitieron identificar las especies *Meloidogyne javanica*, *M. incognita*, *M. arenaria* en ocho de los sitios muestreados: Tierralta (Morrocoy, Nuevo Ceibal y Tay); Valencia (Reposito, Las Flores y El Diluvio) y Lorica (Trapiche 1 y Trapiche 2).

Características morfológicas de hembras, machos y juveniles

Las hembras del género *Meloidogyne* presentaron el cuerpo blanco, globular a periforme, con una longitud de 295 a 450 μm y cuello usualmente corto. La cutícula presentó anulaciones finas y estriaciones terminales formando el patrón perineal alrededor de la vulva y el ano. La región labial ancha y conformada por seis labios. El estilete era robusto con el cono generalmente curvado en la parte media.

La especie *M. incognita*, se caracterizó por presentar en las hembras un patrón perineal con arco dorsal alto y cuadrado, estrías lisas u onduladas y campos laterales ausentes (figura 1). El estilete de las hembras estaba curvado dorsalmente. Los nódulos del estilete fueron anchos y planos, separados de la columna.

Los machos presentaron disco labial grande y redondeado, cóncavo centralmente y más alto que los labios

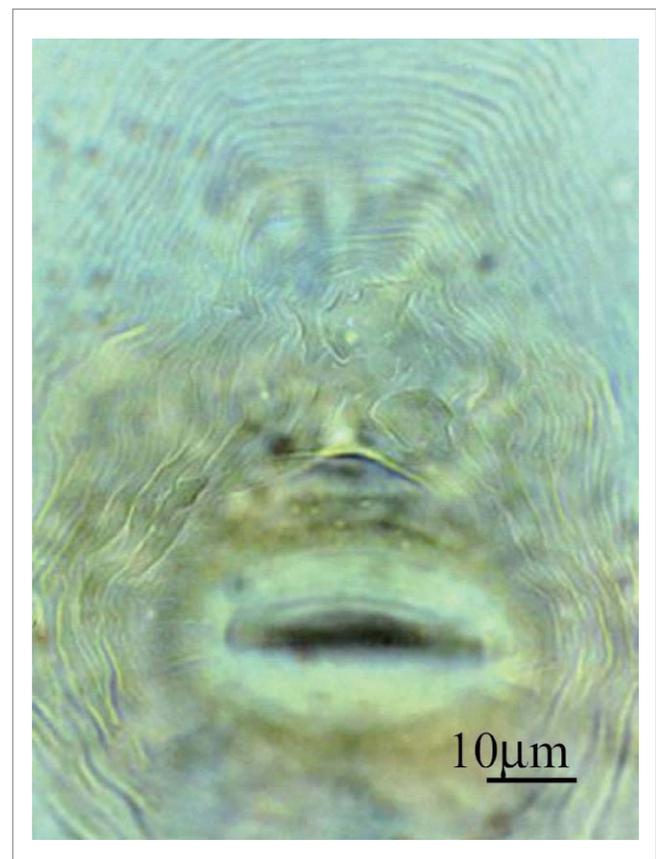


Figura 1. Microfotografías del patrón perineal de *Meloidogyne incognita* aislado en un cultivo de papaya del departamento de Córdoba.

medios. La punta del estilete fue más ancha que la porción media del cono y la columna era generalmente cilíndrica. Los nódulos basales estaban separados de la columna y eran anchos, planos y redondeados.

Los juveniles (J2) presentaron la región labial con uno a tres anillos incompletos; el cono y la columna del estilete eran de tamaño similar, con nódulos pequeños, ligeramente separados y redondeados. La cola es ligeramente puntiaguda o redondeada en su parte terminal; la región hialina presentaba longitud variable.

La especie *M. javanica* presentó modelos perineales con arco dorsal redondeado y aplanado. El rasgo característico de este modelo fueron las incisiones laterales bien visibles que lo dividen en región dorsal y ventral (figura 2). El estilete presentó un cono no muy claramente curvado dorsalmente. La columna del estilete era ensanchada ligeramente en la parte posterior y los nódulos basales, anchos y cortos.

La cabeza de los machos presentó un disco labial grande y plano, mientras los labios medios estaban fusionados. La cápsula cefálica es alta y casi tan ancha como la región cefálica. El estilete presentó cono angosto en la punta, pero muy ancho posteriormente, columna cilíndrica y los nódulos basales aplanados y separados de la columna.

Los juveniles presentaron disco labial redondeado y región cefálica sin anillos. El cono y la columna del estilete robustos y de tamaño similar; los nódulos anchos y posteriormente redondeados. La cola es cónica con anulaciones normales o irregulares en la parte terminal.

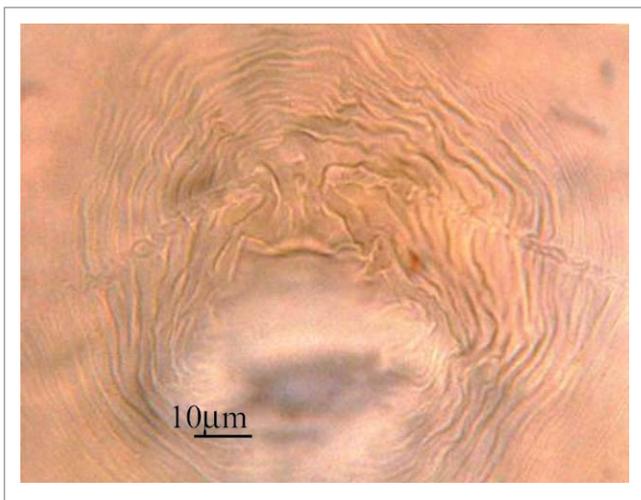


Figura 2. Microfotografía del patrón perineal de *Meloidogyne javanica* aislado en el cultivo de papaya del departamento de Córdoba.

La especie *M. arenaria* se caracterizó por presentar un modelo perineal en las hembras con arco dorsal aplanado y redondeado. Las estrías en el arco se curvan ligeramente hacia las líneas laterales formando una ondulación llamada 'hombreira'. Las estrías pueden ser desde lisas hasta onduladas y dirigirse hacia la vulva (figura 3). El estilete de las hembras fué robusto. La columna incrementó su anchura hacia la base y emergieron gradualmente los nódulos basales del estilete; éstos fueron anchos y redondeados en su parte posterior.

No se encontraron machos de *M. arenaria* lo cual es frecuente en esta especie y ha sido reportada en otros estudios (Maggenti, 1981; Jaraba *et al.*, 2001), lo cual se explica por el tipo de reproducción por partenogénesis mitótica obligatoria (Eisenback *et al.*, 1981; Eisenback *et al.*, 1985). Los juveniles presentaron región cefálica sin anillos; el cono y la columna del estilete, robustos y de igual longitud, nódulos anchos y redondeados en la parte posterior. La cola cónica y ligeramente puntiaguda en la parte terminal.

Los resultados encontrados en las especies *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* y *M. arenaria*, concuerdan con los resultados descritos por diversos entomólogos (Orton, 1972; Eisenback *et al.*, 1981, 1985; Jepson, 1987).

Características morfométricas de las hembras, machos y juveniles

Los resultados de la medición de las variables morfométricas se presentan en la tabla 1, en la que se clasifican las especies de *Meloidogyne* en machos, hembras

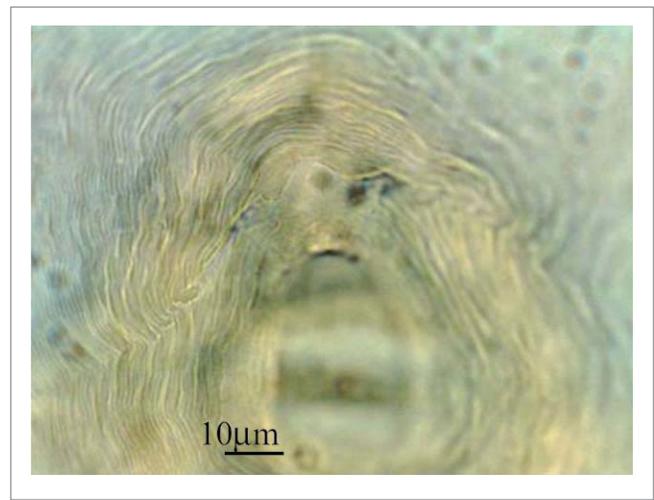


Figura 3. Microfotografías del patrón perineal de *Meloidogyne arenaria* aislado en el cultivo de papaya del departamento de Córdoba.

y juveniles. Los resultados encontrados coinciden por los reportados por Orton, 1972; Eisenback *et al.*, 1981, 1985 y Jepson, 1987.

Las características morfológicas de la cabeza y el estilete de los machos y la morfología del estilete de las hembras fueron los caracteres más útiles en la identificación de las especies, lo cual se corroboró con los otros caracteres y parámetros de este estudio. Esto está acorde con Jepson (1983) y Eisenback (1985, 1993) quienes consideran que estos caracteres son estables y de gran utilidad en la identificación de las especies de *Meloidogyne*.

En el departamento de Córdoba las especies de nematodos agalladores se encontraron en ocho de las 17 localidades muestreadas: Tierralta (Morrocoy, Nuevo Ceibal y Tay), Valencia (Reposito, Las Flores y El Diluvio) y Lórica (Trapiche 1 y Trapiche 2) con una incidencia general de 47%. En las especies de *Meloidogyne* las mayores frecuencias corresponden a *M. incognita* y *M. arenaria* (47% y 41,2 %, respectivamente), mientras que *M. javanica* fue la especie menos frecuente con 17,6%. *M. incognita* se encontró en todos los sitios positivos para este género, siendo la especie dominante con mayor proporción en porcentaje de frecuencias (8,7%) en una zona.

Las tres especies de *Meloidogyne* se encontraron mezcladas en tres de los ocho sitios positivos. *M. incognita* y *M. arenaria* se encontró en 4 de los sitios positivos, mientras que *M. incognita* y *M. javanica* o *M. javanica* y *M. arenaria*, no se encontraron mezcladas.

Esto permite reportar por primera vez en la zona tropical del país la presencia de las tres especies vinculadas al cultivo de papaya, así como la asociación de *M. incognita*, *M. javanica* y *M. arenaria*, además de *M. arenaria* y

M. incognita. Resultados similares con relación a las mezclas de poblaciones encontradas en esta investigación fueron reportados por Sosa *et al.*, (1985); Del Prado *et al.*, (1996); De Waele y Davide (1998) y Jaraba y Lozano (2002); por tanto, los resultados obtenidos están de acuerdo con estudios realizados en otras latitudes.

La existencia de especies de *Meloidogyne* mezcladas en el cultivo de papaya en el departamento de Córdoba podría hacer difícil la implementación de medidas de manejo como la rotación de cultivos, debido a que estos nematodos tienen un amplio rango de plantas hospedantes.

En el municipio de Tierralta se encontraron agallamientos tipo 3 en la localidad de Morrocoy y tipo 4 en Tay y Nuevo Ceibal. En Valencia los sitios positivos fueron: Las Flores (agallamiento tipo 3), El Diluvio (agallamiento tipo 4) y Reposito (agallamiento tipo 5). La zona del casco urbano de Valencia no presentó cultivos de papaya con síntomas de agallamiento. En el municipio de Lórica los sitios positivos fueron: El Trapiche 1 y El Trapiche 2, ambos con agallamiento tipo 4. Los municipios de Montelíbano y Montería no presentaron agallamiento en sus cultivo de papaya.

Las características de las agallas formadas por los diferentes aislamientos que se encontraron en el cultivo de papaya indica que las especies colectadas en las diferentes zonas se distribuyeron así: en Tierralta (Tay y Nuevo Ceibal) se hallaron las especies *M. incognita* y *M. arenaria*; en Valencia (Diluvio y Reposito), *M. incognita*, *M. arenaria* y *M. javanica*; finalmente, en Lórica (El Trapiche 1 y El Trapiche 2) se encontró *M. incognita*, *M. arenaria* y *M. javanica*.

M. incognita se presentó como la especie dominante en los ocho sitios positivos del departamento. Se en-

Tabla 1. Características morfométricas de las especies de *Meloidogyne* encontradas en cultivos de papaya en el departamento de Córdoba.

Aislamiento	Hembras µm			Juveniles µm				Machos µm	
	Estilete	DGO ^b	Estilete	DGO	Cola	Región hialina	Longitud	Estilete	DGO
<i>M. incognita</i> ^a	15-17(16) ^c	2-4(3)	10-12(11)	2-3 (3)	42-63(52)	3-13,5(9)	346-463(405)	23-25(24)	2-4(3)
<i>M. arenaria</i>	13-17(15,5)	3-7(5)	10-12(11)	3-4 (3,5)	44-69(56)	6-13,0(9)	398-605(504)	-	-
<i>M. javanica</i>	14-18(15)	2-5(3)	10-12(11)	3-4 (3,5)	51-63(56)	9-18(13,7)	405-560(488)	22-24(23)	3-4(3,5)

^a Se evaluaron cinco a 15 individuos por cada aislamiento.

^b DGO= Distancia de la base del estilete a la desembocadura de la glándula dorsal.

^c Rango y valor medio (paréntesis) de referencia tomados de Orton (1972, 1973, 1975), Eisenback *et al.* (1981) y Eisenback (1985).

- ausencia de espécimen.

contró en suelos con pH de 4,9 a 6,4; CE de 0,1 a 0,45 dS · m⁻¹; MO de 1,2 a 2,5%; contenidos de arenas que oscilan entre 50 y 86%, arcillas de 3% a 17% y limos de 11 a 38%. La mezcla de especies predominante (*M. incognita* y *M. arenaria*) se encontró en suelos con pH de 5,0 a 6,0; CE de 0,13 al 0,45 dS · m⁻¹; MO de 1,5 a 2,5 %; contenidos de arenas que oscilan de 51 a 60%, arcillas del 9 a 14% y limos del 31 a 33%. La asociación de las tres especies (*M. incognita*, *M. javanica* y *M. arenaria*) se encontró en suelos con pH de 4,9 a 6,4; CE de 0,15 al 0,3 dS · m⁻¹; MO de 1,2 a 1,5 %; contenidos de arenas que oscilan de 53 a 87%, arcillas de 3 a 17% y limos de 11 a 37%.

La presencia de las especies de *Meloidogyne* en suelos con pH medianamente ácidos a ligeramente ácidos, y con contenidos de materia orgánica bajos a altos, demuestra que estas especies de nematodos se pueden adaptar a un amplio rango de condiciones del suelo; sin embargo, fueron más frecuentes en suelos con pobres contenidos de materia orgánica. Estos resultados coinciden con lo afirmado por Ferris y Van Gundy (1979), quienes encontraron que el rango de pH en el que pueden sobrevivir, eclosionar y reproducirse las especies de *Meloidogyne* varía de 4 a 8, con un óptimo para la eclosión de 6,4 a 7.

Por su parte, la asociación de las poblaciones de *Meloidogyne* en suelos con contenidos medios a altos de arenas, como la que se observa en esta investigación, ha sido reportada en otros estudios (Starr *et al.*, 1993; Jaraba *et al.*, 2001) que encontraron que la mayoría de las poblaciones de *Meloidogyne* se asocian a suelos con contenidos medios y altos de arenas y raramente con suelos altos en arcillas, lo cual se reafirma con el resultado del análisis de correlación de esta investigación, el cual muestra que el contenido de arena favorece la presencia de estos nematodos, mientras que el pH, la MO y la CE limitan sus poblaciones (tabla 2).

Tabla 2. Análisis de correlación entre las propiedades edafológicas de los suelos y la presencia de nematodos de las especies *Meloidogyne*.

	pH	CE	arena	MO
Individuos	-0.39125	-0.29123	0.42156	-0.20364
r *	0.1666	0.6625	0.6050	0.9091
Géneros	-0.14335	-0.48534	0.39493	-0.21411
r *	0.6249	0.7980	0.8521	0.9078

Conclusiones

En la zona agrícola del departamento de Córdoba se confirmó la presencia de especies de *Meloidogyne* (*M. incognita*, *M. arenaria* y *M. javanica*) asociadas al cultivo de papaya. En este sentido se reportan por primera vez en el departamento de Córdoba y en Colombia las especies *Meloidogyne incognita* y *M. arenaria*, así como la presencia de mezclas de *M. incognita*, *M. javanica* y *M. arenaria*, demás del asocio de *M. incognita* y *M. arenaria* en el cultivo de papaya. La especie de mayor frecuencia y dominancia en la zona agrícola del departamento de Córdoba es *M. incognita*, seguida de *M. arenaria* y *M. javanica*.

La característica edafológica que favorece la presencia de los nematodos del género *Meloidogyne* en el cultivo de papaya es el contenido de arena y no es favorecida dicha presencia por el pH, CE y M.O.

Se recomienda que las futuras investigaciones estén dirigidas a monitorear la dinámica y fluctuación poblacional de los nematodos fitoparasitos asociados al cultivo de papaya, así como métodos de manejo encaminados a disminuir las poblaciones en lotes comerciales.

Literatura citada

- Bouyoucos, G. 1936. Directions for making mechanical analysis of soil by hydrometer method. *Soil Sci.* 4, 225-228.
- Chafal, S. y R. De' Arc. 1994. Mamao: Doencas causadas por fungos e nematoides en mamoeiro. Informe Agropecuario 12 (134), 40-43.
- Daykon, M. y R. Hussey. 1985. Staining and histopathological techniques in nematology. En: An advanced treatise on *Meloidogyne* methodology, Bartker 2. pp. 35-36.
- De Waele D. y R. Davide. 1998. Nematodos noduladores de las raíces del banano, *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White, 1919) Chitwood, 1949 y *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. Plagas de Musa. Hoja divulgativa. pp. 3-5.
- Del Prado, I., A. Hernández, V. Espinoza, A. Tovar y R. Torres. 1996. Colección e identificación de las especies de *Meloidogyne* y su distribución en los cultivos más importantes para México. En: Memorias avances de investigación. Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad, Especialidad en Fitopatología, Montecillos, México. 13 p.
- Eisenback, D., H. Hirschmann, J. Sasser y A. Triantaphyllou. 1981. Guide to the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne sp.*). Plant Pathology and Genetics North Carolina State University and the United States Agency for International Development. Raleigh, North Carolina. pp. 321-348.
- Eisenback, D., J. Sasser y C. Carter. 1985. Diagnostic characters useful in the identification of the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne spp.*). En: An advanced treatise on *Meloidogyne*. Biology and control. International Meloidogyne Project. North Carolina State University Graphics, Raleigh. pp. 95-112.

- Eisenback, J. 1993. Morfological comparisons of females, males, and second-stage juveniles of cytological races A and B of *Meloidogyne hapla* Chtwood. 1949. Fundam. Appl. Nematol. 16, 259-271.
- Ferris, H. y S. Van Gundy. 1979. *Meloidogyne* and host interrelationships. En: Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species) Systematics, biology and control. New York. pp. 205-230.
- Hooper, D. 1986. Extraction of free-living stages of soil. En: Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Ministry of Agriculture Fisheries and Food. Her Majesty's Stationery Office, London. pp. 5-30.
- Jaraba, J. y Z. Lozano, 2002. *Meloidogyne javanica* (Treub, 1985) *Chitwood*, 1949: Nematodo del nudo radical en papaya (*Carica papaya* L.) en Tierralta, Córdoba. ASCOLFI Informa (Boletín bimestral) 28 (1), 2-4.
- Jaraba, J., R. Guzmán, E. Caswell, E. Zavaleta e I. Del Prado. 2001. Especies y razas de *Meloidogyne* asociadas al cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis de Maestría, Especialista en Fitopatología. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México. 98 p.
- Jepson, S. 1983. Identification of *Meloidogyne*: a general assessment and comparison of the male morphology using light microscopy. Revue Nematol. 6, 291-309.
- Jepson, S. 1987. Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). CAB International, United Kingdom. 265 p.
- Maggenti, R. 1981. General nematology. Springer Verlag. New York. pp. 159-200.
- Orton, W. 1972. *Meloidogyne javanica*. C.I.H. Descriptions of plant-parasitic nematodes. Set 1, No. 3. Commonwealth Institute of Helminthology. St. Albans (UK). 1(3), 8.
- Orton, W. 1973. *Meloidogyne incognita*. C.I.H. Descriptions of Plant-parasitic Nematodes Set. Commonwealth Institute of Helminthology. St. Albans (UK). 1(3), 8.
- Orton, W. 1975. *Meloidogyne arenaria*. C.I.H. Descriptions of Plant-parasitic Nematodes Set Commonwealth Institute of Helminthology. St. Albans (UK). 1(3), 8.
- Pla, I. 1983. Metodología para la caracterización física de diagnóstico y problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Maracay, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. 114 p.
- Secretaría de Agricultura del Departamento de Córdoba. 2001. Revista Anuario Estadístico, Montería. 380 p.
- Sosa, C., K. Bartker, C. Carter y J. Sasser. 1985. Report on the status of *Meloidogyne* research in México, Central América and the Caribbean countries. En: An advanced treatise on *Meloidogyne*. Methodology. International *Meloidogyne* Project. North Carolina State University Graphics. Raleigh, North Carolina. pp. 32-346.
- Southey, F. 1986. Extraction of free-living stages of soil. In: Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Ministry of Agriculture Fisheries and Food, Her Majesty's Stationery Office. London. pp. 5-30.
- Starr, J., A. Robinson, G. Smith y J. Krausz. 1993. *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* associated soil textures from some Cotton production areas of Texas. J. Nematol. Suppl. 25, 895-899.
- Taylor, L. y J. Sasser. 1979. Pathogenicity, host ranges and variability in *Meloidogyne* species. En: Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species) systematics, biology and control. Editorial Lamberti. pp. 257-268.
- Tovar, A. 1994. Especies y razas de *Meloidogyne* en papa en una localidad de Guadalupe Victoria, (Puebla) y su comportamiento en cinco variedades. Tesis de maestría. Colegio de Posgraduados, Montecillos, México. 73 p.