

5. HANSON, A.D.; NELSEN, C.E.; PEDERSEN, A.R.; EVERSON, E.H. 1979a. Capacity for proline accumulation during water stress in barley and its implications for breeding for drought tolerance. *Crop Science* 19:489-493
6. HANSON, A.D.; NELSEN, C.E.; TULLEY, E.R. 1979b. Proline accumulation in water stressed barley leaves in relation to translocation and the nitrogen. *Plant Physiology* 63:518-523
7. JAGER, H.J.; MEYER, H.R. 1977. Effect of stress on growth and proline metabolism of *Phaseolus vulgaris* L. *Oecologia* 30:83-96
8. MACHADO, R.C.R.; RENA, A.B.; VIEIRA, C. 1976. Efeito da desidratação osmótica no acúmulo de prolina livre em discos foliares de vinte cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) *Revista Ceres (Viçosa)* 23:302-309
9. MAZZAIERA, P.; CARVALHO, A. 1987. *Bragantia*, no prelo
10. RAMOS, L.C.S.; LIMA, M.M.A. DE. 1980. Avaliação da superfície relativa do sistema radicular de cafeeiros. *Bragantia* 39:1-5.
11. RENA, A.B.; MASCIOTTI, G.Z. 1979. Efeito do déficit hídrico sobre o metabolismo do nitrogênio e crescimento de quatro cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*) *Revista Ceres (Viçosa)* 23:288-301
12. SAWAZAKI, H.E.; TEIXEIRA, J.P.F.; D'ARTAGNAN DE ALMEIDA, L. 1981a. Estresse de água no crescimento, produtividade e acúmulo de prolina em feijão. *Bragantia* 40:157-166.
13. SAWAZAKI, H.E.; TEIXEIRA, J.P.F.; D'ARTAGNAN DE ALMEIDA, L. 1981b. Variação do teor de prolina em folhas de feijão em função da disponibilidade de água no solo. *Bragantia* 40:47-56.
14. WALDREN, R.P.; TEARE, I.D. 1974. Free proline accumulation in drought-stressed plants under laboratory conditions. *Plant Soil* 40:689-692
15. WALDREN, R.P.; TEARE, I.D.; EHLER, S.W. 1974. Changes in free proline concentrations in sorghum and soybean plants under field conditions. *Crop Science* 14:447-450

Meloidogyne arabicida sp.n. (Nemata: Heteroderidae) Nativo de Costa Rica: un Nuevo y Severo Patógeno del Cafeto¹

R. López*. I. Salazar*

ABSTRACT

Meloidogyne arabicida sp.n., a root-knot nematode causing the death of coffee trees in Juan Viñas, Costa Rica, is described and illustrated. Females have a peculiar perineal pattern and the medial lips divided by an indentation, while the males have a smooth cephalic region with a single annule and areolated lateral fields. Second-stage juveniles (J2) have a smooth cephalic region with a single annule, and a short and incomplete stria on the lateral sectors. Lateral lips are narrow and arched, and the rectum is dilated. *M. arabicida* sp.n. can be distinguished from the related *M. sugamiensis* by qualitative and quantitative characters of females, males and J2.

¹ Recibido para publicación el 13 de julio 1989.

* Laboratorio de Nematología, Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica San José, Costa Rica. El primer autor es miembro del Programa Financiero de Apoyo a Investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT). Los autores agradecen la ayuda técnica del señor Justo Azofeifa, de la señorita Karen Campos Briceño y de la Sra. Suria Sánchez.

COMPENDIO

Se describe e ilustra el nematodo formador de nódulos radiculares en café, *Meloidogyne arabicida* sp.n., encontrado en Juan Viñas, Costa Rica. Las hembras de esta nueva especie se caracterizan por tener un diseño perineal de forma peculiar y los labios medios separados por una indentación en el centro, mientras que los machos tienen una región cefálica lisa, con un sólo anillo y los campos laterales areolados. Los segundos estados juveniles (J2) tienen la región cefálica lisa, con un sólo anillo y una estria corta e incompleta en las porciones laterales; los labios laterales son angostos y levemente arqueados y el recto es dilatado. *M. arabicida* sp.n. puede ser distinguida de la especie cercana *M. sugamiensis* por características cualitativas y cuantitativas de las hembras, los machos y los J2.

INTRODUCCION

En 1982 el Ing. Felipe Perlaza, en ese entonces con la Sección de Nematología del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, trajo a nuestro Laboratorio raíces de café (*Coffea arabica* L.) cv. Caturra, colectadas en el distrito de Juan

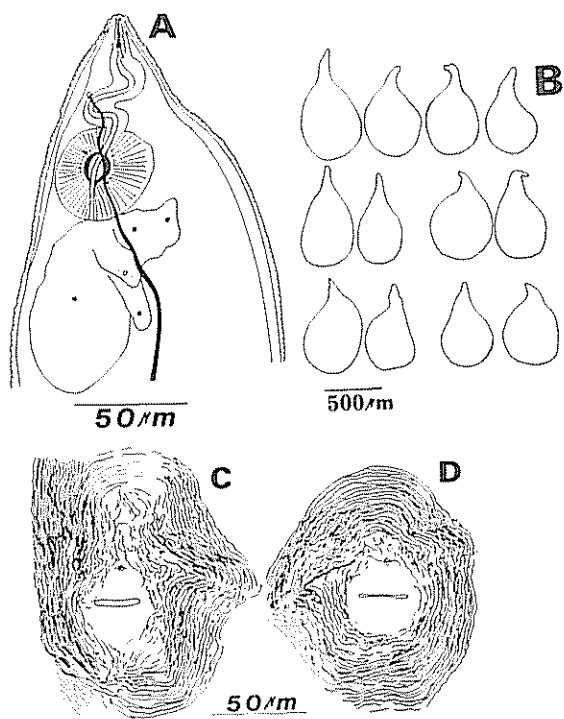


Fig 1 Dibujos de hembras de *Meloidogyne arabicida* sp.n. A: región esofágica; B: forma del cuerpo; C, D: diseños perineales

Viñas, cantón de Jiménez, provincia de Cartago, Costa Rica, fuertemente atacadas por un nematodo formador de agallas radicales. Posteriores visitas a la zona afectada permitieron observar que las plantas atacadas presentaban inicialmente una fuerte clorosis, seguida por defoliación severa, pobre desarrollo, momificación y caída de los frutos, un sistema radical poco desarrollado, con engrosamientos grandes y numerosos, tanto en la raíz principal como en las axiales y secundarias; estas raíces también mostraban un resquebrajamiento de la corteza en las zonas engrosadas, así como un desprendimiento parcial de la misma. Al abrir las agallas fue posible observar una gran cantidad de tejido corchoso, que al ser removido permitió ver amplias zonas de tejido necrosado. En tejidos menos dañados se encontró gran cantidad de hembras ovigeras, machos y masas de huevos, tanto en las agallas como en los tejidos vasculares de la parte inferior del tallo, al nivel del suelo. La enfermedad eventualmente causa la muerte de las plantas. Un estudio morfológico detallado de este nematodo permitió concluir que el mismo es una especie nueva, la que es descrita e ilustrada a continuación bajo el nombre de *Meloidogyne arabicida* sp.n.

MATERIALES Y METODOS

Raíces de café atacadas por *M. arabicida* sp.n. fueron colectadas en la localidad tipo de Juan Viñas,

transportadas al Laboratorio y disectadas bajo un microscopio estereoscópico; los especímenes extraídos fueron usados para todos los estudios morfológicos y morfométricos.

Estudio con el microscopio de luz (ML)

Raíces con agallas fueron colocadas en platillos siracusa con agua potable y disectadas bajo un estereoscopio a 45X de magnificación. Hembras, machos y masas de huevos fueron extraídos de estas raíces. Huevos de varias masas fueron colectados con la ayuda de un gotero, puestos sobre portaobjetos de vidrio, cubiertos con cubreobjetos y sellados con Glyceel (R); otros huevos fueron depositados en platillos BPI en agua potable y se les dejó durante 24 horas para que los huevos eclosionaran; los segundos estados juveniles (J2) fueron inicialmente fijados en TAF caliente a 60°C y luego fueron procesados para su montaje permanente según el método lento de Thorne (9). Los machos que salieron de fragmentos de la raíz principal de varias plantas fueron mantenidos primero en agua potable, luego fijados en TAF caliente y finalmente procesados por el método lento de Thorne (9). En el caso de las hembras, un grupo fue sumergido en lactofenol puro, donde se les mantuvo hasta que fueron montadas permanentemente en portaobjetos cóncavos que contenían lactofenol puro; otras hembras fueron puestas sobre un portaobjetos plástico y su parte anterior fue cortada con ayuda de un escalpelo fino; éstas porciones fueron luego montadas en lactofenol puro en un portaobjetos de vidrio, cubiertas con un cubreobjetos y selladas con Glyceel (R); la parte posterior del cuerpo fue sumergida en ácido láctico al 45%, los tejidos internos removidos y el diseño perineal cortado y montado en lactofenol puro (4, 8). Todos los especímenes fueron observados en un ML Olympus BH-2 con óptica de campo brillante y óptica de contraste de interferencia diferencial Nomarski; se tomó fotografías por medio de un sistema de fotomicrografía Olympus PM-10 AD adaptado al microscopio. Los dibujos de hembras, machos y J2 fueron preparados con la ayuda de un aditamento de dibujo adaptado al mismo microscopio.

Estudio con el microscopio electrónico de rastreo (MER)

Hembras, machos y J2 recién salidos del huevo fueron procesados para su observación al MER según el método descrito por López y Salazar (5); los especímenes fueron observados en un MER Hitachi S-570 a 15 Kv de voltaje acelerador; para la descripción de los diferentes estados de *M. arabicida* sp.n. se utilizó la terminología propuesta por varios autores (1, 2, 3).

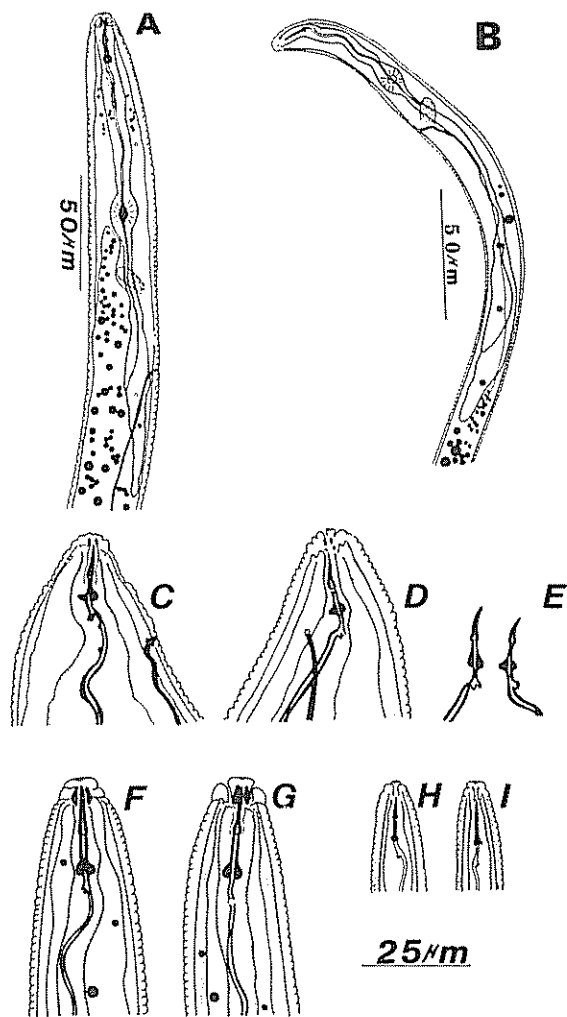


Fig. 2. Dibujo de *Meloidogyne arabicida* sp. n. A, F, G: machos; B, H, I: segundos estados juveniles; C-E: hembras. A, B: región esofágica; C, D, F, -I: región anterior; E: estiletes

Sistemática

Meloidogyne arabicida sp. n

Hembras

Medidas: Las medidas y otros parámetros de las características morfológicas estudiadas en 30 hembras son presentadas en el Cuadro 1

Medidas del holotipo (hembra) en lactofenol: L: 0.665 mm; diámetro máximo: 385 µm; a: 1.72; estilete: 12 µm; OGDE: 3 µm; estoma-poro excretor: 31 µm; estoma-mitad del metacarpus: 88 µm; ancho metacarpus: 28 µm; longitud metacarpus: 31 µm; ancho aparato valvular: 11 µm; longitud aparato valvular: 15 µm. El diseño perineal no es visible; unas estructuras globosas, aparentemente secretadas por la hembra, rodean la región labial.

Descripción (Fig. 1, 2, 4, 5): cuerpo de color blanco perlado, sasciforme, ovalado, con la parte anterior puntiaguda y la posterior levemente aplanada o redondeada (Fig. 1 B). La cutícula es anillada, a menudo con la anulación incompleta en la región anterior del cuerpo (Fig. 1 A). La región cefálica está levemente separada del resto del cuerpo (Fig. 2 C). Vista al MER, la región labial presenta un disco labial relativamente rectangular, ligeramente elevado sobre los labios medios. El prestoma es ovalado y está orientado en el plano dorso-ventral; está rodeado por sensilas labiales internas difíciles de discernir, que abren al exterior mediante pequeños poros redondeados. El estoma tiene una abertura en forma de rendija, orientado en el plano dorso-ventral. Los labios medios están divididos en su parte central por una indentación profunda. Las aberturas anfidiales tienen forma de rendijas rectangulares localizadas inmediatamente debajo de los bordes laterales del disco labial. Los labios laterales son inconspicuos. La región cefálica

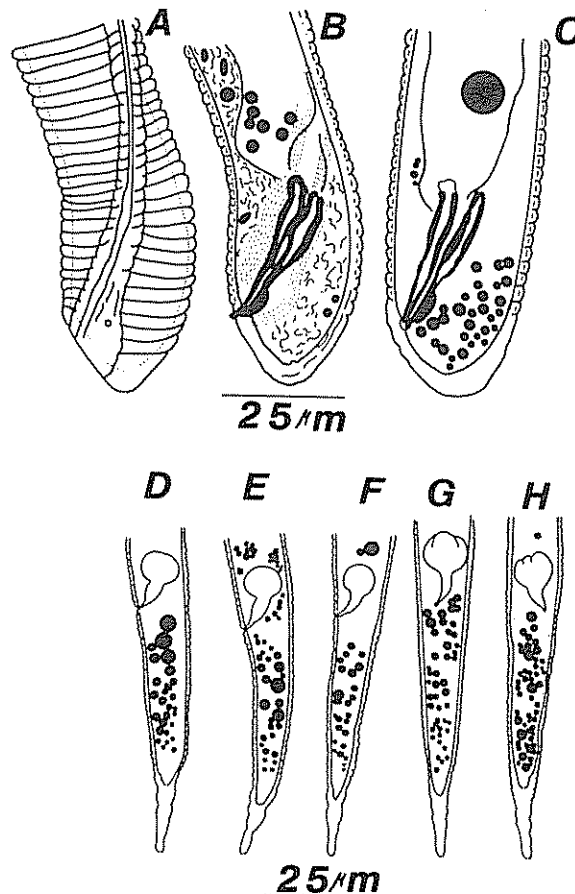


Fig. 3. *Meloidogyne arabicida* sp. n. A-C: colas de machos; D-H: colas de segundos estados juveniles.

Cuadro 1. Valores promedio y otros parámetros de varias características de hembras y huevos de *Meloidogyne arabicida* sp.n..

Característica	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar	Error estándar del promedio	CV (%)
Hembras						
Medidas lineales						
Longitud total	0.773*	1.206	0.543	131.9	24.51	17
Diámetro máximo	445	586	310	62.1	11.50	14
Diámetro a nivel mitad del metacarpus	74	110	51	13.7	2.54	18
Estoma-mitad del metacarpus	84	109	70	8.9	1.62	11
Ancho metacarpus	36	46	22	6.1	1.11	17
Largo metacarpus	37	44	24	4.9	0.89	13
Ancho válvula del metacarpus	11	13	9	1.0	0.18	9
Largo válvula del metacarpus	13	15	10	1.3	0.23	10
Estilete	12	13	10	1.0	0.18	9
Altura nódulos	2.1	2.8	1.4	0.4	0.07	19
Ancho nódulos	3.6	4.5	2.8	0.4	0.07	11
OGDE	4.3	6.1	2.8	0.6	0.10	14
Estoma-poro exc.	30	59	18	7.8	1.44	59
Vulva	24	27	20	2.2	0.40	9
Ano-vulva	19	26	14	2.5	0.45	13
Dist. interfasmidial	19	24	13	2.6	0.48	14
Proporciones						
a	1.7	2.6	1.4	0.2	0.03	12
Ancho/altura nódulos	1.7	2.5	1.3	0.3	0.05	17
Largo/ancho metacarpus	1.0	1.6	0.7	0.1	0.01	10
Largo/ancho válvula	1.2	1.5	0.8	0.1	0.01	8
Huevos						
Largo	90	101	8	4.8	0.87	5
Ancho	49	53	45	1.8	0.32	4
Largo/ancho	1.8	2.2	1.6	0.1	0.01	5

* Promedio de 30 observaciones. Todas las medidas en μm , excepto la longitud total (mm).

está formada por un sólo anillo (Fig. 4 A-C). Vista al ML la región cefálica aparece esclerotizada. El vestíbulo del estoma y su extensión son fácilmente visibles (Fig. 2 C). El estilete es relativamente corto, delicado; el cono está curvado dorsalmente y tiene una base triangular en su unión con la columna. La columna es relativamente corta y tiene el mismo diámetro en toda su extensión. Los tres nódulos basales son ovalados y están proyectados posteriormente. El lumen del estilete se reduce gradualmente al llegar al cono (Fig. 2 C-E). El orificio de la glándula dorsal esofágica está ramificado. El lumen del esófago en el procorpus es relativamente ancho y presenta a menudo unos abultamientos redondeados (Fig. 2 C). El poro excretor se localiza al nivel de la parte anterior del procorpus. El ducto excretor es curvado y con cierta frecuencia tiene un abultamiento triangular cerca del poro excretor (Fig. 2 C); al llegar al nivel del intestino el ducto ya no es muy evidente. El metacarpus es grande, redondeado, musculoso y tiene en su centro el ovalado y esclerotizado aparato valvular (Fig. 1 A). La porción basal glandular del esófago aparece como una estructura masiva, compuesta por al menos tres lóbulos,

en los que son distinguibles cinco núcleos grandes (Fig. 1 A). Los diseños perineales (Fig. 1 C, D; 4 D-F; 5 A-F) tienen contornos relativamente angulares, con estrias gruesas en el centro y más finas en la periferia; el arco dorsal es relativamente alto y rectangular. La mayoría de los diseños tienen proyecciones laterales de las estrias, hasta formar alas, las que pueden estar presentes en ambas o en sólo una de las porciones laterales. Los fasmidios son pequeños. La vulva es una rendija alargada, lisa, sin estrias prominentes que se originen en ella.

Machos

Medidas: Las medidas y otros parámetros de las características estudiadas en 30 machos son presentadas en el Cuadro 2.

Medidas del alotipo: L: 1.768 mm; diámetro máximo: 23.6 μm ; diámetro del cuerpo a nivel de los nódulos: 16.4 μm ; poro excretor-estoma: 147.5 μm ; mitad del metacarpus-estoma: 82 μm ; altura de la

Cuadro 2. Algunos parámetros de varias características de machos de *Meloidogyne arabicida* sp.n..

Característica	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar	Error estándar del promedio	CV (%)
Medidas lineales						
Longitud total	1 414*	1 881	0.905	0 252	0 046	18
Diámetro máximo	26	35	16	4 6	0 86	17
Diámetro a nivel de los nódulos	16	19	11	1 9	0 35	12
Diámetro a nivel del poro exc.	24	29	18	2 3	0 42	10
Diámetro a nivel del metacarpus	22	32	17	2 8	0 51	12
Estoma -poro exc.	140	178	87	19 8	3 74	14
Estoma-mitad del metacarpus	86	106	57	8 7	1 64	10
Altura cabeza	5	7	4	0 7	0 13	14
Ancho cabeza	11	12	9	1 3	0 24	12
Poro exc -mitad del metacarpus	60	89	39	12 7	0 29	21
Estilete	19	22	16	1 6	0 22	8
Estoma-nódulos	22	23	19	1 2	0 22	5
Columna + nódulos	10	15	7	1 4	0 26	15
Cono	10	15	9	1 2	0 21	11
Altura nódulos	3	4	2	0 5	0 09	17
Ancho nódulos	5	6	3	0 6	0 11	13
OGDE	4	5	3	0 7	0 13	17
Ancho metacarpus	11	16	7	2 4	0 48	22
Ancho válvula del metacarpus	4	6	3	0 9	0 19	22
Largo válvula del metacarpus	6	10	5	1 3	0 28	20
Testículo	624	846	403	123 8	23 85	20
Espículas	27	36	19	4 4	0 86	16
Gubernaculum	8	10	7	0 9	0 19	11
Cola	15	20	9	3 0	0 55	21
Cloaca-fasmidios	5	7	2	2 7	0 65	56
Fasmidio-terminus	8	14	3	2 7	0 54	35
Proporciones						
a	55 2	75 0	41 0	9 2	1 77	17
c	100 1	143 0	57 0	22 6	4 20	23
L/estoma-mitad del metacarpus	17 2	33 1	10 4	4 3	0 81	25
Ancho/altura cabeza	2 1	2 7	1 6	0 3	0 05	14
Ancho/altura nódulos	1 5	2 3	0 8	0 3	0 05	20
Largo/ancho válvula	1 5	2 0	0 6	0 3	0 06	20
Porcentajes						
Poro excretor	10 3	14 0	7 9	1 9	0 35	18
T	44 4	58 0	31 0	6 2	1 19	14

* Promedio de 30 observaciones. Todas las medidas en μm , excepto la longitud total (mm).

cabeza: 4.1 μm ; ancho de la cabeza: 10.9 μm ; poro excretor-mitad del metacarpus: 64.2 μm ; estilete: 18.4 μm ; base nódulos-estoma: 21.2 μm ; columna + nódulos: 8.8 μm ; cono: 9.6 μm ; altura nódulos: 2.7 μm ; ancho nódulos: 4.1 μm ; OGDE: 4.1 μm ; ancho del metacarpus: 10.2 μm ; ancho válvula del metacarpus: 3.9 μm ; longitud válvula del metacarpus: 6.1 μm ; testículo: 553 μm ; espículas: 31.4 μm ; gubernaculum: 9.6 μm ; cola: 13.7 μm ; cloaca-fasmidios: 2.3 μm ; fasmidio-terminus: 6.8 μm ; a: 75; c: 129; % poro excretor: 8.3; T (%): 31

Descripción: (Fig. 2, 3, 6): El cuerpo es vermiforme, de longitud variable, puntiagudo en el extremo anterior (Fig. 2 A) y redondeado en el posterior (Fig. 3 A-C). La región cefálica es levemente más angosta

que el resto del cuerpo, lisa, con un sólo anillo y con el casco cefálico fácilmente discernible (Fig. 2 A, F, G). Vistos al MER (Fig. 6 A-H) los machos presentan un casco cefálico constituido por un disco labial grande y redondeado, fusionado con los labios medios, levemente elevado sobre éstos, con los bordes laterales redondeados; en unos pocos especímenes fue factible observar unas pequeñas muescas que marcaban la unión lateral de los bordes del disco con los labios medios (Fig. 6 C), al igual que una estria corta, incompleta, localizada en la parte media de la región cefálica (Fig. 6 C, F). El ovalado prestoma está localizado en el centro del disco labial y está rodeado por seis sensilas labiales internas, con aberturas en forma de diminutos poros. La abertura del estoma tiene forma de rendija, orientada en el plano dorso-ventral

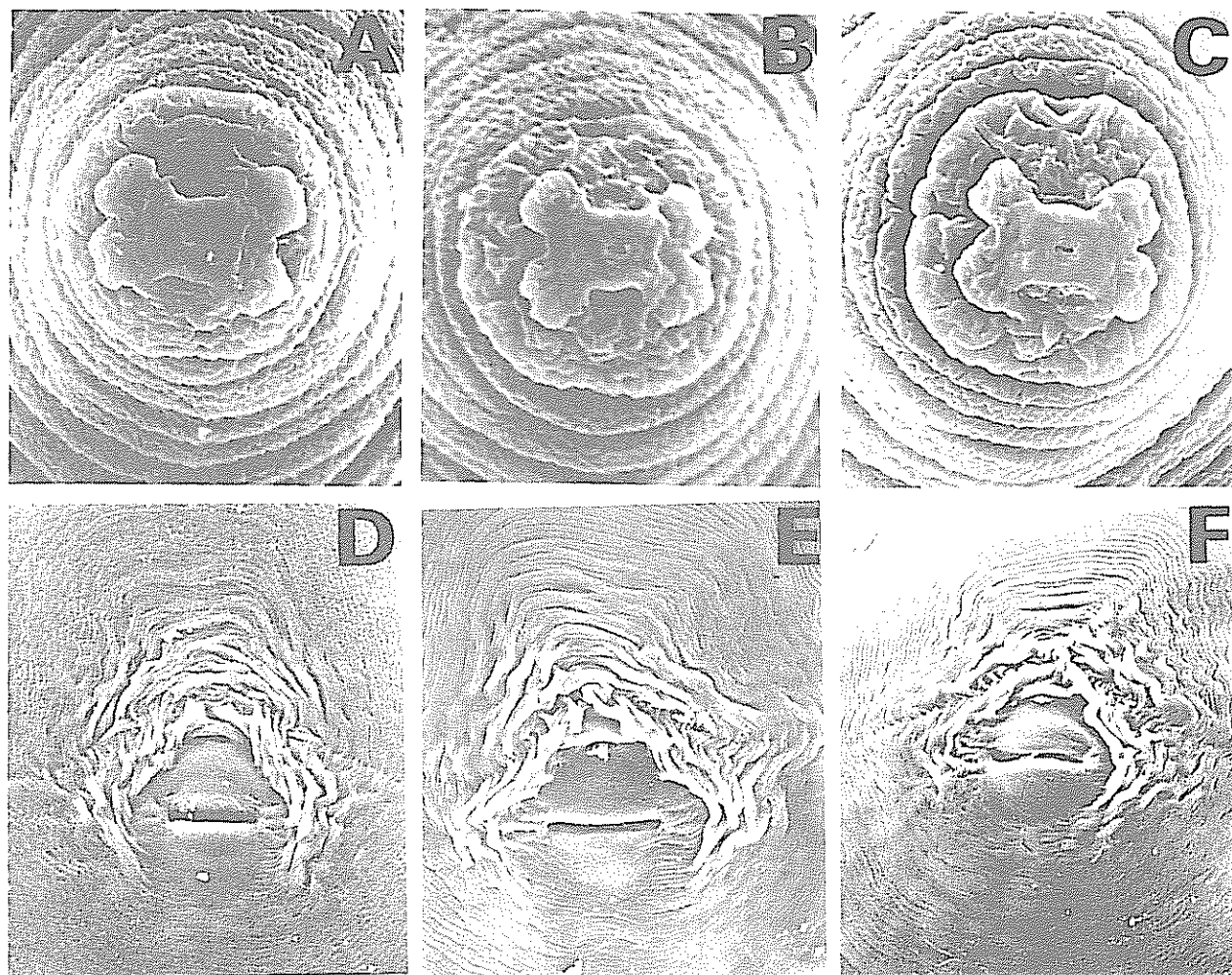


Fig. 4 Fotomicrografías al microscopio electrónico de rastreo de hembras de *Meloidogvne arabicida* sp. n. A-C: región labial; D-F: diseño perineal.

Los labios medios son levemente más angostos que el disco labial. Las aberturas anfidiales tienen forma de una estrecha rendija y están localizadas inmediatamente debajo de los bordes laterales del disco labial. La cutícula está fuertemente anillada (Fig. 2 A, F, G; 3 A, B, C; 6 G, H). Los campos laterales se inician unos 10 a 12 anillos posterior a la región cefálica, en forma de dos incisuras longitudinales, de bordes arqueados; las áreas de los campos laterales están elevadas sobre el resto del cuerpo y adquieren la forma de cordones que se extienden longitudinalmente en las porciones laterales del cuerpo, hasta llegar a la región caudal, donde dan vuelta. Unos pocos anillos después de su inicio aparecen dos incisuras longitudinales adicionales, localizadas en la parte central del cordón, lo que determina que el campo lateral esté formado por tres bandas delimitadas por cuatro incisuras; las anulaciones transversales atraviesan los campos laterales y producen la areolación de los campos en toda su ex-

tensión (Fig. 6 G, H); la areolación en la banda central a menudo no concuerda totalmente con las anulaciones transversales (Fig. 6 G). La armadura cefálica está fuertemente esclerotizada (Fig. 2 F, G; 6 I, J, K).

El estilete es robusto; el cono es puntiagudo, más largo que la columna, tiene la abertura en su porción anterior y un ensanchamiento triangular en su unión con la columna (Fig. 6 I). La columna es levemente más ancha en su porción basal (Fig. 6 I). Los tres nódulos basales son redondeados (Fig. 2 F, G; 6 I, J, K). El lumen del estilete es casi tan ancho como el del procorpus; la glándula dorsal esofágica está ramificada y tiene una ampulla relativamente pequeña (Fig. 2 F, 6 I). El procorpus es unas tres veces más largo que el ovalado y musculoso metacorpus (Fig. 2 A); éste último tiene un fuerte aparato valvular en su porción central. El anillo nervioso rodea al istmo. El ducto excretor es arqueado y no discernible una vez que

llega al nivel medio del intestino. El lóbulo basal del esófago traslapa ventralmente al intestino y tiene tres núcleos visibles. El hemizonidio está localizado unos cuatro a cinco anillos anteriormente al poro excretor. y tiene unos dos anillos de longitud. El intestino se prolonga dorsalmente en la parte anterior del cuerpo hasta el nivel inferior del metacorpus (Fig. 2 A). Los machos son monodélficos, y el único testículo normalmente está extendido anteriormente; en unos pocos especímenes su región apical está flexionada. Los espermatozoides son globulares, granulados. Las espículas son de longitud variable. El gubernaculum es simple, con el borde inferior arqueado.

Juveniles en segundo estado

Medidas: Las medidas y otros parámetros de las características morfológicas estudiada en 30 J2 son presentadas en el Cuadro 3.

Descripción (Figs. 2, 3, 7, 8): El cuerpo es vermiforme, con ambos extremos puntiagudos pero mucho más el posterior (Figs. 2, 3, 7, 8). La región cefálica es casi continua con el cuerpo, con los sectores laterales levemente más estrechos que el resto del cuerpo y un casco cefálico levemente elevado (Figs. 2 B, H, I). Vista al ML, la región cefálica aparece lisa, con un sólo anillo (Figs. 2 H, I). Vista al MER, la región anterior del cuerpo presenta un casco cefálico elongado, formado por el disco labial, que está levemente elevado sobre los labios medios, con bordes laterales casi rectos (Fig. 8 D, E), o levemente arqueados (Figs. 8 F, G, H). El prestoma es ovalado, está en el centro del

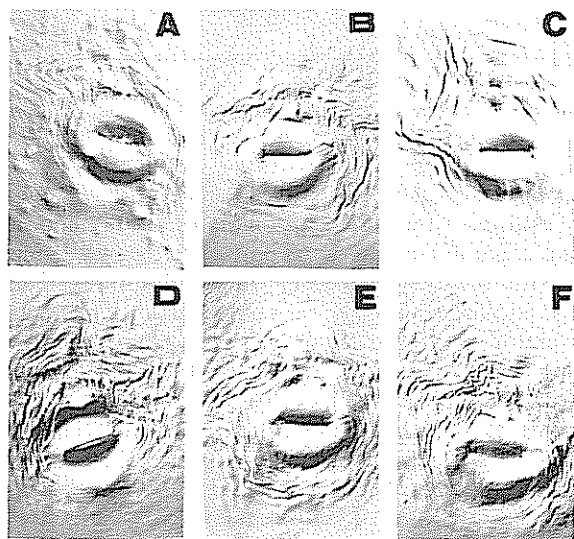


Fig. 5. Fotomicrografías de diseños perineales de *Meloidogyne arabicida* sp. n. vistos con óptica de contraste de interferencia diferencial.

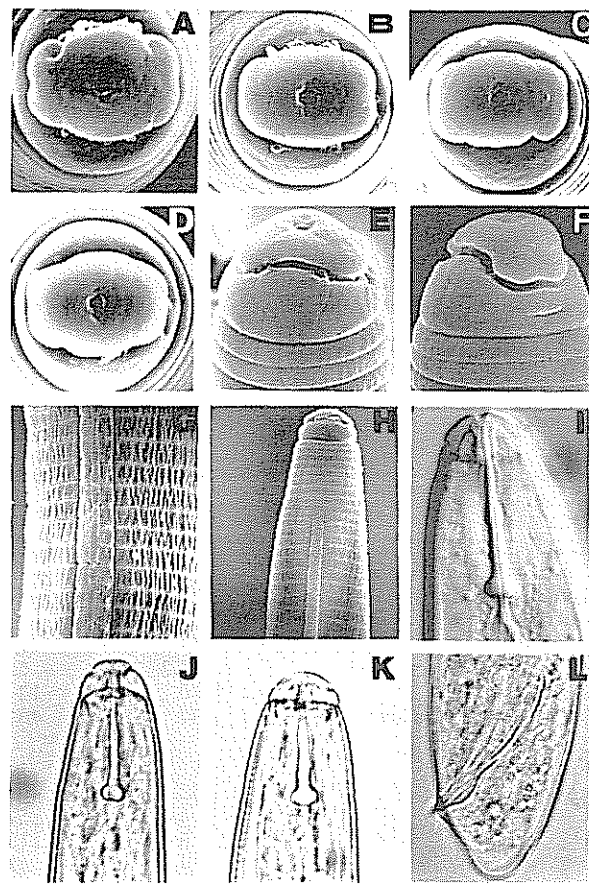


Fig. 6. Fotomicrografías de machos de *Meloidogyne arabicida* sp. n. A-D: vista frontal; E: vista lateral de la región cefálica; F: vista ventral de la región cefálica; G: campo lateral a mitad del cuerpo; H: región anterior; I, J, K: región anterior; L: región caudal. A-H: con el microscopio electrónico de rastreo; I: con óptica de contraste de interferencia diferencial; J-L: con óptica de campo brillante.

disco labial rodeado por seis sensilas labiales internas, las que abren al exterior en forma de diminutos poros redondeados (Fig. 8 D-H). Los labios medios son más anchos que el disco labial, tienen los bordes redondeados y en conjunto con el primero forman el casco cefálico con forma de corbatín (Fig. 8 D-H). Las aberturas anfidiales aparecen como rendijas rectangulares localizadas inmediatamente debajo de los bordes laterales del disco labial (Fig. 8 E-H). Los labios laterales son angostos, con bordes levemente arqueados, los que generalmente no sobrepasan la línea alcanzada por los bordes laterales de los labios medios y están en un nivel inferior al del casco cefálico (Fig. 8 E-I). En las porciones laterales de la región cefálica se localiza una sola estría incompleta relativamente corta, casi de la misma longitud que los labios laterales (Fig. 8 D-I). La armadura cefálica está débilmente desarrollada (Figs. 2 H, I; 7 A-C). El cuerpo está anillado desde la región anterior hasta la porción terminal de la

Cuadro 3. Valores promedio y otros parámetros de varias características de segundo estados juveniles de *Meloidogyne arabicida* sp.n..

Característica	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar	Error estándar del promedio	CV (%)
Medidas lineales						
Longitud total	443*	480	372	24.8	4.60	6
Esófago	113	149	94	15.0	2.50	13
Diámetro máximo	14	18	12	1.4	0.25	10
Diámetro a nivel poro excretor	13	15	11	1.0	0.19	8
Poro exc -mitad del metacarpus	27	33	21	2.6	0.54	9
Estoma-mitad del metacarpus	56	68	49	4.4	0.83	8
Ancho cabeza	5.4	6.7	4.2	0.6	0.12	7
Altura cabeza	2.5	3.9	2.0	0.4	0.08	16
Estilete	11	15	9	1.2	0.23	11
Cono	5.5	9.5	3.9	1.3	0.24	23
Ancho nódulos	1.8	2.5	1.4	0.2	0.03	11
Altura nódulos	1.2	2.0	0.8	0.2	0.03	17
Estoma-nódulos	15	18	13	1.1	0.22	7
Columna	4.0	5.1	3.1	0.5	0.09	10
OGDE	3.1	4.7	2.0	0.6	0.12	19
Largo válvula del metacarpus	4.6	6.1	3.9	0.5	0.09	11
Ancho válvula del metacarpus	3.9	4.5	3.1	0.4	0.07	10
Estoma-poro exc.	83	102	75	6.7	1.37	8
Cola	52	62	40	4.3	0.78	8
Zona hialina	14	21	9	2.4	0.44	17
Diámetro inicio zona hialina	4.2	6.1	3.3	0.6	0.11	14
Diámetro anal	10	12	9	0.9	0.16	9
Ano-inicio de zona hialina	37	40	28	5.1	0.94	14
Proporciones						
a	32.4	40.0	26.1	3.1	0.57	10
b	4.0	5.4	3.0	0.5	0.10	13
c	8.6	11.6	7.6	0.7	0.13	8
c'	4.9	6.0	3.8	0.5	0.09	10
Cola/zona hialina	3.6	5.9	2.5	0.6	0.11	17
Ancho/altura de la cabeza	2.1	2.8	1.7	0.3	0.06	14
Ancho/altura de los nódulos	1.5	2.3	1.1	0.3	0.05	20
Largo/ancho de la válvula metacarpus	1.2	1.5	0.9	0.1	0.01	8
Porcentaje						
Poro excretor	18.6	24.0	16.0	1.9	0.39	10

* Promedio de 30 observaciones. Todas las medidas en μm .

cola (Figs. 2 B, H, I; 7 A-F; 8 A-C). Los campos laterales se inician al nivel del procorpus como dos incisuras (Fig. 8 A), las que aumentan a tres y luego a cuatro (Fig. 8 C); las dos incisuras externas son levemente arqueadas. Las cuatro incisuras llegan hasta el nivel del ano, donde una de las dos centrales termina y la otra se prolonga un poco más; las dos externas siguen hasta casi la porción terminal de la cola (Fig. 8-B). La areolación de los campos laterales es incompleta, especialmente en la banda central (Fig. 8 C). El estilete está débilmente desarrollado y tiene los tres nódulos basales redondeados e inclinados posteriormente (Figs. 2 H, I; 7 A-C). La ampulla de la glándula dorsal esofágica está muy débilmente desarrollada. El procorpus es de 2 a 2.5 veces más largo que el ovalado y musculoso metacarpus, el que tiene un esclerotizado

aparato valvular en su centro. El anillo nervioso rodea al estrecho istmo. El hemizonidio está localizado de uno a dos anillos anterior al poro excretor y tiene una longitud cercana a la de un anillo. El poro excretor está localizado al nivel del anillo nervioso; el ducto excretor es curvado y no discernible al llegar al intestino. La porción basal del esófago tiene tres núcleos y dos lóbulos discernibles, los que traslapan ventralmente al intestino; el núcleo anterior está localizado cerca de su inicio, el segundo en su porción media y el tercero cerca de su base. (Fig. 2 B). La abertura anal tiene la forma de un pequeño poro y está localizada en la porción central del cuerpo; el recto es dilatado. La cola es relativamente larga, termina en forma digitada y su extremo es redondeado (Figs. 3 D-H; 7 D-F).

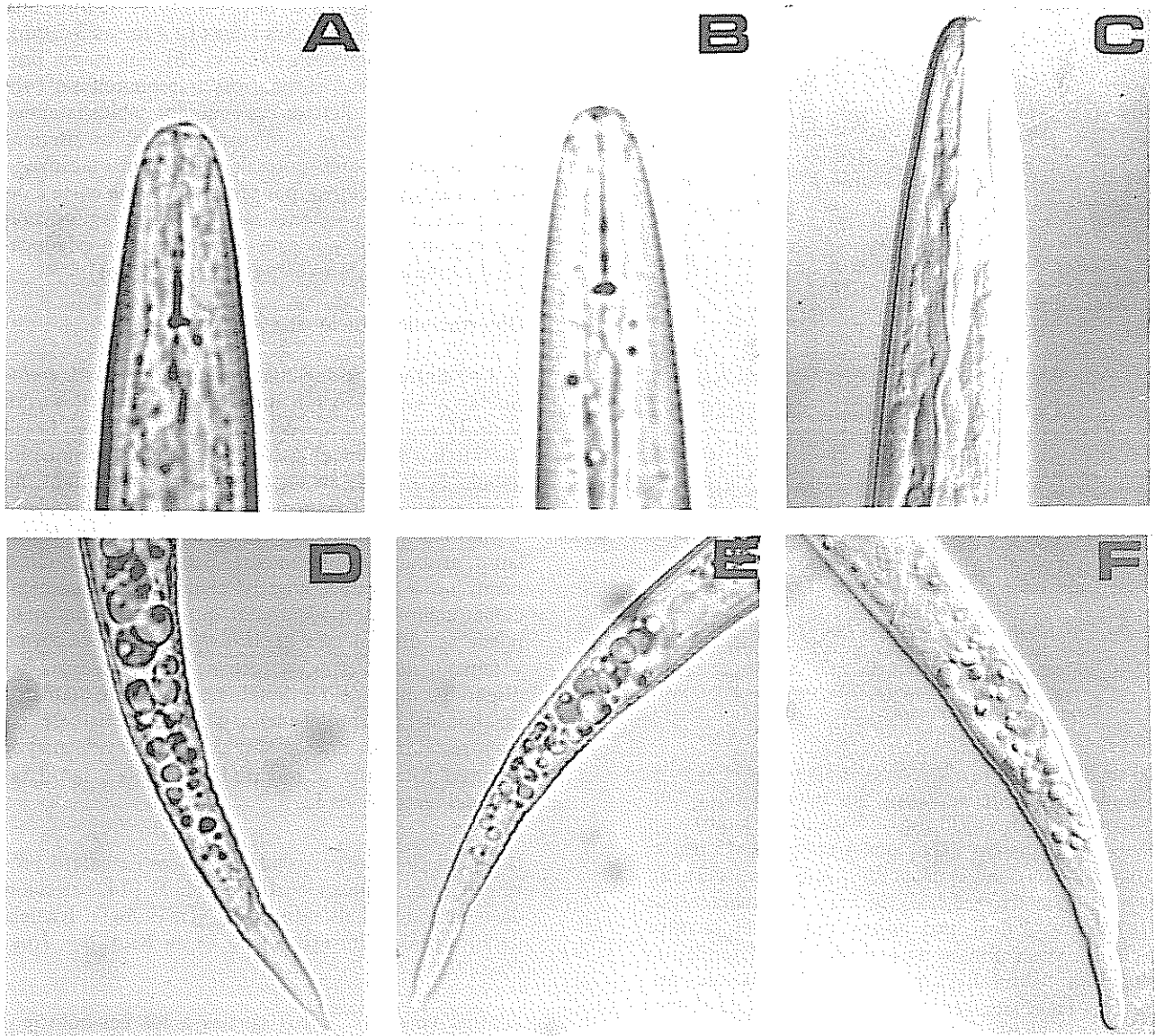


Fig. 7. Fotomicrografías de segundos estados juveniles de *Meloidogyne arabicida* sp. n. A-C: región anterior; D-F: cola; A, B, D, E: con óptica de campo brillante; C, F: con óptica de contraste de interferencia diferencial

Huevos

Medidas: Las medidas y otros parámetros de los caracteres evaluados en 30 huevos son presentados en el Cuadro I

Descripción: Huevos ovalados, similares a los de otras especies del género, embebidos dentro de un material gelatinoso.

Diagnóstico

Meloidogyne arabicida sp. n. se caracteriza por tener hembras con un diseño perineal de forma peculiar y

labios medios separados por una pequeña indentación en el medio, machos con una región cefálica lisa, de un sólo anillo y campos laterales areolados y J2 con una región cefálica lisa, con labios laterales angostos, levemente arqueados, una sola estria incompleta, relativamente corta, localizada en las porciones laterales de la región cefálica y el recto dilatado

Relaciones

M. arabicida sp. n. está relacionada con *M. sugamiensis* Toida y Yaegashi, 1984 (10) debido a la forma del cuerpo, del diseño perineal y de la región la-

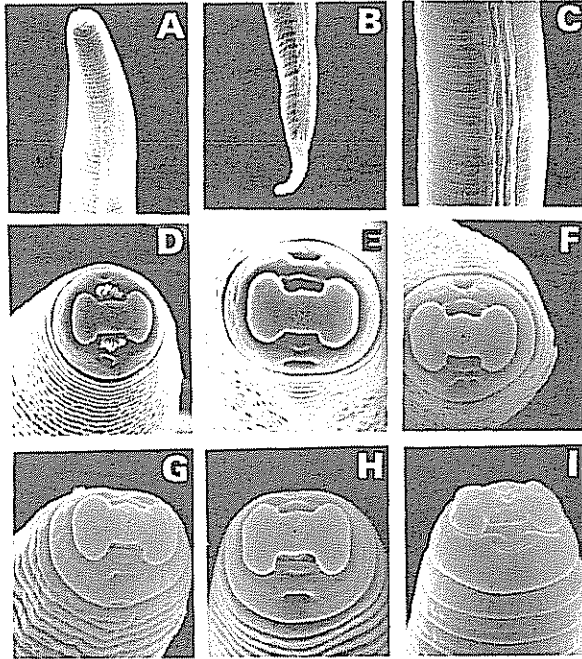


Fig. 8 Fotomicrografías al microscopio electrónico de rastro de segundos estados juveniles de *Meloidogyne arabicida* sp. n. A: región anterior; B: cola; C: campo lateral a mitad del cuerpo; D-H: vista frontal; I: vista lateral de la región cefálica.

bial de sus hembras *M. arabicida* sp. n. puede ser distinguida de *M. suginamiensis* por tener hembras con un menor tamaño (773 μm vs 950 μm de largo), con un menor diámetro máximo del cuerpo (445 μm vs 740 μm), una mayor proporción a (1.7 vs 1.3), un mayor diámetro de la válvula del metacorpú (10.7 μm vs 7 μm), una mayor longitud de la vulva (23.7 μm vs 20 μm) y porque los labios laterales de la hembra no son discernibles (vs labios laterales discernibles en *M. suginamiensis*); los machos de *M. arabicida* sp. n. pueden ser diferenciados por tener el ancho máximo del cuerpo levemente menor (26.2 μm vs 31 μm), unas espículas con una longitud promedio menor (27.4 μm vs 30 μm) una mayor proporción a (55.2 vs 44), los nódulos del estilete redondeados (vs dirigidos posteriormente), por carecer de labios laterales discernibles (vs labios laterales prominentes), por carecer de indentaciones que dividen los labios medios y por tener el hemizonidio anterior al poro excretor (vs posterior al poro excretor) *M. arabicida* sp. n. también puede ser distinguida de *M. suginamiensis* porque sus J2 son más largos (443 μm vs 400 μm), tienen un estilete levemente más corto (10.5 μm vs

13 μm), una cola más larga (51.8 μm vs 28 μm), una zona hialina en la cola más larga (14.4 μm vs 3.5 μm), una mayor proporción a (32.4 vs 26), una menor proporción c (8.6 vs 15), una mayor proporción c' (4.9 vs 2.8), una cola digitada (vs conoide), labios laterales levemente arqueados y angostos (vs labios laterales muy arqueados, que sobresalen de la línea alcanzada por los labios medios), por tener una estria corta e incompleta en las porciones laterales de la región cefálica (vs sin estria) y porque el hemizonidio está localizado anterior al poro excretor (vs posterior)

Observaciones Adicionales

Los síntomas inducidos por el ataque de *M. arabicida* sp. n. en café son similares a los descritos para el de *M. coffeicola* Lordello y Zamith, 1960 en Brasil (6, 7); incluso en el caso de *M. arabicida* sp. n. ha habido necesidad, en un periodo de cuatro años, de arrancar los cafetos en un área de aproximadamente 10 ha, resembrar nuevos arbolitos y, al cabo de ese lapso, arrancarlos nuevamente, debido a que prácticamente no se produce cosecha alguna. Sólo para mencionar algunas, se podría citar que *M. arabicida* sp. n. puede ser diferenciada de *M. coffeicola* por la forma y tamaño del cuerpo, la forma y características del diseño perineal de las hembras, el menor diámetro máximo del cuerpo, el menor tamaño del estilete, las mayores proporciones a y c del macho y la mayor longitud total, mayor longitud de la cola y la dilatación del recto de los J2.

Holotipo (hembra): Aislada de raíces de café provenientes de la localidad tipo. Slide M-144, colección de nematodos, Laboratorio de Nematología, Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica

Alotipo (macho): Datos iguales a los del holotipo. Slide M-113, colección de nematodos, Laboratorio de Nematología, Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica

Paratipos (hembras, machos y J2): Datos iguales a los del holotipo. Depositados en UCDNC, Davis, California, USA, USDANC, Beltsville, Maryland, USA y colección de nematodos, Laboratorio de Nematología, escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica

Huésped y localidad tipos: café (*Coffea arabica* L.) cv Caturra. Juan Vías, provincia de Cartago, Costa Rica.

LITERATURA CITADA

1. EISENBACK, J.D.; HIRSCHMANN, H. 1979. Morphological comparison of second stage juveniles of six populations of *Meloidogyne hapla* by SEM. Journal of Nematology (EE UU) 11(1):5-16
2. EISENBACK, J.D.; HIRSCHMANN, H. 1980. Morphological comparison of *Meloidogyne* males by scanning electron microscopy. Journal of Nematology (EE.UU.) 12(1):23-32.
3. EISENBACK, J.D.; HIRSCHMANN, H.; TRIANTAPHYLLOU, A.C. 1980. Morphological comparison of *Meloidogyne* female head structures, perineal patterns, and stylets. Journal of Nematology (EE UU.) 12(40):300-313
4. FRANKLIN, M.I. 1962. Preparation of posterior cuticular patterns of *Meloidogyne* spp. for identification. Nematologica (Holanda) 7:336-337
5. LOPEZ, R.; SALAZAR, L. 1987. Nematodos asociados al arroz (*Oryza sativa* L.) en Costa Rica. III. Microscopia electrónica de rastreo de *Meloidogyne salasi* y *Tylenchorhynchus annulatus*. Turrialba (C.R.) 37(1):77-83
6. LORDELLO, L.G.E. 1972. Nematode pests of coffee. In Economic Nematology. Ed. by J. M. Webster. New York, Academic Press. P. 268-284.
7. LORDELLO, L.G.E.; ZAMITH, A.P.L. 1960. *Meloidogyne coffeicola* sp.n., a pest of coffee trees in the State of Paraná, Brazil. Revista Brasileira de Biologia (Bra.) 20(4):375-379
8. TAYLOR, D.P.; NETSCHER, C. 1974. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. Nematologica (Holanda) 20:268-269
9. THORNE, G. 1961. Principles of Nematology. New York, Mc Graw. 553 p.
10. TOIDA, Y.; YAEGASHI, T. 1984. Description of *Meloidogyne suginamiensis* (Nematoda: Meloidogynidae) from mulberry in Japan. Japanese Journal of Nematology (Japón) 14:49-57

Estudo da Microsporogênese e Formação de Sementes de uma Planta Monossômica de Café (*Coffea arabica* L.)¹

E.R. Forni-Martins*, N.D. da Cruz*

Abstract

The hybrid offspring of two normal *Coffea arabica* plants (2n = 44 chromosome), type *angustifolia*, one of which was irradiated, was studied. The chromosome number was determined, and microsporogenesis, pollen grain viability and fruit formation were examined. The plant was aneuploid (monosomic) with 2n = 43. Many meiotic irregularities were observed, such as the absence of pairing in segments of some bivalents in some prophase stages; occurrence of monovalents and quadrivalents in prophase I and prometaphase I, and bridges and laggards in anaphase I. In spite of the meiotic irregularities, pollen grain analysis showed a viability of 80%, and the study of fruit formation indicated a high percentage of ovule fertilization. The value of the observation of quadrivalents as for the probable allopolyploid origin of the species is discussed. The occurrence of quadrivalents could be explained by the irradiation of the plant changing the pairing regulation system, or by the absence of one chromosome having one or more genes that inhibit the formation of polyvalents in normal conditions.

Resumo

Foi determinado o número cromossômico e analisada a microsporogênese, a viabilidade de grãos de pólen e formação de frutos de uma planta híbrida de *Coffea arabica*, proveniente de duas plantas normais (2n = 44 cromossomos), tipo *angustifolia*, tendo sido a planta mãe submetida a irradiação. A planta estudada é aneuplóide, monossômica, com 2n = 43 cromossomos. Diversas irregularidades meióticas foram constatadas, como ausência de pareamento em segmentos de alguns bivalentes em certos estádios da prófase I, ocorrência de monovalentes e de tetravalentes em prófase I e pró-metáfase I, além de pontes e de cromossomos retardatários em anáfase I. Apesar das irregularidades, a análise de grãos de pólen mostrou 80% de viabilidade e o estudo da formação de frutos indicou boa porcentagem de fertilização de óvulos. A observação de tetravalentes permitiu discutir hipóteses sobre a origem da espécie através de auto ou de alopoliploidia. Argumentos referentes a essas hipóteses, citados em literatura, são discutidos. A ocorrência de tetravalentes pode ser assim explicada: 1) a irradiação incidente na planta mãe poderia ter alterado o sistema regulador do pareamento; 2) o cromossomo ausente na planta monossômica seria portador de um ou de vários genes que inibem a formação de multivalentes em condições normais.

¹ Recebido para publicação em março 1988
O primeiro autor recebe Bolsa de Pesquisa do CNPq

* Seção de Citologia, Instituto Agrônomo, IAC, C.P. 28, CEP 13020, Campinas, SP, Brasil.